

NOMBRE DEL TRABAJO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED FTTH CON TECNOLOGÍA QUICK ODN EN YANACANCHA-PASCO, 2023

AUTOR

ANDRES ANTONY PARIONA VARGAS

RECUENTO DE PALABRAS

13717 Words

RECUENTO DE CARACTERES

70264 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

101 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

17.6MB

FECHA DE ENTREGA

Mar 1, 2024 12:16 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Mar 1, 2024 12:18 PM GMT-5**● 16% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)**

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS () 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL (X)

DATOS PERSONALES

| |
|--|
| Apellidos y Nombres: PARIONA VARGAS, ANDRES ANTONY |
| D.N.I.: 72454264 |
| Otro Documento: |
| Nacionalidad: PERUANA |
| Teléfono: 960698643 |
| e-mail: ANDRESPARIONAVARGAS@GMAIL.COM |

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

| |
|---|
| Facultad: FACULTAD DE INGENIERIA Y GESTION |
| Programa Académico: TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL |
| Título Profesional otorgado: INGENIERO ELECTRONICO Y TELECOMUNICACIONES |

Postgrado

| |
|-----------------------------|
| Universidad de Procedencia: |
| País: |
| Grado Académico otorgado: |

Datos de trabajo de investigación

| |
|---|
| Título: "DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED FTTH CON TECNOLOGIA QUICK ODN EN YANACANCHA-PASCO, 2023" |
| Fecha de Sustentación: 16 DE DICIEMBRE DEL 2023 |
| Calificación: APROBADO POR UNANIMIDAD |
| Año de Publicación: 2024 |



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

| Derechos de autor | | |
|---------------------------|---|----------|
| TIPO DE ACCESO | ATRIBUCIONES DE ACCESO | ELECCIÓN |
| ACCESO ABIERTO 12.1(*) | info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto) | (x) |

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

| Derechos de autor | | |
|--------------------|---|----------|
| TIPO DE ACCESO | ATRIBUCIONES DE ACCESO | ELECCIÓN |
| ACCESO RESTRINGIDO | info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos) | () |
| | info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo) | () |
| | info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales) | () |

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

Motivos de la elección del acceso restringido:

PARIONA VARGAS, ANDRES ANTONY

APELLIDOS Y NOMBRES

72454264

DNI

Firma y huella:



Lima, 19 de JUNIO del 20 24

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED FTTH
CON TECNOLOGÍA QUICK ODN EN YANACANCHA-PASCO, 2023”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

PARIONA VARGAS, ANDRES ANTONY

ORCID: 0009-0008-7913-8059

ASESOR

QUISPE AGUILAR, MAX FREDI

ORCID: 0000-0002-4199-0974

Villa el Salvador

2023



VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional
Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

En Villa El Salvador, siendo las 17:30 horas del día 16 de diciembre de 2023, se reunieron en las instalaciones de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, los miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

| | | | |
|------------|---|---------------------------------|---------------|
| Presidente | : | DR. MARK DONNY CLEMENTE ARENAS | CIP N° 181400 |
| Secretario | : | MG. LUDWIG PASCUAL LÓPEZ HUAMAN | CIP N° 310375 |
| Vocal | : | MG. MARTHA ROXANA QUISPE AYALA | CIP N° 124612 |

Designados con Resolución de Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión N° 984-2023-UNTELS-R-D de fecha 13 de diciembre del 2023.

Se da inició al acto público de sustentación y evaluación del Trabajo de Suficiencia Profesional, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones, bajo la modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional (Resolución de Consejo Universitario N° 065-2023-UNTELS-CU de fecha 08 de agosto del 2023), en la cual se APRUEBA el "Reglamento, Directiva, Cronograma y Presupuesto del VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur"; siendo que el Art. 4º del precitado Reglamento establece que: "La Modalidad de Titulación prevista consiste en la presentación, aprobación y sustentación de un Trabajo de Suficiencia Profesional que dé cuenta de la experiencia profesional y además permita demostrar el logro de las competencias adquiridas en el desarrollo de los estudios de pregrado que califican para el ejercicio de la profesión correspondiente. Quienes participen en esta modalidad no podrán tramitar simultáneamente otras modalidades de titulación. Además, los participantes inscritos en esta modalidad, deberán acreditar un mínimo de dos (02) años de experiencia laboral, de acuerdo a lo establecido en la Resolución N° 174-2019- SUNEDU/CD y al anexo 1 sobre Glosario de Términos en el punto veinte (20)...", en el cual;

El Bachiller ANDRES ANTONY PARIONA VARGAS

Sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED FTTH CON TECNOLOGÍA QUICK ODN EN YANACANCHA - PASCO, 2023

Concluida la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición APROBADO POR UNANIMIDAD Equivalencia BUENO de acuerdo al Art. 65º del Reglamento General para el Otorgamiento de Grado Académico y Título Profesional de la UNTELS vigente.

Siendo las 18:10 horas del día 16 de diciembre de 2023 se dio por concluido el acto de sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, firmando la presente acta los miembros del Jurado.

SECRETARIO
MG. LUDWIG PASCUAL LÓPEZ HUAMAN
CIP N° 310375

PRESIDENTE
DR. MARK DONNY CLEMENTE ARENAS
CIP N° 181400

VOCAL
MG. MARTHA ROXANA QUISPE AYALA
CIP N° 124612

Nota: Art. 14º.- La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realizará en un acto público. De faltar algún miembro del Jurado, la sustentación procederá con los dos integrantes presentes. En caso de ausencia del presidente del jurado, asumirá la presidencia el docente de mayor categoría y antigüedad. En caso de ausencia de dos o más miembros del Jurado, la sustentación será reprogramada durante los 05 días siguientes.

DEDICATORIA

A mi madre, Bertha Doris Vargas Aruahuanca, quien dedicó gran parte de su vida a mi educación, así como a mis hermanos Bryam y Jimena Pariona Vargas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mis abuelos, Wenceslao Vargas y Ana Aruahuanca, por sus valiosos consejos de vida. Mi reconocimiento especial a mi tía Elizabeth Vargas Aruahuanca, quien ha sido un gran ejemplo como persona y profesional. También, agradezco al ingeniero Lenin Muro Olivera por su invaluable ayuda profesional en CICSA, así como a mis amigos por su apoyo constante.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 2 |
| CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES | 4 |
| 1.1 Contexto | 4 |
| 1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo..... | 4 |
| 1.2.1 Misión | 5 |
| 1.2.2 Visión | 5 |
| 1.3 Objetivos | 5 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 5 |
| 1.3.2 Objetivo Específicos..... | 5 |
| CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO | 6 |
| 2.1 Antecedentes | 6 |
| 2.1.1 Antecedente internacionales | 6 |
| 2.1.2 Antecedentes Nacionales | 7 |
| 2.2 BASES TEÓRICAS..... | 8 |
| 2.2.1 Topologías de Redes FTTx | 8 |
| 2.2.2 Elementos la red FTTH | 9 |
| 2.2.4 Normativas y estándares..... | 25 |
| 2.2.5 GPON | 27 |
| 2.2.9 Equipos de Medición..... | 30 |
| 2.3 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS..... | 31 |
| CAPITULO 3. DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL | 33 |
| 3.1. Determinación y análisis del problema | 33 |
| 3.2 Modelo de solución propuesto: | 34 |
| 3.2.1 Análisis e ingeniería de diseño..... | 36 |
| 3.2.2 Implementación de red en planta externa | 58 |
| 3.2.3 Validación de la red FTTH | 70 |
| 3.3 Resultados | 80 |
| Conclusiones | 83 |
| Recomendaciones | 84 |
| Bibliografía | 86 |

| | |
|-------------|----|
| Anexos..... | 88 |
|-------------|----|

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Regiones con menor velocidad de internet | 2 |
| Figura 2. Arquitectura de la red de acceso óptico..... | 9 |
| Figura 3. Hilo de fibra óptica según la Empresa Corning..... | 10 |
| Figura 4. Códigos de colores según EIA/TIA-598-A..... | 11 |
| Figura 5. Cable ADSS Dielectrica Multitubo y Buffers..... | 11 |
| Figura 6. Splitter referencial de 1:8..... | 13 |
| Figura 7. Tipos de conectores..... | 14 |
| Figura 8. Caja de distribución XBOX..... | 15 |
| Figura 9. Puertos del XBOX..... | 16 |
| Figura 10. Caja de distribución HUB BOX..... | 17 |
| Figura 11. Splitter interno del HUB BOX | 18 |
| Figura 12. Caja de distribución terminal SUB BOX..... | 19 |
| Figura 13. Splitter dentro del SUB BOX..... | 20 |
| Figura 14. Caja de distribución terminal END BOX | 20 |
| Figura 15. Splitter dentro del END BOX | 21 |
| Figura 16. Caja de distribución terminal EXPANSION BOX | 22 |
| Figura 17. Splitter en EXPANSIÓN BOX..... | 22 |
| Figura 18. Cable preconectorizado..... | 23 |
| Figura 19. OLT Ubiquiti Eight-port GPON Optical..... | 24 |
| Figura 20. ONT/ONU | 24 |
| Figura 21. Red GPON de FTTH..... | 27 |
| Figura 22. Multiplexación de datos..... | 28 |
| Figura 23. Principio de bajada..... | 29 |
| Figura 24. Principio de subida..... | 30 |
| Figura 25. Flujograma del proyecto..... | 35 |
| Figura 26. Cobertura total | 36 |
| Figura 27. Nodos del área cobertura total..... | 38 |
| Figura 28. Plano del levantamiento de información del nodo PAYN013-F | 39 |
| Figura 29. Leyenda del plano de información en campo | 40 |
| Figura 30. Fibra de ADSS de 144 hilos de la troncal 03..... | 42 |
| Figura 31. Postes con transformadores en nodo PAYN013-F | 43 |
| Figura 32. Postes con transformadores en nodo PAYN013-F..... | 44 |
| Figura 33. Potencia y Perdidas de la red ODN..... | 46 |
| Figura 34. Cálculo de potencias de los 44 FAT..... | 47 |
| Figura 35. Leyenda del diseño propuesto | 48 |
| Figura 36. Diseño Unilineal propuesto para el nodo PAYN013-F | 49 |
| Figura 37. Diagrama del diseño, tramo SITE hasta XBOX..... | 50 |
| Figura 38. Diagrama del diseño, distribución del HUB BOX 01 | 51 |
| Figura 39. Diagrama del diseño, distribución del HUB BOX 02..... | 53 |
| Figura 40. Diagrama del diseño, distribución del HUB BOX 03..... | 54 |
| Figura 41. Materiales de la red ODN de HUAWEI | 56 |
| Figura 42. Criterios en la instalación de poste..... | 61 |
| Figura 43. Acondicionamiento de hilos en XBOX | 62 |

| | |
|--|----|
| Figura 44. Acondicionamiento de XBOX en poste..... | 63 |
| Figura 45. Rótulo en XBOX | 64 |
| Figura 46. Acondicionamiento de HUB BOX en postes | 65 |
| Figura 47. Acondicionamiento de FAT en postes | 66 |
| Figura 48. Despliegue de red del HUB BOX 01 | 67 |
| Figura 49. Despliegue de red del HUB BOX 02 | 68 |
| Figura 50. Despliegue de red del HUB BOX 03 | 69 |
| Figura 51. Mediciones en FAT 41-42-43-44 | 70 |
| Figura 52. Plano de postes instalados | 71 |
| Figura 53. Informe de datos de postes instalados | 72 |
| Figura 54. Entregables del poste 1638P | 72 |
| Figura 55. Reporte fotográfico de ferretería instalada | 73 |
| Figura 56. Potencias en cajas FAT con Power Meter | 74 |
| Figura 57. Gráfico OTDR en FAT 44..... | 76 |
| Figura 58. Medición OLTS de puertos del FAT 44..... | 77 |
| Figura 59. Materiales QUICK ODN..... | 78 |
| Figura 60. Materiales usados en nodo PAYN013-F | 79 |
| Figura 61. Gráfico de abonados activos en el plano PAYN013-F | 82 |
| Figura 62. Liquidación de acuerdo a la tecnología | 84 |

LISTADO DE ECUACIONES

| | |
|---|----|
| Ecuación 1: Cantidad de FAT..... | 45 |
| Ecuación 2: Cantidad de HUB BOX..... | 45 |
| Ecuación 3: Calculo de Potencias en FAT..... | 45 |

RESUMEN

En el presente informe se desarrollará la implementación del nodo PAYN013, el cual es un plano propuesto en AutoCAD, el cual abarca un área en el asentamiento humano Techo Propio, ubicado en Yanacancha-Pasco. La presente área de cobertura no contaba con servicios de internet con fibra óptica, por tal motivo se implementará el diseño propuesto con la tecnología FTTH de QUICK ODN de HUAWEI.

El presente despliegue de la red FTTH es para una población de 700 posibles abonados y para un mejor entendimiento el proyecto se divide en 3 partes. La primera parte es el análisis e ingeniería de diseño, el cual abarca desde el levantamiento de información de campo, para luego realizar un diseño propuesto en AutoCAD y una vez aprobado el diseño propuesto, se inicia con la elaboración de expedientes municipales y eléctricos. La segunda parte es la implementación de red en planta externa y comprende la implementación en campo de la infraestructura como postes, ferreterías y red pasiva. De acuerdo al avance de la implementación se van recolectando mediciones y actualizando las ubicaciones de cajas distribuidoras, recorrido de la fibra y ubicación de postes, para realizar informes con sus respectivos formatos y se corroboren en la etapa de validación de la red. Y para finalizar la tercera parte es la validación de la red FTTH donde se revisa los reportes fotográficos de la infraestructura instalada, mediciones tomadas en los FAT, actualización del diseño implementado en AutoCAD y lista de materiales.

INTRODUCCIÓN

La conectividad a Internet se ha vuelto esencial, dado que la falta de este servicio tiene repercusiones directas en el desarrollo económico de una comunidad y en la calidad de vida de sus habitantes. Esto se debe a que la ausencia de acceso a la red restringe la comunicación, el cuidado de la salud y la educación.

Como podemos observar en la Figura 1, según la encuesta de Osiptel (2020), uno de los departamentos que tiene baja calidad de internet es Pasco, ya que solo el 17.9% tienen velocidad mayor o igual a 16 Mbps. Por lo tanto, el 82.1% tiene baja velocidad en la transmisión de datos.



Figura 1. Regiones con menor velocidad de internet
Fuente. Osiptel (2020)

Las localidades que sufren esta carencia son las zonas rurales, asentamientos humanos y pueblos jóvenes. Uno de estas zonas es el asentamiento humano Techo Propio, ubicado en Yanacancha-Pasco, donde el nodo PAYN013-F cubrirá esta área para solucionar la problemática.

Por tal motivo, se proporcionará acceso de banda ancha y alta velocidad por fibra óptica a los residentes en esta localidad, ya que las tecnologías anteriores HFC o antenas parabólicas no satisfacen las crecientes demandas de aplicativos, programas o páginas web los cuales usan muchos recursos, además del resultado de la pandemia del covid-19 en las telecomunicaciones, donde muchas personas tenían problemas de red por tener estas tecnologías.

De acuerdo a esta problemática, la empresa Claro (2023) inició su despliegue de redes FTTH y anuncia servicios de redes de fibra óptica en los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Oxapampa ubicados en el departamento de Pasco. Además, la implementación de redes FTTH no será de la manera tradicional, donde se usan MUFAS y cables ADSS de diferentes tamaños y distancias, cajas NAP y la realización de empalmes en cada caja distribuidora, dando un procedimiento más largo para su implementación, sino con una nueva tecnología de HUAWEI llamada QUICK ODN, donde es más eficiente, practica y el tiempo de implementación es más reducido.

CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES

1.1 Contexto

CICSA Perú S.A.C. filial de CARSO, inició en el 2006, por lo cual cuenta con casi 17 años implementando soluciones y proyectos, contribuyendo al desarrollo en el área de telecomunicaciones a nivel nacional como telefonía móvil y fija, redes y anillos de fibra óptica, redes híbridas para triple play de HFC, redes de planta externa como tendido de fibra óptica y obras civiles. CICSA actualmente brinda servicios a CLARO, la cual es conocida a nivel nacional e internacional, brindando servicios de telecomunicaciones.

Como expansión de la red de CLARO, se realizará la implementación de redes FTTH en Pasco-Yanacancha, y de acuerdo a la visita en campo se verificó que el asentamiento humano Techo Propio ubicado en el distrito de Yanacancha, no contaba con servicios de fibra óptica, por ende, sus pobladores y sus negocios no tenían buena señal de internet, causando malestar al momento de estudiar, trabajar, realizar pagos vía online o compartir información, etc.

La empresa CLARO, por medio de la empresa CICSA, implementará el diseño FTTH del nodo PAYN013-F en el asentamiento humano Techo Propio en el distrito de Yanacancha, para brindarle servicio de internet de alta calidad por medio de la infraestructura de CLARO.

1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo

La empresa Claro implementa muchos proyectos en diferentes áreas de las telecomunicaciones y los procesos toman su tiempo en la revisión y registro por temas burocráticos, por tal motivo el diseño propuesto fue en febrero, la implementación fue en mayo y validación fue en agosto del nodo PAYN013 del año 2023 y se diseñó para una cobertura de 700 HP en el distrito de Yanacancha en el asentamiento humano Techo Propio. Esto no quiere decir que la implementación en campo demore, sino por temas burocráticos, el proyecto en general se cierra en varios meses.

1.2.1 Misión

Ser la primera empresa en Implementar una cobertura de internet de red FTTH con la tecnología QUICK ODN de HUAWEI en el distrito Yanacancha, para cumplir la misión como empresa de alto crecimiento y mantener el liderazgo en la industria de las telecomunicaciones.

1.2.2 Visión

Brindar servicios de calidad a precios accesibles a los ciudadanos dentro del área de cobertura, además con lo último de tecnología en despliegue de red FTTH.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Implementación del diseño PAYN013-F, ubicado en el distrito de YANACANCHA-PASCO, mediante el uso de la tecnología “QUICK ODN” de HUAWEI.

1.3.2 Objetivo Específicos

- Análisis y diseño de la red FTTH del nodo PAYN013-F con la tecnología QUICK ODN en el asentamiento humano TECHO PROPIO, Yanacancha.
- Implementación de la red FTTH del nodo PAYN013-F con la tecnología QUICK ODN en el asentamiento humano TECHO PROPIO, Yanacancha.
- Validación de la implementación del nodo PAYN013-F con la tecnología QUICK ODN en el asentamiento humano TECHO PROPIO, Yanacancha.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedente internacionales

(Tirira Sánchez, Ricardo Manuel-2022) En su proyecto de titulación "Desarrollo de una red FTTH pre-conectorizada en la parroquia Rumipamba"

En su tesis implementa una red FTTH, e indica una alta demanda de servicios debido a la pandemia del COVID-19. Entre los años 2019 y 2022 en la empresa TELCONET S.A. tuvo un aumento de clientes, pero también de averías o incidencias por el servicio, exponiendo debilidades en las redes de fibra óptica por la manipulación de cajas distribuidoras y mangas, acelerando el desgaste de la misma. El proyecto tiene como objetivo desarrollar una red de fibra óptica preconectorizada con un diseño Plug & Play para reducir la manipulación en las cajas de distribución. Esto llevará a una instalación más rápida, menos fusiones (menos fallos y costos reducidos), mayor confiabilidad y estabilidad de la red, y una instalación más ágil y práctica. El presente proyecto me ayuda a entender las implementaciones en otros países con la tecnología preconectorizada y me brinda una noción más amplia para mi proyecto de implementación.

(Acevedo Zuluaga, Daniela-2023) En su informe final "Análisis y evaluación de modelos de despliegue de una red FTTx con tecnología GPON para solución con splitter balanceado vs. solución preconectorizada con splitter desbalanceado"

El proyecto se enfoca en la planificación y diseño detallado de una red óptica FTTH para brindar servicios a aproximadamente 5000 usuarios en un barrio de Bogotá, Colombia. El objetivo principal es determinar si se debe utilizar una red balanceada o desbalanceada, ya que hace una comparativa en redes primarias y secundarias, cantidad de empalmes y pérdidas en las preparaciones de hilos y acondicionamiento de cajas distribuidoras, cuantificación en el tiempo de implementación, costos y cantidad de materiales y costo de la mano de obra y certificación de potencias. El presente informe es de suma ayuda y aporta mucha información ya que en su conclusión indica que las redes desbalanceadas son mejores a comparación que las redes balanceadas. Y las redes desbalanceadas

es la tecnología preconectorizada que ofrece HUAWEI y por ende el tema que implementaré.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

(Guliana Maria, Durand Garcia-2020) En su trabajo de suficiencia "Propuesta de implementación mediante el uso de la fibra óptica preconectorizada en una red FTTH ubicada en el distrito de Imperial provincia de Cañete Lima 2020"

En su trabajo implementa una red FTTH con la tecnología preconectorizada en Cañete para 256 abonados. La interrogante que se hace es: ¿Cómo reducir el tiempo de implementación de la red FTTH ?, lo cual demuestra que la fibra óptica preconectorizada brinda menor tiempo de instalación, además de disminuir las pérdidas de atenuación que la red ODN requiera.

Este trabajo de implementación me sirve para ver qué puntos toma en el desarrollo de su trabajo de implementación FTTH con tecnología preconectorizada implementada en Perú.

(Erik Ruben, Francisco Finquin y Andres Arturo, Rojas Daviran-2023) En su tesis "Arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON para habilitar el servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022"

En su tesis se hace despliegue una red FTTH en ICA, explica de manera general como es el diseño de la troncal desde el SITE, diseño de NODOS y diseño de un nodo. Este trabajo me ayuda a entender como es un despliegue troncal y de nodos con la red FTTH de manera convencional.

(Italo Gregorio, Hurtado Panéz-2022) En su tesis "Desarrollo de una Red FTTH con Tecnología GPON para el Acceso de Telecomunicaciones en Hogares de la Ciudad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión, Departamento Pasco."

En su tesis aborda la problemática de la falta de sistemas de comunicaciones en Yanahuanca-Pasco. Su solución es implementar una red FTTH con tecnología GPON. La tesis incluye la operacionalización de variables, indicadores, instrumentos, población, muestra de investigación y técnicas de datos. En sus resultados concluye que GPON es la más adecuada por los beneficios que brinda la tecnología.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Topologías de Redes FTTx

Según (Lam, 2007) el término "FTTx" se utiliza para describir una categoría de arquitectura de redes de telecomunicaciones como se muestra en la Figura 2, donde se extienden desde un punto central donde se ubica la OLT (SITE) hasta múltiples ubicaciones finales, como hogares, oficinas o gabinetes de edificios, dependiendo la categoría de red.

A) FTTC

FTTC (Fiber to the Cabinet): La fibra óptica se extiende desde la central de telecomunicaciones hasta un gabinete o caja de conexión ubicada cerca de los hogares u oficinas de los usuarios. Sin embargo, la fibra no llega directamente a los edificios de los usuarios, sino que se detiene en el gabinete.

B) FTTB

FTTB (Fiber to the Building): La fibra óptica se extiende desde la central de telecomunicaciones hasta el interior de un edificio o negocio. Esto implica que la fibra llega directamente al edificio, pero no necesariamente a cada unidad o usuario dentro de él.

C) FTTH

FTTH (Fiber to the Home): En este enfoque o topología, la fibra óptica se extiende desde la central de telecomunicaciones llamado SITE hasta las instalaciones del usuario final. Esto implica que la fibra llega hasta el interior de las casas donde se instalará ONU, para que así se brinde servicio de altas velocidades con fibra óptica desde inicio a fin.

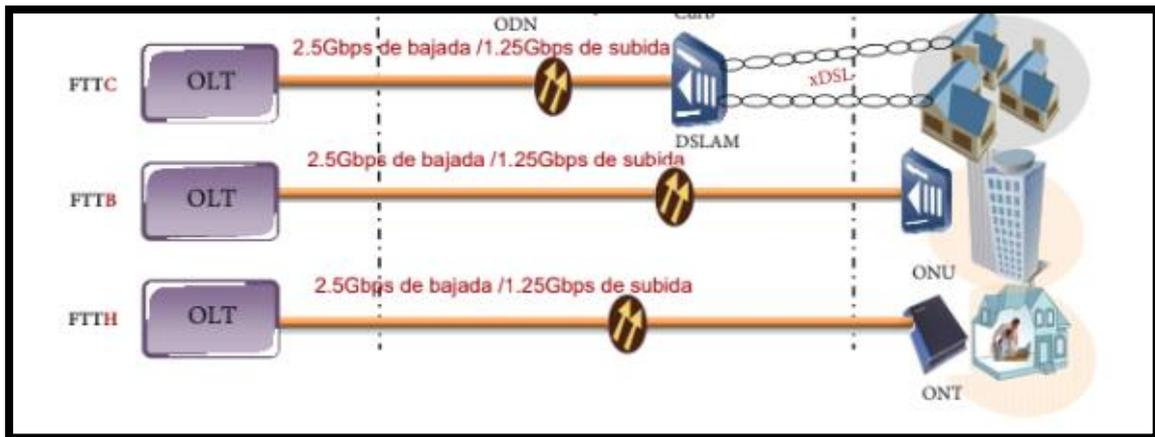


Figura 2. Arquitectura de la red de acceso óptico
Fuente. Huawei (2019)

2.2.2 Elementos la red FTTH

A) Elementos pasivos

Los elementos pasivos de una red GPON son componentes clave que permiten la transmisión y distribución eficiente de la señal óptica en una red de fibra óptica GPON sin requerir energía eléctrica adicional, esta es la red ODN (Optical Distribution Network). Estos componentes son fundamentales para la alta velocidad y la fiabilidad de las redes GPON. (Keiser, 2006)

1.A) Fibra Óptica

Según Hecht (2004), la fibra óptica es un medio físico de transporte en las telecomunicaciones, el cual brinda ventajas como altas capacidades y bajas pérdidas a largas distancias.

También indica Corning (1970), una de las primeras en realizar la primera fibra óptica con bajas pérdidas, define a la fibra óptica contiene tres componentes básicos como se muestra en la Figura 3.

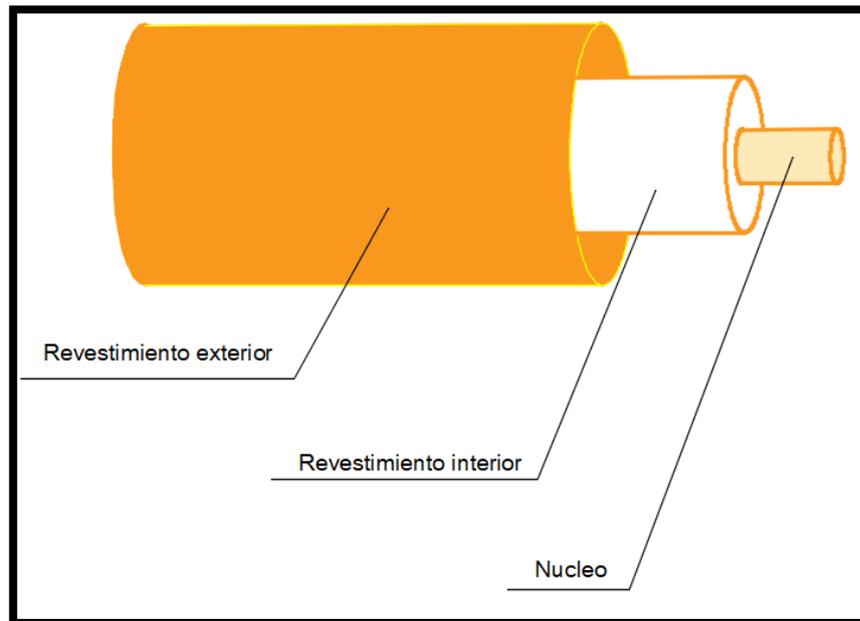


Figura 3. Hilo de fibra óptica según la Empresa Corning
Fuente. Elaboración propia

- El núcleo: Donde el núcleo es vidrio de alta pureza, ya que las impurezas generan atenuación
- Revestimiento de vidrio: Cubre al núcleo, este revestimiento tiene altas impurezas e impide que las señales ópticas no salgan del núcleo.
- Revestimiento exterior: Protege el revestimiento de vidrio de daños físicos externos.

1.1.A) Buffer

Según ANSI/TIA/EIA 598-A (1995), el Buffer es un componente del cable de fibra óptica, el cual encapsula a 12 hilos de fibra óptica, el cual a su vez protege de daños físicos, aísla movimientos mecánicos y también da una identificación. Los Buffers y los hilos tienen diferentes colores y orden, como se muestra en la siguiente Figura 4. Podemos visualizar los colores azul, naranja, verde, café, gris, blanco, rojo, negro, amarillo, violeta. Rosa y agua. De acuerdo a este orden los Buffer e hilos tienen un correlativo del 1 hasta el 12 que servirán para el diseño en AutoCAD.

| | | HILO | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| B | 1 Azul | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | 2 Naranja | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| U | 3 Verde | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| | 4 Marron | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| F | 5 Plateado | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
| | 6 Blanco | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 |
| F | 7 Rojo | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 |
| | 8 Negro | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 |
| E | 9 Amarillo | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 |
| | 10 Violeta | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 |
| R | 11 Rosa | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 |
| | 12 Aqua | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 144 |

Figura 4. Códigos de colores según EIA/TIA-598-A
Fuente. Elaboración propia

Se muestra en la Figura 5 un corte transversal de la fibra ADSS de 144 hilos de la empresa FIBEREST, podemos visualizar una silueta circular de color gris el cual representa el revestimiento exterior de la fibra ADSS de 144 hilos que encierra a otras circunferencias de diferentes colores más pequeñas, estas circunferencias son los Buffers, y a su vez estos Buffers encierran otras circunferencias más pequeñas que son los hilos de fibra óptica.

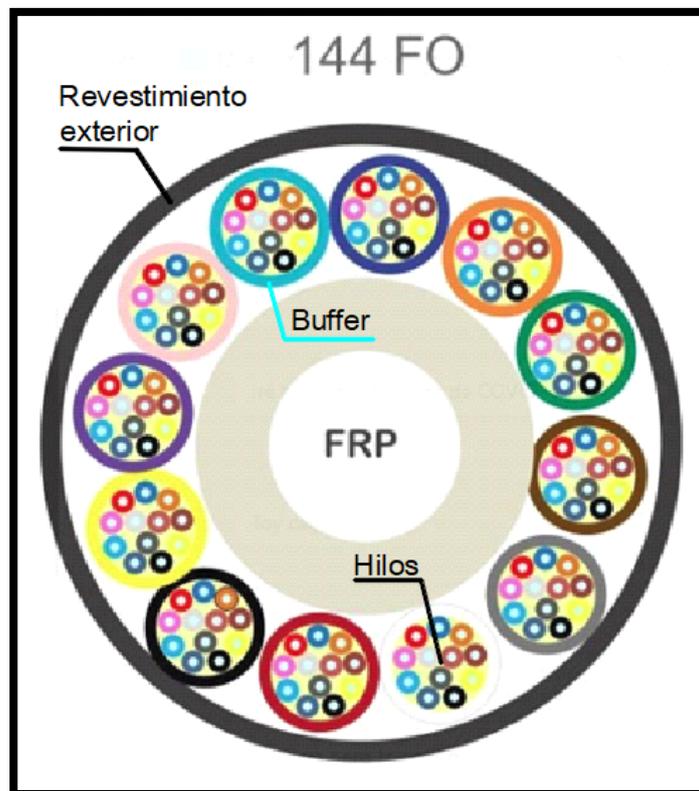


Figura 5. Cable ADSS Dielectrica Multitubo y Buffers
Fuente. Empresa Fiberest

1.2.A) Tipos de fibra

1.2.1.A) Fibra Monomodo

Según Hecht (1999), la fibra en este tipo tiene un núcleo único que permite la propagación de un solo modo de luz de su núcleo. Esto significa que la luz se propaga en línea recta a través del núcleo sin experimentar reflexiones múltiples ni dispersión. Por tal motivo tiene baja atenuación y alta capacidad de ancho de banda, lo que la hace adecuada para aplicaciones de larga distancia y alta velocidad, como las redes de telecomunicaciones de larga distancia hasta de 5 km. Sus aplicaciones serían en:

- Redes de área amplia
- Enlaces de telecomunicaciones
- Sistemas de transmisión de datos de alta velocidad.
- Datos a alta velocidad

1.2.2.A) Fibra Multimodo

Según Hecht (1999), el diámetro del núcleo más grande, permite la propagación de múltiples modos a lo largo del núcleo, lo cual la luz se dispersa y refleja más, provocando distorsiones y atenuaciones a largas distancias, se recomienda distancias cortas.

Sus aplicaciones serían en:

- Redes locales
- Interconexión de equipos
- Sistemas de datos a velocidades moderadas

El uso de estas fibras va depender del precio de equipos, distancia y capacidad a transmitir.

2.A) Divisores ópticos (Splitters): Los divisores ópticos es un componente esencial en FTTH, una sola entrada se divide a varias salidas, como se muestra en la Figura

6, lo cual permite la distribución punto multipunto, con un solo puerto en el OLT puede dar señal a muchas ONT.

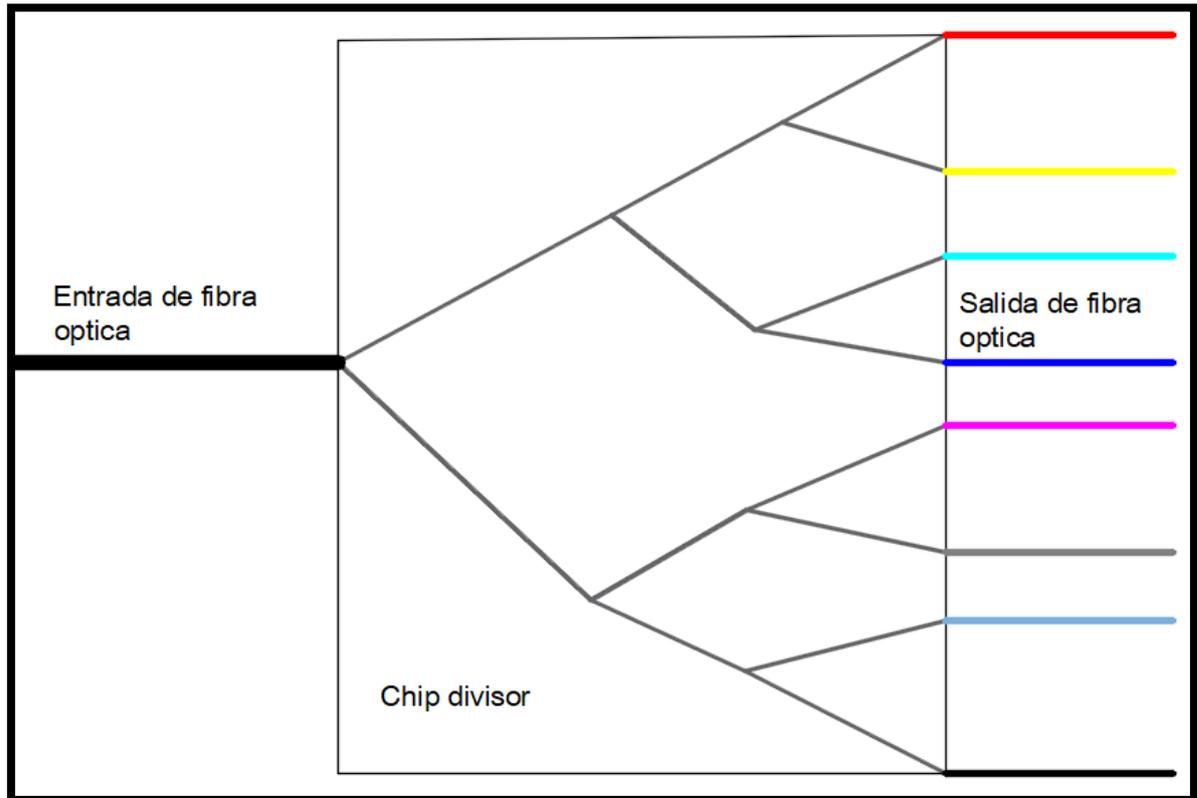


Figura 6. Splitter referencial de 1:8
Fuente. Elaboración propia

Cada material por donde pasa la luz tiene una pérdida de potencia, por eso de acuerdo a la distancia y medio que pasa la luz, la potencia se va atenuando. En este caso, cada divisor va tener una pérdida de acuerdo a la cantidad de salidas. Si el splitter tiene:

- 2 salidas habrá una pérdida de 3.5 dB.
- 4 salidas habrá una pérdida de 7.3 dB.
- 8 salidas habrá una pérdida de 10.5 dB.
- 16 salidas habrá una pérdida de 13.7 dB.
- 32 salidas habrá una pérdida de 16.9 dB.
- 64 salidas habrá una pérdida de 21 dB.

3.A) Conectores y adaptadores: Como muestra la Figura 7 los conectores y adaptadores de fibra óptica se utilizan para conectar y acoplar las fibras ópticas en

los puntos de distribución cómo FAP y en los dispositivos de usuario final, como módems ópticos y ONT (Optical Network Terminal).

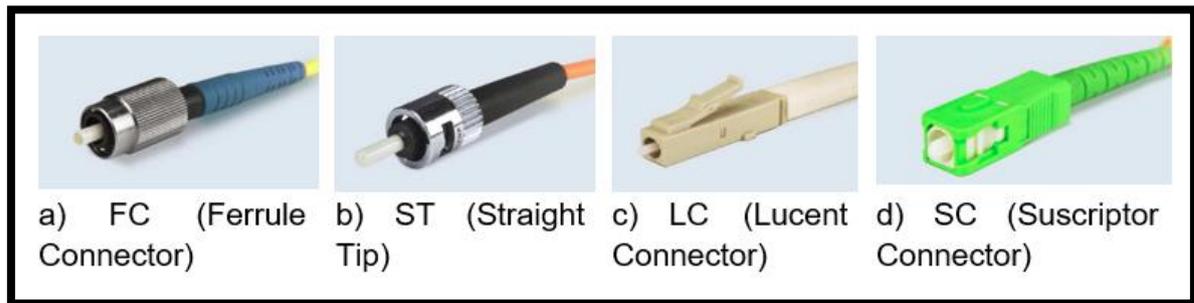


Figura 7. Tipos de conectores
Fuente. Empresa de instrumentación PROMAX

4.A) Tecnología QUICK ODN

Esta tecnología desarrollada por la empresa HUAWEI representa una evolución de las redes FTTH tradicionales, al agilizar significativamente la implementación de la red ODN. Esto se debe a que las cajas de distribución están diseñadas con empalmes realizados en las bandejas internas y puertos preparados. Además, los extremos de los cables están listos para conectarse a los puertos de las cajas, lo que optimiza el proceso. Cabe destacar que estas cajas no requieren alimentación eléctrica para su funcionamiento.

4.1.A) XBOX

Es la caja de distribución principal de una red FTTH ubicada en un nodo. Como muestra la letra "a" en la Figura 8, esta caja se caracteriza por su diseño robusto, rectangular y hermético, diseñado para resistir diversos climas ambientales. En su interior, observamos las bandejas destinadas a los empalmes, como se ilustra en la letra "b" de la Figura 8, cuando la caja XBOX se encuentra abierta. Es importante destacar que esta es la única caja que requiere la realización de empalmes.

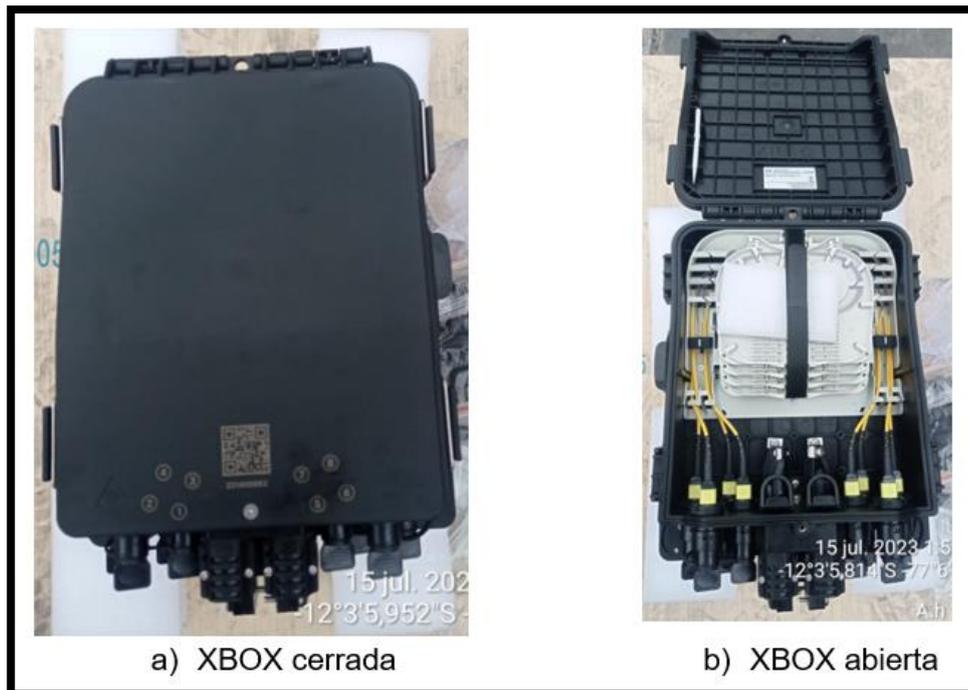


Figura 8. Caja de distribución XBOX
Fuente: Elaboración propia

Como podemos apreciar en la Figura 9, la caja de distribución XBOX tiene los siguientes puertos:

- Tiene 1 puerto de Entrada para el cable ADSS.
- Tiene 1 puerto de Salida para el cable ADSS.
- Tiene 8 puertos de salidas preconectorizadas para distribuir a los HUB BOX.



Figura 9. Puertos del XBOX
Fuente: Elaboración propia

4.2.A) HUB BOX

Esta caja no requiere apertura para realizar empalmes, ya que cuenta con empalmes hechos internamente y sus puertos de salida vienen equipados con conectores listos para su uso. El HUB BOX presenta los siguientes puertos, tal como se muestra en la Figura 10:

- Tiene 1 puerto para la entrada del cable preconectorizado de 12 hilos que viene desde la XBOX.
- Tiene 1 puerto de salida para continuar con la cascada de conexiones entre HUB BOX con cable preconectorizado de 12 hilos.
- Tiene 4 puertos de salida para los FAT con cable preconectorizado de 2 hilos.

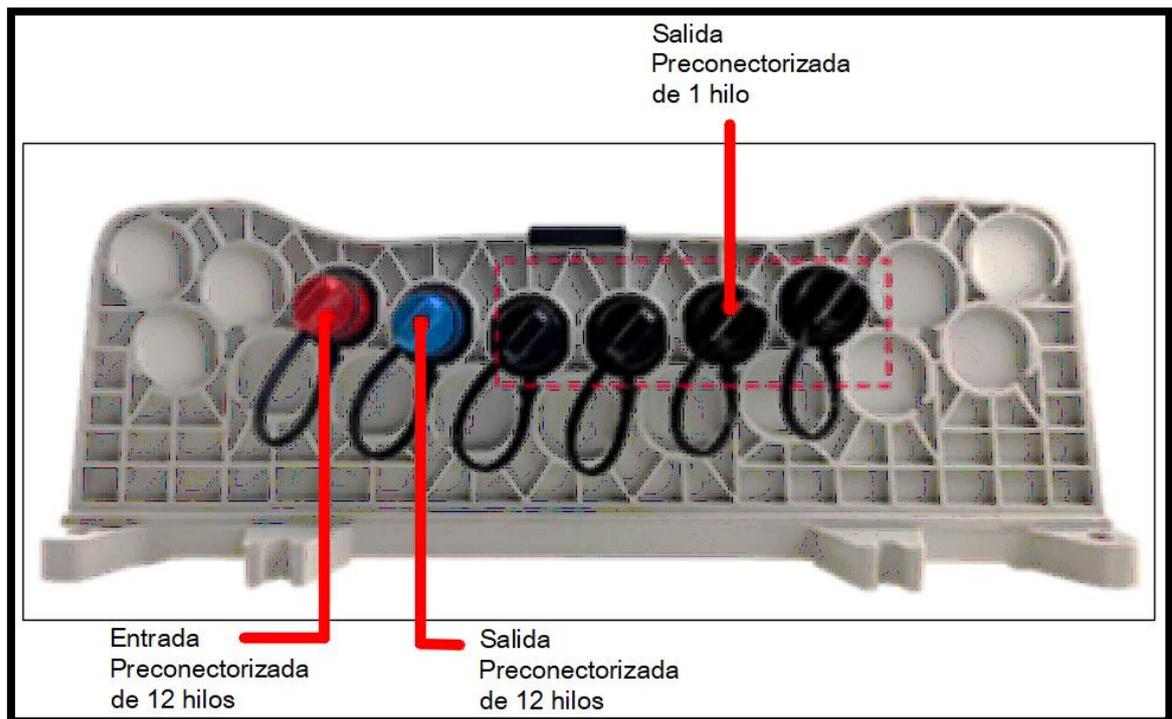


Figura 10. Caja de distribución HUB BOX
Fuente: Huawei (2019)

Cada HUB BOX usa 4 hilos por caja, internamente cada fibra usa un splitter 1:2 balanceado de 50/50 para alimentar a cada salida. Los demás hilos pasan libremente sin splitter como muestra la Figura 11, continuando en la cascada hasta llegar al tercer HUB BOX.

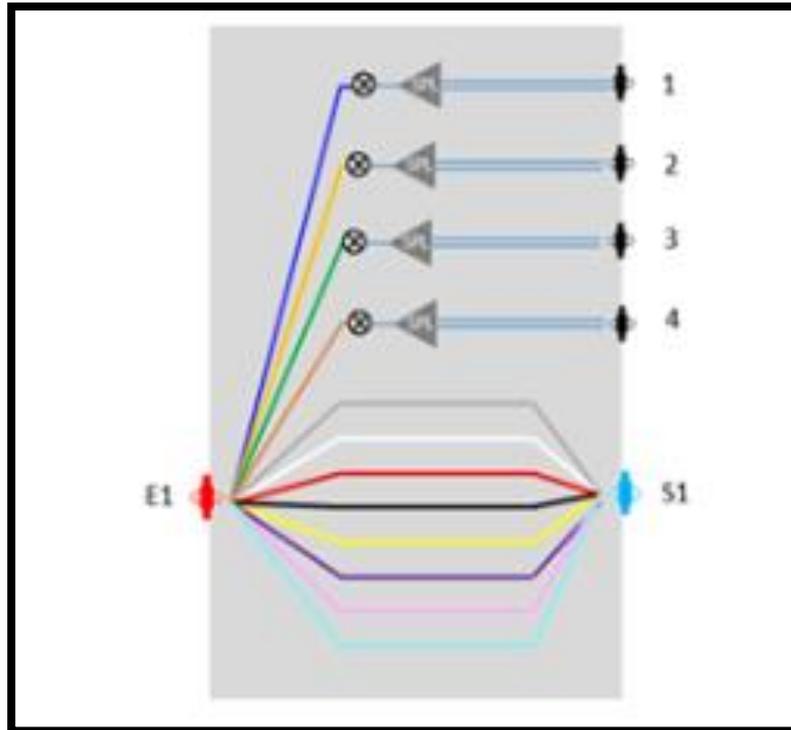


Figura 11. Splitter interno del HUB BOX
Fuente. Huawei (2019)

4.3.A) FAT

Estas cajas de distribución son consideradas cajas de última milla, ya que desempeñan un papel crucial en la distribución del servicio de internet a los hogares de los abonados a través de fibra óptica. Cabe destacar que ninguna de estas cajas requiere empalmes, ya que internamente los hilos de fibra óptica están fusionados a sus respectivos puertos preconectorizados de la caja.

4.3.1.A) SUB BOX

Como se muestra en la Figura 12, la caja tiene 11 puertos los cuales:

- Tiene 1 puerto de entrada con fibra preconectorizada de 2h.
- Tiene 1 puerto de salida con fibra preconectorizada de 2h.
- Tiene 8 puertos para los clientes de última milla.
- Tiene 1 puerto de salida para otra caja de 8 clientes llamado EXPANSIÓN BOX.

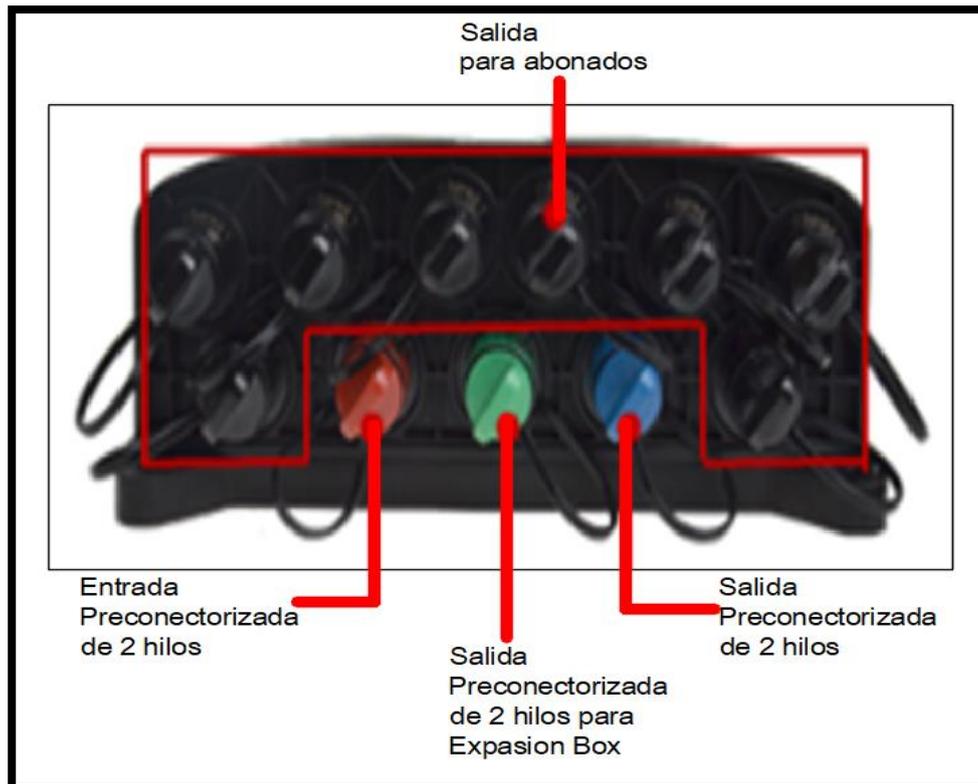


Figura 12. Caja de distribución terminal SUB BOX
Fuente. Huawei (2019)

En la Figura 13 podemos observar que hay 2 splitter:

- El primer splitter desbalanceado de 70/30 es de 1:9 (una entrada y nueve salidas), donde 8 salidas usan el 30% para los abonados y la novena salida usa el 70% para continuar para las siguientes cajas en cascada.
- El segundo splitter desbalanceados de 70/30 es de 1:2 (una entrada y 2 salidas), donde la primera salida usa el 70% para continuar con las siguientes cajas en cascada y la segunda salida usa el 30% para la caja Expansión Box.

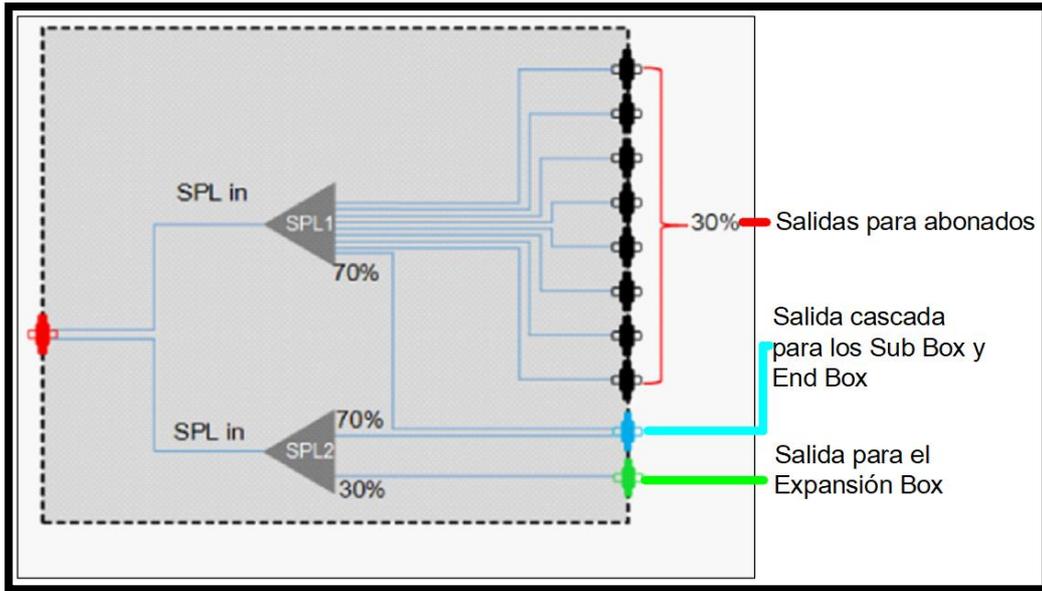


Figura 13. Splitter dentro del SUB BOX
Fuente. Huawei (2019)

4.3.2.A) END BOX

Como muestra la Figura 14, la caja tiene 10 puertos los cuales:

- Tiene 8 puertos para clientes de última milla.
- Tiene 1 puerto entrada.
- Tiene 1 puerto de salida para otra caja de 8 clientes llamado EXPANSIÓN BOX.

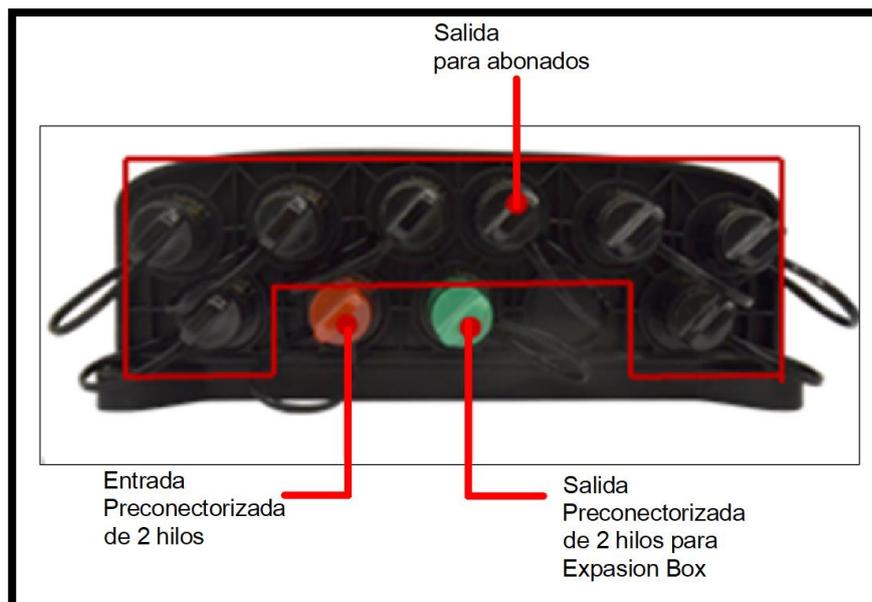


Figura 14. Caja de distribución terminal END BOX
Fuente. Huawei (2019)

Como podemos apreciar en la Figura 15, tiene un splitter balanceado 1:8 para los 8 puertos de salidas de clientes de última milla, y una salida para la caja de EXPANSIÓN BOX.

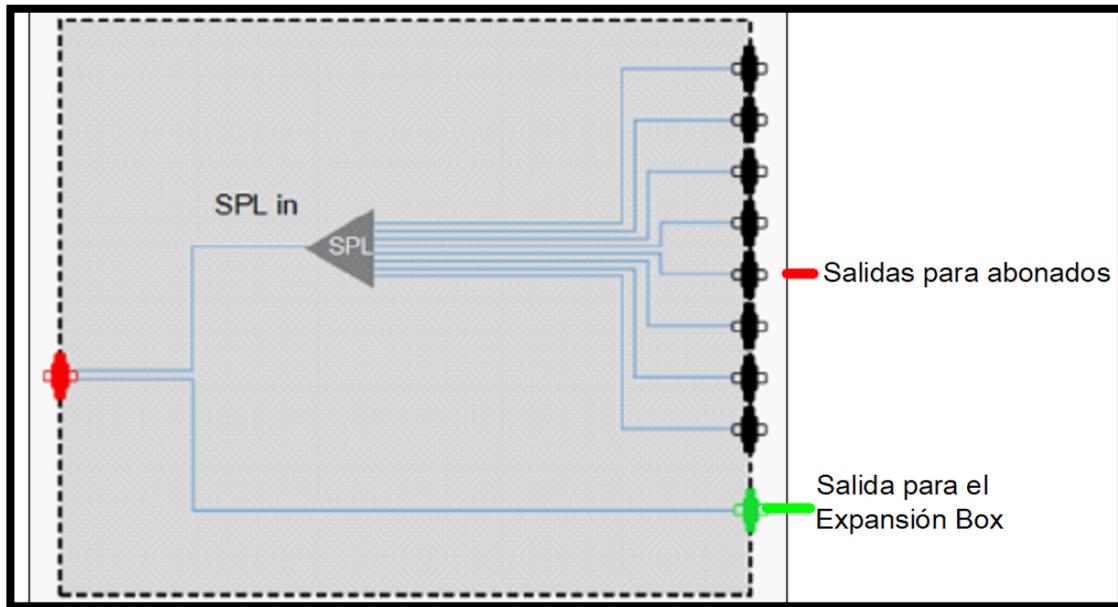


Figura 15. Splitter dentro del END BOX
Fuente. Huawei (2019)

4.3.3.A) EXPANSION BOX

Como se muestra la Figura 16, la caja tiene 9 puertos:

- Tiene 8 puertos de salida para clientes de última milla.
- Tiene 1 puerto de entrada.

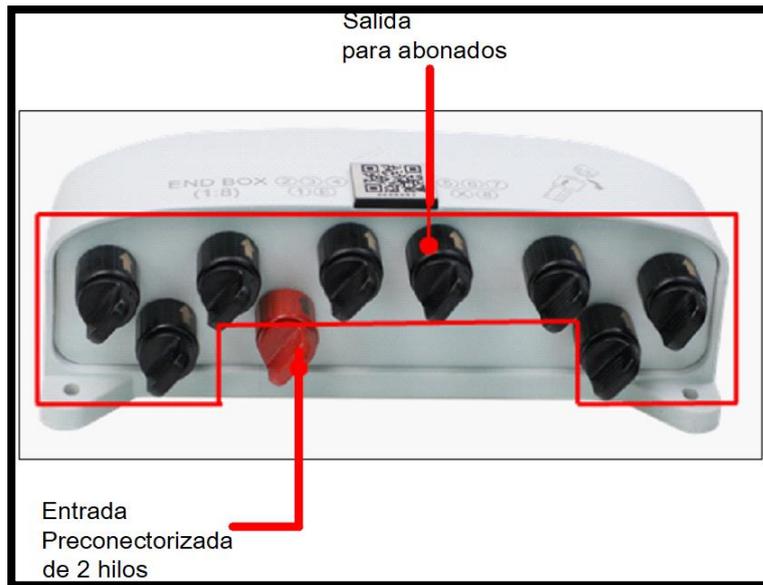


Figura 16. Caja de distribución terminal EXPANSION BOX
Fuente. Huawei (2019)

La presente caja tiene un splitter balanceado de 1:8 (una entrada y 8 salidas) como se muestra en la Figura 17.

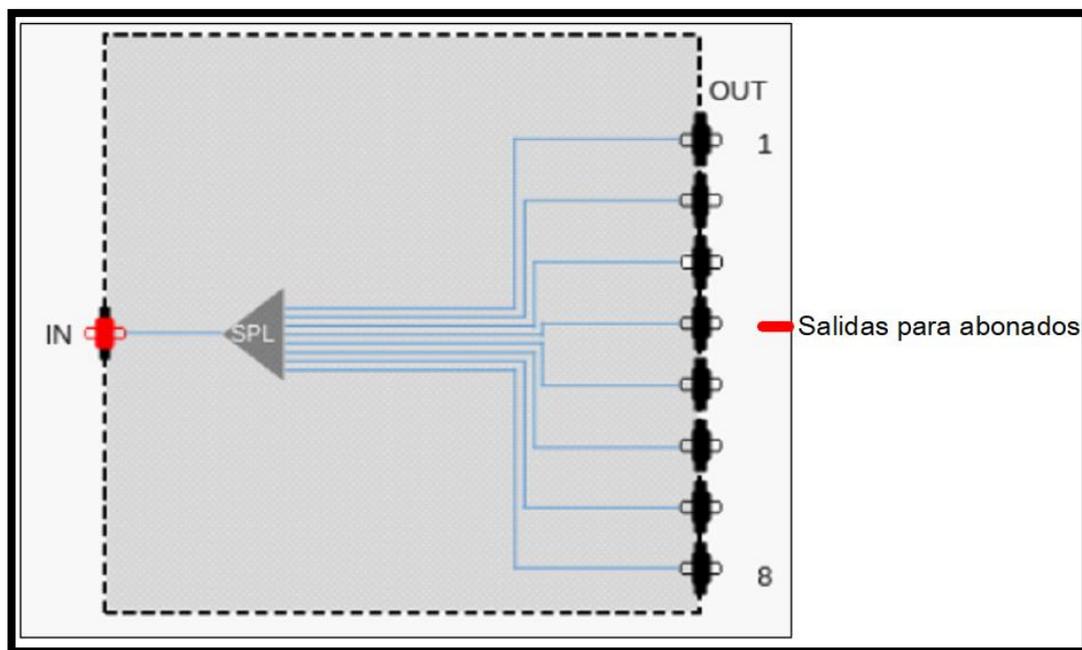


Figura 17. Splitter en EXPANSIÓN BOX
Fuente. Huawei (2019)

4.4.A) CABLES PRECONECTORIZADO

Como se muestra en la Figura 18, estos cables de fibra óptica ya vienen con los conectores ya hechos y se pueden conectar fácilmente a las cajas de terminales óptica.

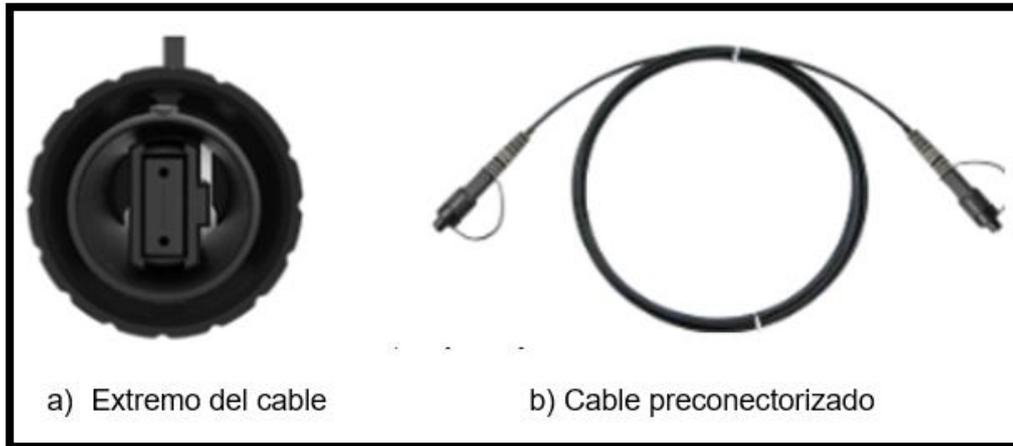


Figura 18. Cable preconectorizado
Fuente. Huawei (2019)

B) ELEMENTOS ACTIVOS

Los elementos activos de una red GPON son componentes que requieren energía eléctrica para funcionar y desempeñan un papel crucial en la gestión y entrega de servicios en una red de fibra óptica GPON. (Keiser, 2006)

1.B) OLT (Optical Line Terminal)

La OLT es el punto de inicio de la red GPON y este dispositivo se encuentra en la central de telecomunicaciones. Es responsable de enviar y recibir señales ópticas hacia y desde los usuarios finales a través de la red de fibra óptica. La OLT que se muestra en la Figura 19, es un equipo electrónico que gestiona y controla la red GPON, asigna ancho de banda a los usuarios y proporciona servicios como acceso a Internet, telefonía y televisión.



Figura 19. OLT Ubiquiti Eight-port GPON Optical
Fuente: FIBERINSTRUMENTSALES

2.B) ONT/ONU (Optical Network Terminal/Unit)

Las ONT u ONU son dispositivos electrónicos ubicados en los hogares u oficinas de los usuarios finales. Las ONU reciben la señal óptica y la convierten en señales eléctricas. La Figura 20 es la ONU EG8145V5 de HUAWEI, el cual se instala en los hogares de los abonados, y según su DATA SHEET que está en el Anexo 5, la potencia mínima que debe recibir es de -27 dbm, si recibe menos de habría fallas como latencia, perdida de datos e inclusive no contar con internet.



Figura 20. ONT/ONU
Fuente: Elaboración propia.

2.2.4 Normativas y estándares

Los estándares técnicos aprobados por la ITU-T (Telecomunicaciones de la UIT), para garantizar la interoperabilidad de todos los equipos, todos los fabricantes deben seguir estas normas para implementar una red FTTH.

La norma ITU-T G.984.x son un conjunto de recomendaciones para diseñar y certificar una red GPON, además proporciona un criterio amplio que busca optimizar los recursos como elementos pasivos, además de proyectar diseños ideales para evitar trabajos después de la construcción. G.984.1: Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Características generales (2008).

A) Estándar ITU-T G.984.1

G.984.1 se centra en definir los requisitos generales y las características fundamentales de las redes G-PON. Esto incluye aspectos como la velocidad de transmisión de datos, la modulación, la multiplexación en el tiempo y la arquitectura general de las redes G-PON. En resumen, G.984.1 establece los fundamentos técnicos para implementar y operar redes de fibra óptica pasiva capaces de proporcionar servicios de comunicación de alta velocidad a los usuarios finales G.984.1: Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Características generales (2008).

B) Estándar ITU-T G.984.2

G.984.2 se enfoca en definir las características y requisitos específicos para la capa física y de enlace de datos en redes G-PON. Esto incluye detalles sobre la modulación, tasas de transmisión de datos, capacidad de canal y otras especificaciones técnicas esenciales para la transmisión de datos a través de la infraestructura de fibra óptica en una red G-PON. En resumen, G.984.2 se ocupa de cómo se establece y se asegura la comunicación de datos en una red G-PON. G.984.2: Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la capa dependiente de los medios físicos (2019).

C) Estándar ITU-T G.984.3

G.984.3 se enfoca en definir las especificaciones técnicas para la capa de convergencia del protocolo en redes G-PON. Esta capa es responsable de la gestión de múltiples servicios, como acceso a Internet, telefonía y televisión, en una red G-PON. En resumen, G.984.3 se ocupa de cómo los diferentes servicios se gestionan y transmiten a través de la infraestructura de fibra óptica en una red G-PON. G.984.3: Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la capa de convergencia de transmisión (2014).

D) Estándar ITU-T G.984.4

G.984.4 se centra en definir las especificaciones técnicas para la capa de administración y control de calidad de servicio en redes G-PON. Esta capa es esencial para gestionar y garantizar la calidad de los servicios, como el acceso a Internet de alta velocidad y otros servicios de comunicación, en una red G-PON. En resumen, G.984.4 se ocupa de cómo se administra y controla la calidad de los servicios en una red G-PON para garantizar un rendimiento óptimo. G.984.4: Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la interfaz de control y gestión de la terminación de red óptica (2008).

E) Estándar ITU-T G.984.5

G.984.5 se centra en definir las especificaciones técnicas para la interconexión de redes G-PON con otras redes y sistemas de telecomunicaciones. Esto incluye la interoperabilidad y las interfaces entre redes G-PON y otros tipos de redes, lo que permite la integración eficiente de servicios en el ámbito de las telecomunicaciones. En resumen, G.984.5 se ocupa de cómo las redes G-PON se conectan y se comunican con otros sistemas y redes de telecomunicaciones. G.984.5: Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Banda de ampliación (2022).

F) Estándar ITU-T G.984.6

G.984.6 se enfoca en definir las especificaciones técnicas para la protección de servicios de comunicación en redes G-PON. Esto implica establecer mecanismos

y procedimientos para garantizar la continuidad y la disponibilidad de los servicios, incluso en situaciones de fallos o interrupciones en la red. En resumen, G.984.6 se ocupa de cómo se protegen y aseguran los servicios de comunicación en una red G-PON. G.984.6: Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabit (GPON): Extensión del alcance (2008).

2.2.5 GPON

Permite la transmisión de datos a velocidades de gigabit y es ampliamente utilizado para brindar servicios múltiples para proporcionar servicios de Internet de alta velocidad, televisión por cable y telefonía en redes de telecomunicaciones.

Según el documento de la ITU G.984.1 : Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Características generales (2008), el cual da especificaciones en la ingeniería G-PON. Tiene una capacidad de transmisión de bajada o DOWNSTREAM de 2,5 Gbps y 1,25 Gbps de subida o UPSTREAM de ancho de banda para una conexión estable, lo cual permite una conexión estable y entrega de servicio de calidad.

Los elementos que conforman una RED GPON son como se muestran en la Figura 21. Se puede apreciar la OLT (Optical Line Terminal), ODN (Optical Distribution Network) ubicados en el SITE, la RED ODN y la ONU (Optical Network Unit).

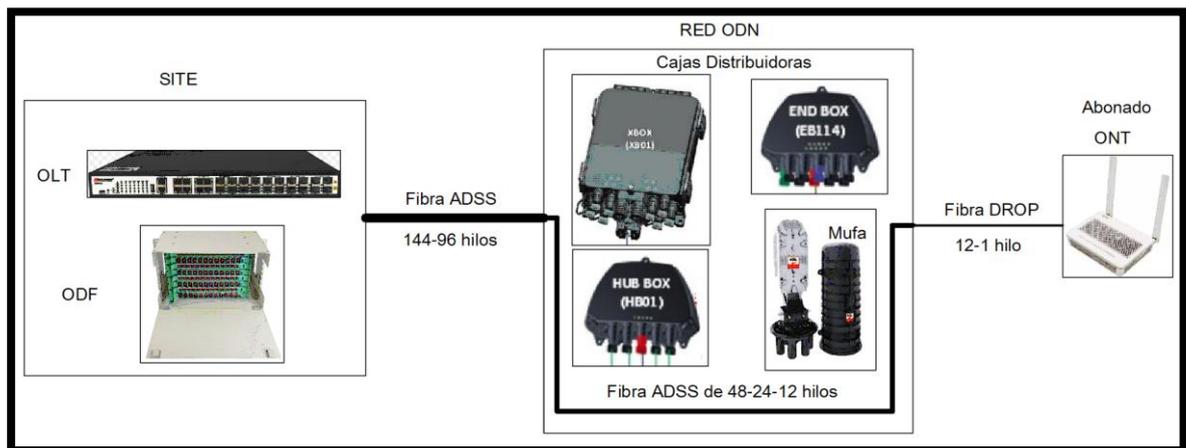


Figura 21. Red GPON de FTTH
Fuente. Elaboración propia

Esta tecnología utiliza técnicas de multiplexación para compartir el ancho de banda entre múltiples usuarios de manera eficiente, lo que permite un uso óptimo de la capacidad de la red. GPON adopta la tecnología de Multiplexación por División de Longitud de Onda (WDM), facilitando la comunicación bidireccional (ascendente y descendente) entre el SITE y ONT sobre un solo hilo de fibra con las longitudes de onda 1310, 1490 y 1550, como muestra en la Figura 22.

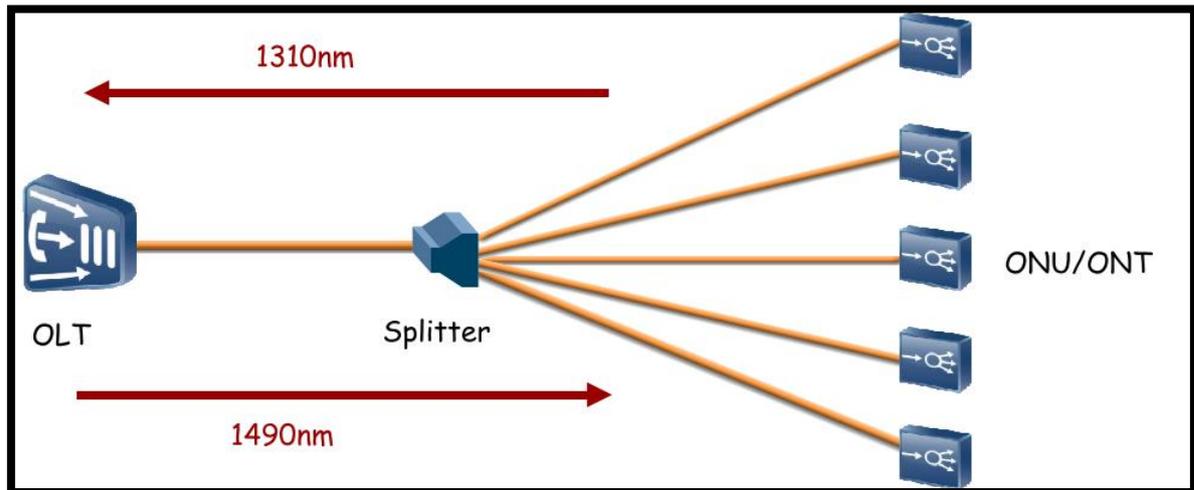


Figura 22. Multiplexación de datos
Fuente. Huawei (2019)

Para separar señales de subida y bajada de múltiples usuarios sobre una sola fibra, GPON adopta dos mecanismos para evitar interferencias entre ambos canales se utilizan dos longitudes de onda diferentes en superposición por medio de la Multiplexación por división de ancho de onda (WDM). El splitter se encargará de separar después las dos señales.

A) Canal descendente (OLT → ONU)

En sentido descendente (DOWNSTREAM), los paquetes de datos se transmiten de manera de punto a multipunto. Donde la OLT se comunicará con todas los ONU, repartiendo la información que le corresponde a cada ONU, como se muestra en la Figura 23.

Se utiliza la multiplexación en el tiempo (TDMA) para repartir la información en diferentes intervalos de tiempo asignados a cada ONU. Se organiza el mensaje en tramas en intervalos de tiempo fijos dentro de la trama a cada canal de entrada. En el momento de recibir los datos estos solo serán capturados por el usuario que tenga la dirección indicada en la cabecera de la trama. Cuando todos los usuarios han recibido su primera trama de información se inicia de nuevo el ciclo con la siguiente trama para el usuario que ocupa el primer canal.

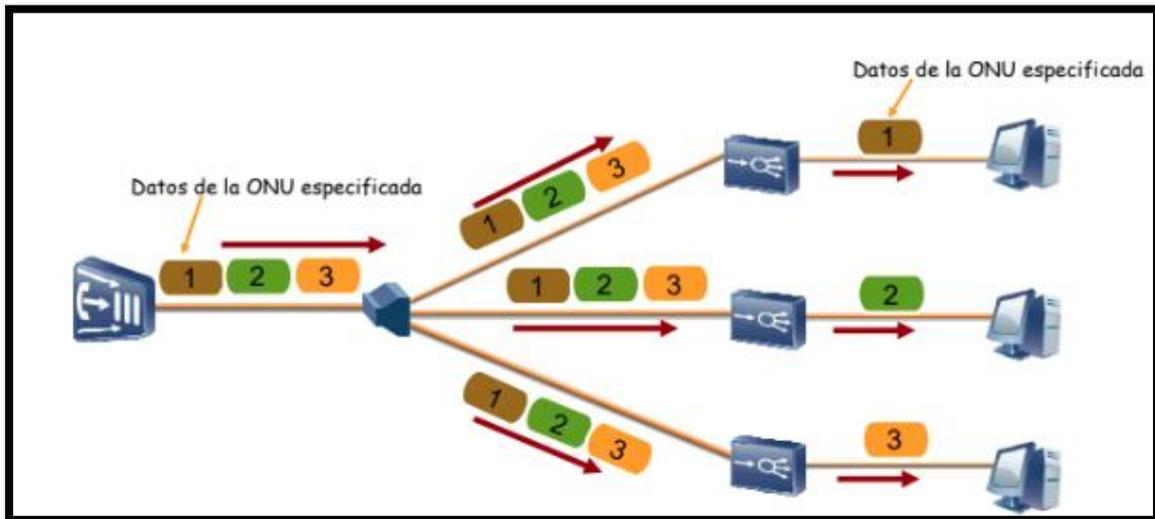


Figura 23. Principio de bajada
Fuente. Huawei (2019)

B) Canal ascendente (ONU → OLT)

Y en sentido ascendente (UPSTREAM), los paquetes de datos se transmiten de manera punto a punto. Donde las ONU de los usuarios se comunicará con la OLT y se realiza la multiplexación en el tiempo (TDMA) que permite compartir un canal de transmisión entre varios usuarios, como se muestra la Figura 24.

Se asigna a cada usuario todo el ancho de banda durante pequeños periodos de tiempo de forma alternada. Cada usuario podrá transmitir su información por medio de la ONU en diferentes instantes de tiempo que serán controlados por la OLT. Es necesaria una señal de referencia de sincronismo para determinar los tiempos asignados a cada usuario.

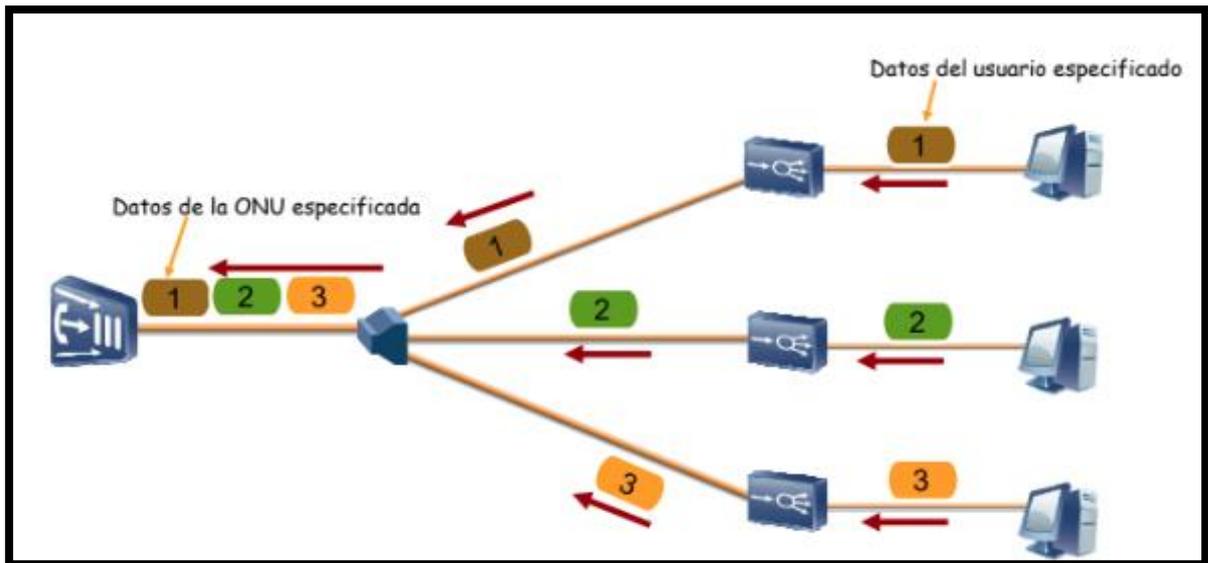


Figura 24. Principio de subida
Fuente. Huawei (2019)

Además, las redes GPON pueden ofrecer servicios a largas distancias, lo que las hace adecuadas para redes metropolitanas y redes de área amplia.

2.2.9 Equipos de Medición

Son equipos que certifican la calidad de red, esto quiere decir que las mediciones sean las requeridas y se encuentren en los márgenes correctos. INCOM (2011).

A) OTDR "Optical Time Domain Reflectometer"

Detecta pérdidas de luz en la fibra óptica, ocasionados por impurezas, reflexiones, atenuaciones. Se inyecta pulsos de luz a través del diodo laser que tiene el equipo. Todas esas pérdidas se registran en el equipo para analizarla, digitaliza y lo representa en forma de gráfico llamada "traza".

Los parámetros que se van a ajustando en el equipo son la distancia, pulsos y duración. Donde la primera es el metraje total, la segunda el rango del pulso (a más distancia más largo el pulso) y la última es el tiempo en procesar el trazo (más tiempo más definido). Según el data sheet el OTDR puede recibir potencia desde 28 dbm hasta -50 dbm en la frecuencia 1550 nm y desde 18 dbm hasta -65 dbm en la frecuencia de 1490 nm.

Estos equipos ya vienen con dos extensiones, estas aplicaciones son el OLTS y IOLM.

1.A) OLTS “Optical Loss Test Set”

Equipo de alta precisión y cuantifica en la fibra óptica medida las pérdidas totales. Este equipo mide la eficiencia de la transmisión de luz, envía pulsos de luz en diferentes longitudes de onda. Mide potencia. Y genera informes que certifican el enlace de fibra.

2.A) IOLM

En un software que optimiza el tiempo y las pruebas para hacer mediciones precisas. El sistema IOLM convierte complejas mediciones de OTDR a un formato simple fácil de leer, por medio de la tecnología Link-aware.

B) OPM “Optical Power Meter”

Es un pequeño Dispositivo electrónico que mide de la potencia en un puerto de salida. Para fibras monomodos se miden en frecuencias 1310 nm y 1550 nm, para fibras multimodos es 850nm y 1300nm. El rango de medición va depender del fabricante del producto. Según el data sheet, el equipo como muestra el Anexo 6, el rango de potencia que puede recibir es de 10 hasta -70 db.

2.3 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

- Abonado: Persona quien firma un contrato con un proveedor de servicios de telecomunicaciones, para tener servicios de internet.(«Derechos y obligaciones de los abonados, clientes y usuarios - Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones», 2019)
- ANSI: El Instituto Nacional Estadounidense de Estándares es una organización privada sin fines de lucro que administra y coordina el sistema de evaluación de la conformidad y estándares voluntarios de los Estados Unidos. (*ANSI Introduction*, 1918)
- OLT (Terminal de línea óptica): Equipo donde se implementan el control, la gestión y el alcance. (Keiser, 2006)

- ONU-ONT (Unidad de red óptica): Equipo que recibe la señal óptica y convierte en eléctrica. Keiser, (2006)
- ODN (Óptica Distribution Network): Es el canal físico que une la OLT y ONU. Es la parte de la infraestructura de fibra óptica que se encarga de distribuir la señal óptica desde la central de telecomunicaciones (OLT) hasta los usuarios finales, donde se ubican las ONU. Lam (2007)
- Planta externa. Infraestructura diseñada en el exterior. (*Optronics Venta de Las Telecomunicaciones y Fibra Óptica En México, 2022*)
- ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones. (*El UIT-T en breve, 1932*)
- Ancho de banda: Es la cantidad de datos que se puede transmitir en un periodo de tiempo de un punto a otro por un canal transmisión a través de una red. CISCO (2018)
- Velocidad de transmisión: Es la rapidez de datos transmitidos en un medio en un medio de transmisión. Lam (2007)
- HFC: Sus siglas en ingles Hybrid fiber coaxial, tecnología en las telecomunicaciones que une la fibra optica y cable coaxial para la transmisión de datos. Large & Farmer (2009)

CAPITULO 3. DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED FTTH CON TECNOLOGÍA QUICK ODN EN YANACANCHA-PASCO, 2023.

En este capítulo detallaremos como se realizó el diseño, implementación y validación de la red FTTH del nodo PAYN013-F en el asentamiento humano TECHO PROPIO en Yanacancha-Pasco, para dar un servicio de calidad a los pobladores que están en el área de cobertura con lo último de tecnología que ofrece HUAWEI en redes FTTH.

El modelo de solución se agrupa en 3 etapas: Análisis e ingeniería de diseño, implementación de red en planta externa y validación de la red FTTH .

3.1. Determinación y análisis del problema

Las grandes empresas de telecomunicaciones por temas retribución o recuperación del dinero invertido en la implementación de redes FTTH, suelen implementar su tecnología en la capital o ciudades donde se encuentra la mayor cantidad de usuarios, olvidando sectores como asentamientos humanos, pueblos jóvenes o centros poblados alejados de las ciudades. Este es el caso del asentamiento humano Techo Propio de Yanacancha Pasco, el cual se verificó que los pobladores contaban con señal de internet satelital el cual da acceso a internet a bajas velocidades, lo cual podemos afirmar con la encuesta de Osiptel (2020), donde se confirma que un pequeño porcentaje tenía velocidad mínima aceptada y esto era por la ausencia de redes FTTH, el cual brinda altas velocidades.

En tal sentido las personas necesitan internet, pero de calidad, para realizar diversas actividades, como estudiar, trabajar, entretenimiento, interacción social, realizar transacciones bancarias etc. Algunas de estas actividades requieren gran ancho de banda y velocidad de transmisión de datos, pero las tecnologías de HFC o antenas parabólicas no brindan esta calidad. Por tal motivo la implementación de redes con fibra óptica es una solución para que el pueblo y sus pobladores no tengan carencias en economía, salud y educación.

3.2 Modelo de solución propuesto:

Como mostramos en el siguiente flujograma en la Figura 25, se está agrupando las etapas Análisis e ingeniería del diseño de la red FTTH, implementación de red en planta externa y validación de la red FTTH.

La primera etapa abarca el levantamiento de información para luego realizar un diseño propuesto, y una vez aprobado se realiza los expedientes municipales y eléctricos.

La segunda etapa llamada Implementación de red en planta externa, inicia son temas con seguridad a la población y personal técnico que se dará a lo largo de la implementación del proyecto, luego sigue despliegue de la red que abarca la logística de materiales, realización de obras civiles e instalación de la red FTTH y para culminar esta segunda etapa, se registra la información como fotografías de material, infraestructura instalada y mediciones de potencia.

En la tercera etapa es la validación de la red FTTH donde se revisa reportes fotográficos de infraestructura instalada, corroboración de los materiales usados en campo y mediciones de potencia. Una vez revisado, se da como finalizado el proyecto.

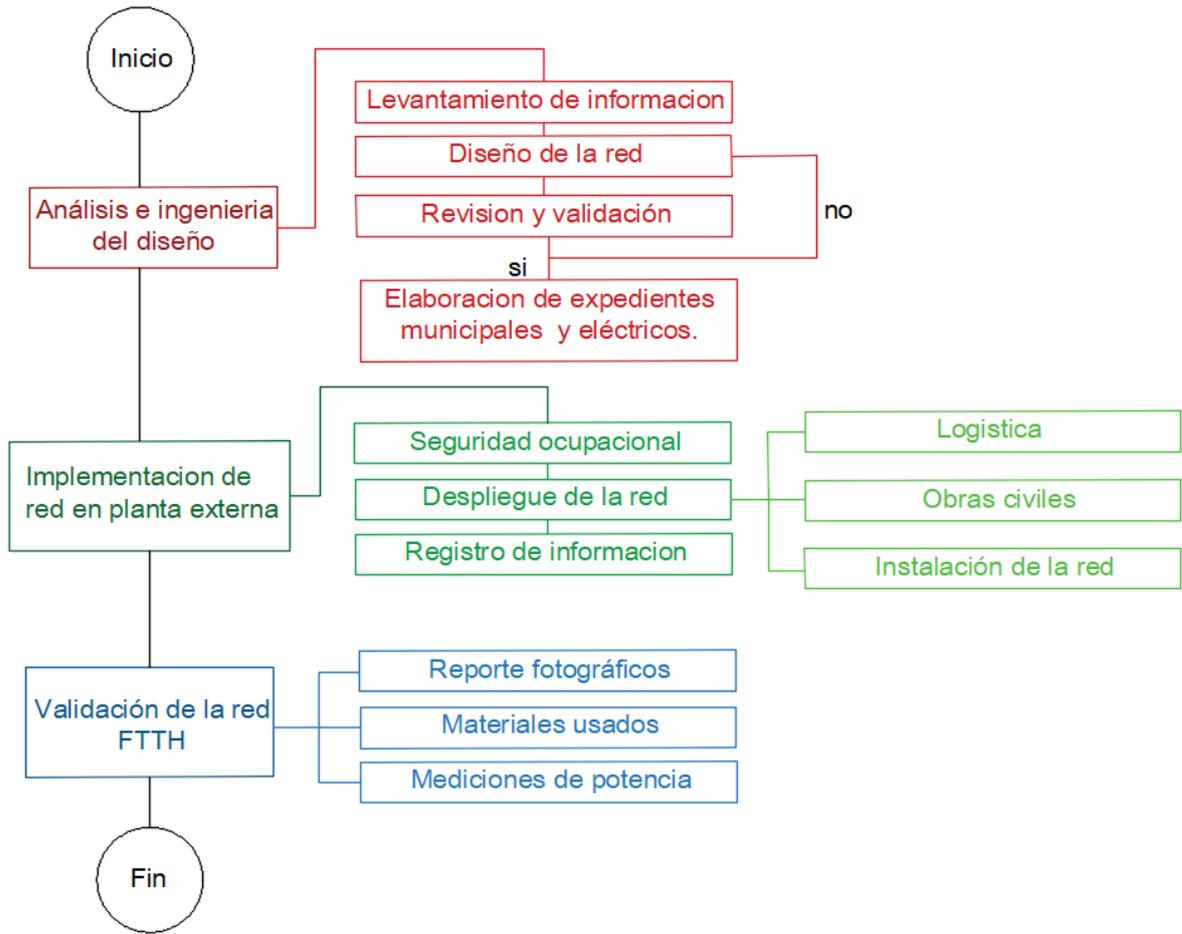


Figura 25. Flujograma del proyecto
Fuente. Elaboración propia

3.2.1 Análisis e ingeniería de diseño

Se divide en 4 etapas:

A) Levantamiento de información

En esta primera etapa, personal del área técnica va a campo y de acuerdo a la cobertura deseada se registra información como: número de casas y negocios, postes eléctricos e infraestructura en ellos, distancia entre postes, nombre de calles y avenidas, líneas de media tensión y avisos importantes para tener en cuenta durante el diseño de la red FTTH. La cobertura es el área encerrada de color azul como se muestra en la Figura 26, la cual se desea implementar y aproximadamente tiene un área de 610000 m².



Figura 26. Cobertura total
Fuente. Elaboración propia

Una vez en campo, los técnicos registran toda la información necesaria como:

- Datos de postes eléctricos como: altura, códigos e infraestructura en ellos.
- Distancia lineal entre postes existentes tomados y proyectados.
- Cantidad de casas y negocios.
- Catastros georreferenciados con datos actualizados de nombre de avenidas, calles, jirones, pasajes, además de numeración de casas, lotes, manzanas.

Después de tener toda la información de la cobertura total, esta divide en áreas más pequeñas los cuales se llamarán NODO, cada uno con diferente nombre y son los siguientes como se muestra en la Figura 27.

- Nodo PAYN010-F: color celeste
- Nodo PAYN011-F: color rosado
- Nodo PAYN012-F: color amarillo
- Nodo PAYN013-F: color negro
- Nodo PAYN014-F: color verde



Figura 27. Nodos del área cobertura total
Fuente. Elaboración propia

En el presente informe nos enfocaremos en el nodo PAYN013-F, pero para mayor entendimiento, se explicará la red troncal que inicia desde SITE, para luego alimentar a los 5 nodos.

De acuerdo a la visita en campo, el plano del nodo PAYN013-F que se muestra en la Figura 28, se muestra todos los datos necesarios como postes, sus tipos y las distancias entre ellas, calles, número de abonados (HP) de negocios o familias por casas, líneas de media tensión y transformadores de alta tensión.

Los ítems usados en el plano de la Figura 28, se muestran y se detallan en la Figura 29.

| LEYENDA | | |
|---------|--|---|
| 01 |  ELC /V/S/C CON TRANSFORMADOR MEDIA TENSION REAL H=13m/300 CON PASTORAL | Poste de media tensión |
| 02 |  ELC /V/S/C REAL H=9m/300 | Poste de baja tensión |
| 03 |  AMOV /V/S/C | Poste proyectado |
| 04 |  | Limite del area |
| 05 |  | Linea de red de media tension |
| 06 |  | Linea de numero de abonados |
| 07 |  | Linea de distancia entre postes |
| 08 | S/N 2R | Correlativo de casa Numero de familias |
| 09 |  | Cantidad de abonado y negocios |
| 10 | AV. BOLIVAR JR.LOS PINOS | Nombre de calles y avenidas |

Figura 29. Leyenda del plano de información en campo
Fuente. Elaboración propia

Cada ítem representa:

- Ítem 1 y 2: Se refiere a postes eléctricos e indica el terreno donde está ubicado (V: vereda, C: concreto y T: tierra), altura (9m, 11m y 13m), código e infraestructura en ellos (transformadores, sifones, pastoral, cables de media tensión).

- Ítem 3: Postes propios proyectados de América móvil. Se proyectan de acuerdo al requerimiento como inexistencia de postes o postes en mal estado.
- Ítem 4: Limite del área de cobertura por cada nodo.
- Ítem 5: Indica los cables existentes de media tensión.
- Ítem 6: Indica la ubicación de posibles abonados y los une en grupos de 16 HP en un poste.
- Ítem 7: Son las distancias que hay entre postes, ya sean proyectados o existentes.
- Ítem 8: Indican la numeración de la casa y cuantas familias viven en ella.
- Ítem 9: El circulo verde indica la cantidad de familias y el triángulo la cantidad de negocios, estos van ubicados con el ítem 6.
- Ítem 10: Son nombres de las calles, avenidas, jirones, etc.

B) Diseño de la red PAYN013-F

Abarca los diseños en AutoCAD de la Troncal 03, Unilineal del nodo y Diagrama Unifilar del nodo.

1.B) Diseño Troncal 03

Como podemos observar la Figura 30, la línea azul representa el troncal número 03, el cual es fibra óptica ADSS de 144 hilos, inicia desde el SITE, el cual está representado con una casa verde y se llama HUB CHAUPIMARCA PASCO. La fibra ADSS atraviesa los 5 nodos, los cuales están representados en áreas más pequeñas y diferentes colores.

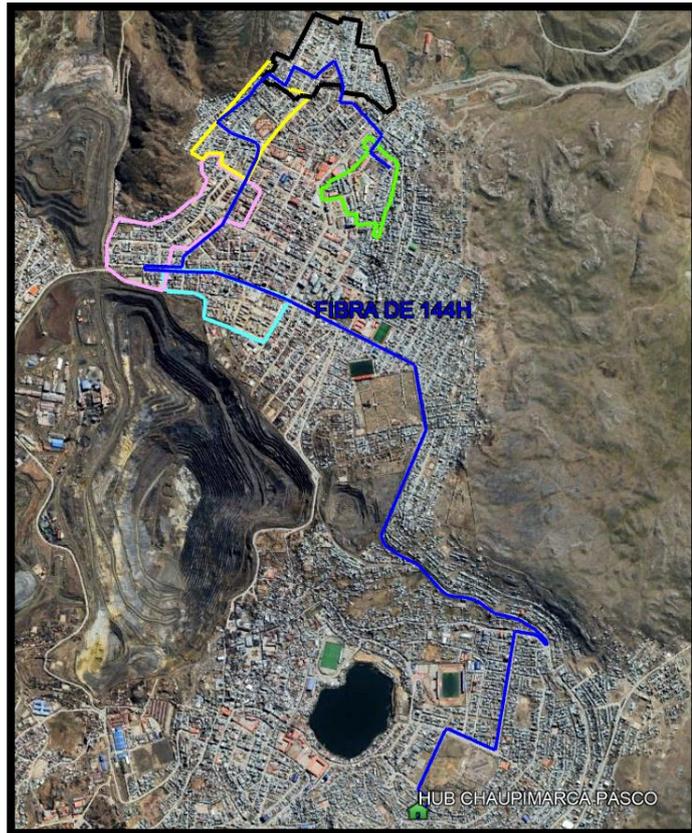


Figura 30. Fibra de ADSS de 144 hilos de la troncal 03
Fuente. Elaboración propia

En este diseño de la troncal, a cada nodo se le asigna 1 BUFFER de la ADSS, el cual tiene 12 hilos. Por lo tanto, la asignación de hilos por nodo quedaría de la siguiente manera:

- PAYN010-F:504 HP y se le asigna el Buffer 04 e hilos 36-47.
- PAYN011-F:750 HP y se le asigna el Buffer 05 e hilos 48-59.
- PAYN012-F:750 HP y se le asigna el Buffer 06 e hilos 60-72.
- PAYN013-F:700 HP y se le asigna el Buffer 07 e hilos 73-84.
- PAYN014-F:228 HP y se le asigna el Buffer 08 e hilos 85-96.

2.B) Diseño Unilineal del nodo PAYN013-F

Con la información en campo y asignación de hilos por cada nodo, ya se podría realizar el diseño propuesto para PAYN013-F, proyectando la infraestructura de la red FTTH. De acuerdo con la información en campo, todos los postes son usables

y las calles están aptas para el tendido de fibra óptica, pero los postes con infraestructura como transformadores, no se pueden usar, por tal motivo se proyectarán postes. Las ubicaciones de postes con transformadores se muestran en la Figura 31.



Figura 31. Postes con transformadores en nodo PAYN013-F
Fuente. Elaboración propia

También se proyectan 33 postes para poder llegar a cubrir el área del plano PAYN013-F. Como muestra la Figura 32 los círculos rojos son los postes proyectados.

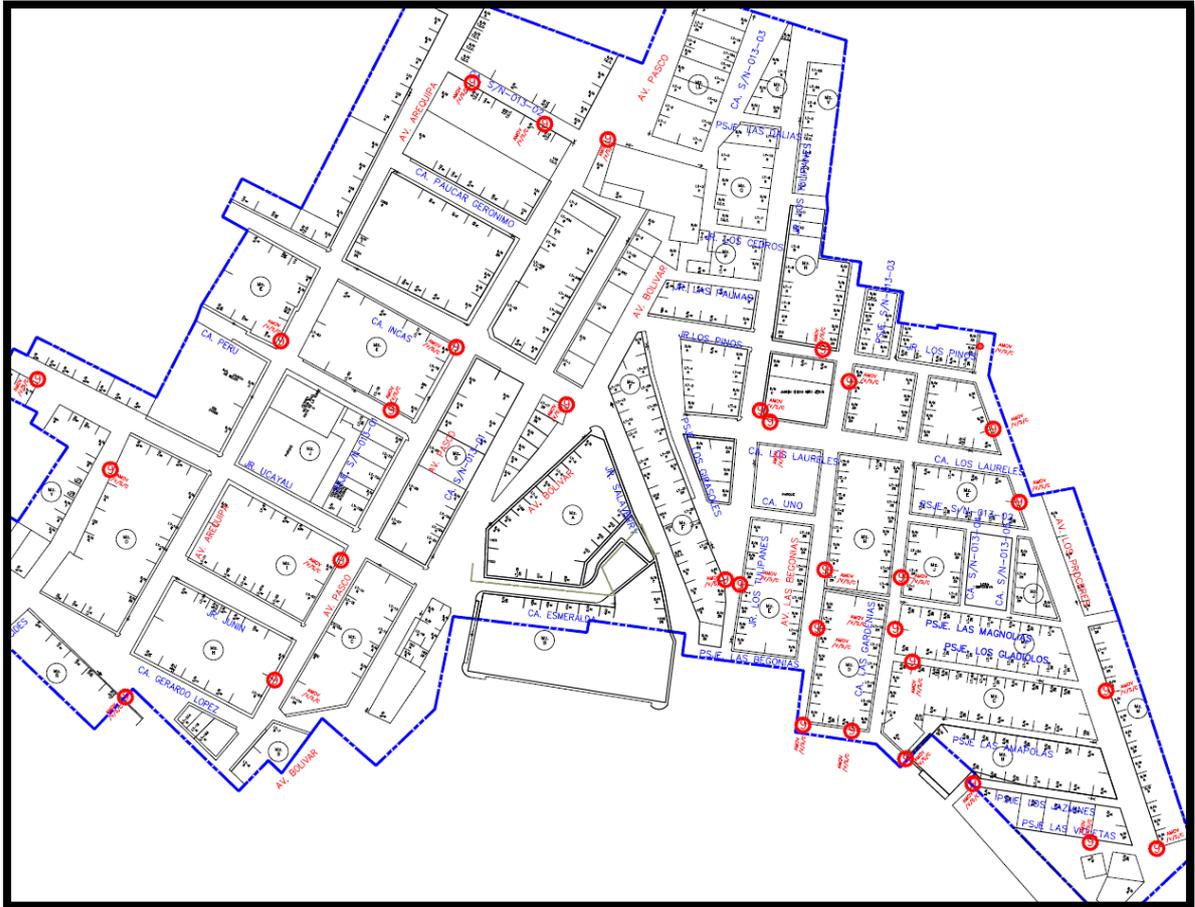


Figura 32. Postes con transformadores en nodo PAYN013-F
Fuente. Elaboración propia

2.1.B) Cálculos de la cantidad de cajas distribuidoras y Potencia en FAT.

Antes de iniciar un diseño de cada Nodo, se calcula la cantidad de HUB BOX y FAT (SUB BOX y END BOX) que se necesitará, además estos datos nos servirán más adelante para realizar una lista de materiales. Para el diseño del nodo PAYN013-F, los abonados que se necesitan cubrir son 700 HP. En la implementación se cubrirá el 50% del total de HP, pero en cálculos se toma el 100% de HP.

2.1.1.B) Cantidad de cajas FAT

Para obtener el número de FAT (SUB BOX y END BOX) dividimos 700 HP el cual es la “cantidad de HP en total del nodo PAYN013-F” y 16 el cual es la “cantidad de puerto de salida de los FAT”, dándonos un resultado de 44 cajas FAT, como muestra la siguiente Ecuación 01.

Ecuación 1: Cantidad de FAT.

$$\text{Cantidad de FAT} = \frac{\text{Cantidad de HP en NODO}}{\text{Cantidad de puertos en FAT}}$$

2.1.2.B) Calculo de cajas de HUB BOX

Para obtener el número de HUB BOX dividimos 44 “el cual es la cantidad de FAT” entre 16 el cual es el número de FAT por HUB BOX”, dándonos un resultado de 3 HUB BOX, como muestra la Ecuación 02.

Ecuación 2: Cantidad de HUB BOX.

$$\text{Cantidad de HUB BOX} = \frac{\text{Cantidad de FAT}}{\text{Cantidad de FAT por HUB BOX}}$$

2.1.3.B) Cálculo de potencia en los FAT

Para calcular la potencia en los FAT, se suma todas las pérdidas del cable, splitter, conectores y fusiones por empalme del tramo correspondiente y se la restamos a la potencia que brinda la OLT, como muestra la Ecuación 03.

Ecuación 3: Calculo de Potencias en FAT

$$\text{Potencia en FAT} = \text{Potencia del SITE} - \text{Perdida total de perdidas}$$

Como muestra la Figura 33, se detallan las pérdidas aproximadas de cada material en la transmisión en redes FTTH y la potencia de salida desde el SITE.

| | | | |
|----------------------------|-------------|-------------------|----------------|
| Potencia de SITE | 5 dB | | |
| Pérdida de F.O. ADSS | -0,35 dB/km | | |
| Pérdida en F.O. 12 hilos | -0,35 dB/km | | |
| Pérdida en F.O. 2 hilos | -0,7 dB/km | | |
| Pérdida en fusión en MUFA | -0,3 dB | | |
| Pérdida en fusión dn XBOX | -0,3 dB | | |
| Pérdida en caja HUB BOX 01 | -4,5 dB | | |
| Pérdida en cajas SUB BOX | | | |
| Pérdida | | | Pérdida Total |
| Conector de entrada | Spli 1:2 | Conctor de salida | EXPANSION(30%) |
| -0,2 dB | -5,8 dB | -0,2 dB | -6,2 dB |
| Conector de entrada | Spli 1:2 | Conctor de salida | CASCADA(70%) |
| -0,2 dB | -1,8 dB | -0,2 dB | -2,2 dB |
| Conector de entrada | Spli 1:9 | Conctor de salida | CASCADA(70%) |
| -0,2 dB | -1,8 dB | -0,2 dB | -2,2 dB |
| Conector de entrada | Spli 1:9 | Conctor de salida | ABONADOS(30%) |
| -0,2 dB | -15,9 dB | -0,2 dB | -16,3 dB |
| Pérdida en cajas END BOX | | | |
| Pérdida | | | Pérdida total |
| Conector de entrada | Spli 1:8 | Conc Sald | Salida |
| -0,25 dB | -10 dB | -0,25 dB | -10,5 dB |

Figura 33. Potencia y Perdidas de la red ODN
Fuente. Elaboración propia.

Se realiza el cálculo de potencia para cada uno de los 44 FAT de acuerdo a la Ecuación 3, y de la Figura 33, y da los resultados como muestra la Figura 34. De acuerdo a los resultados podemos concluir que estamos dentro del rango deseado ya que la menor potencia obtenida es -21.78 dBm, y la mínima que se puede obtener es de -27 dBm, ya que es la potencia mínima que reciba la ONT.

| | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1C01 | FAT 01 | FAT 02 | FAT 03 | FAT 04 |
| | -17,03875 | -19,34375 | -21,64875 | -18,11875 |
| | FAT 05 | FAT 06 | FAT 07 | FAT 08 |
| | -17,03875 | -19,34375 | -21,64875 | -18,11875 |
| | FAT 09 | FAT 10 | FAT 11 | FAT 12 |
| | -17,07375 | -19,34375 | -21,61375 | -18,08375 |
| | FAT 13 | FAT 14 | FAT 15 | FAT 16 |
| -17,07375 | -19,34375 | -21,61375 | -18,08375 | |
| 1C02 | FAT 17 | FAT 18 | FAT 19 | FAT 20 |
| | -17,14375 | -19,41375 | -21,68375 | -18,18875 |
| | FAT 21 | FAT 22 | FAT 23 | FAT 24 |
| | -17,14375 | -19,41375 | -21,68375 | -18,15375 |
| | FAT 25 | FAT 26 | FAT 27 | FAT 28 |
| | -17,17875 | -19,44875 | -21,71875 | -18,18875 |
| | FAT 29 | FAT 30 | FAT 31 | FAT 32 |
| -17,14375 | -19,44875 | -21,71875 | -18,25875 | |
| 1C03 | FAT 33 | FAT 34 | FAT 35 | FAT 36 |
| | -17,24875 | -19,51875 | -21,78875 | -18,25875 |
| | FAT 37 | FAT 38 | FAT 39 | FAT 40 |
| | -17,24875 | -19,51875 | -21,78875 | -18,25875 |
| | FAT 41 | FAT 42 | FAT 43 | FAT 44 |
| -17,24875 | -19,51875 | -21,78875 | -18,25875 | |

Figura 34. Cálculo de potencias de los 44 FAT.
Fuente. Elaboración propia.

2.2.B) Diseño propuesto FTTH en campo

Para poder comprender el diseño propuesto en la Figura 36, se muestra una leyenda en la Figura 35, el cual contiene las líneas e ítems usados en el diseño propuesto.

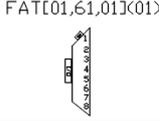
| LEYENDA | | |
|---------|---|------------------|
| 01 |  | Fibra 12 hilos |
| 02 |  | Fibra de 2 hilos |
| 03 |  | FAT |
| 04 |  | XBOX |
| 05 |  | HUB BOX |

Figura 35. Leyenda del diseño propuesto
Fuente. Elaboración propia

- El ítem 1: La línea de color morada representa el recorrido de la fibra preconectorizada de 12 hilos.
- El ítem 2 es fibra preconectorizada de 2 hilos.
- Los ítems 3, 4 y 5 son las mufas y cajas de distribución y terminación óptica.

Como se evidencia en el diseño propuesto en la Figura 36, se visualiza la implementación en campo de la red ODN sugerida. Inicia con la mufa XBOX denominada PAYN013-F, seguida por una fibra óptica preconectorizada de 12 hilos en color morado. Esta fibra de 12 hilos se conecta en cascada a los HUB BOX 1C01, 1C02 y 1C03.

XBOX se realizan empalmes y se acondiciona los hilos, agrupándose 4 hilos para cada HUB BOX (1, 2 y 3).

Desde el XBOX continua el recorrido por fibra preconectorizada de 12 hilos hacia los HUB BOX.

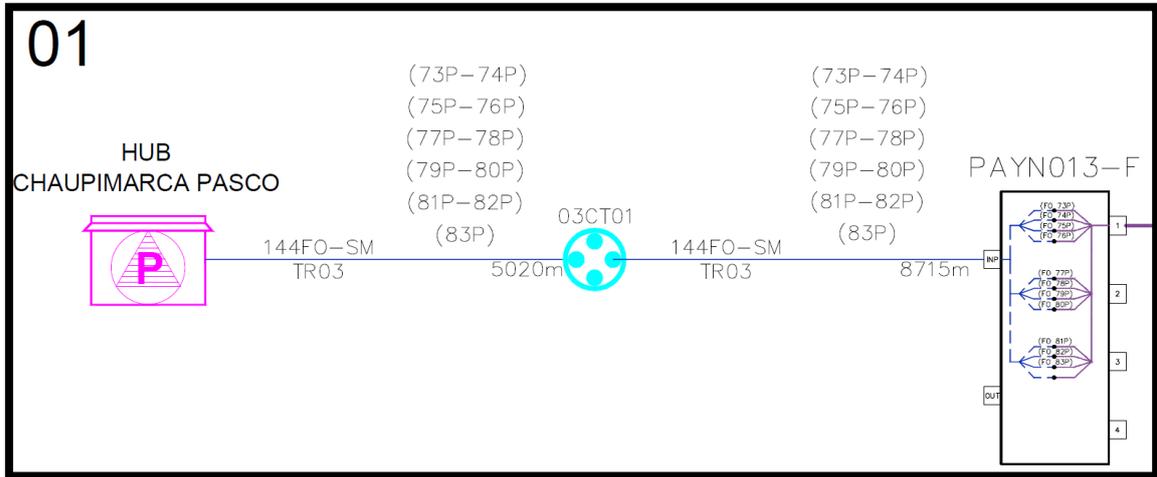


Figura 37. Diagrama del diseño, tramo SITE hasta XBOX
Fuente. Elaboración propia

Como podemos observar en la Figura 38, se describe la distribución del HUB BOX 01, el cual está ubicado a 9015 m desde el SITE, la fibra preconectorizada de 12 hilos llega al primer HUB BOX llamado 1C01, donde internamente toma 4 hilos (73-74-75-76) y los 8 hilos restantes continua para las siguientes cascadas de HUB BOX restantes 2 y 3.

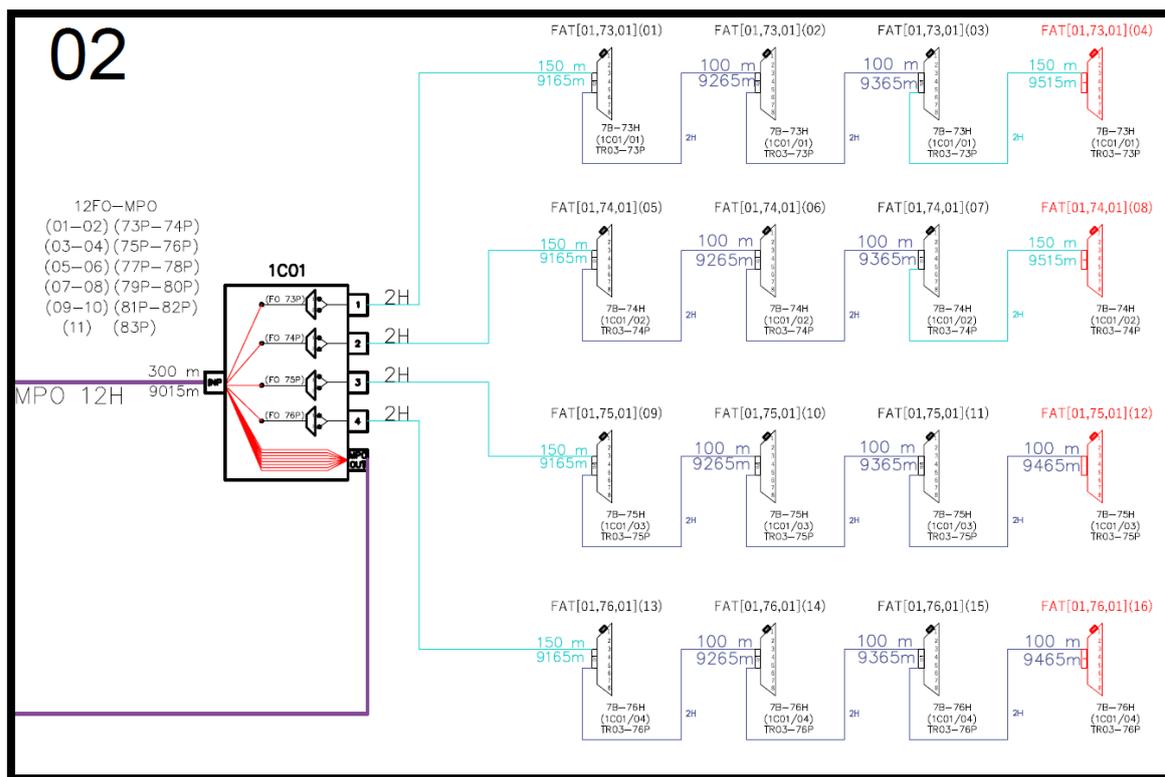


Figura 38. Diagrama del diseño, distribución del HUB BOX 01
Fuente. Elaboración propia

La 1C01(HUB BOX 01), como podemos observar en la Figura 39, tiene 4 puertos de salida, donde cada puerto usa 1 hilo de la fibra que viene del ADSS y por medio de splitters distribuirá a 8 FAT, pero en esta primera etapa, solo se dará servicio al 50% del total, entonces solo visualiza 4 FAT a implementar por cada salida del 1C01. Los hilos utilizados se distribuyen de la siguiente manera:

Primer puerto de la salida del HUB BOX 01

- FAT [01,73,01](01), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 150 m.
- FAT [01,73,01](02), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,73,01](03), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,73,01](04), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 150 m.

Segundo puerto de la salida del HUB BOX 01

- FAT [01,74,01](05), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 150 m.

- FAT [01,74,01](06), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,74,01](07), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,74,01](08), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 150 m.

Tercer puerto de la salida del HUB BOX 01

- FAT [01,75,01](09), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 150 m.
- FAT [01,75,01](10), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,75,01](11), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,75,01](12), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.

Cuarto puerto de la salida del HUB BO 01

- FAT [01,76,01](13), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 150 m.
- FAT [01,76,01](14), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,76,01](15), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,76,01](16), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.

Para la distribución del HUB BOX 02, como podemos observar en la Figura 37, a fibra preconectorizada de 12 hilos continua desde los HUB BOX 1C01 hasta el HUB BOX 02 (1C02), a 9315 m desde el SITE. Los hilos tomados son 77-78-79-80 y los restantes será usados en el último HUB BOX 03.

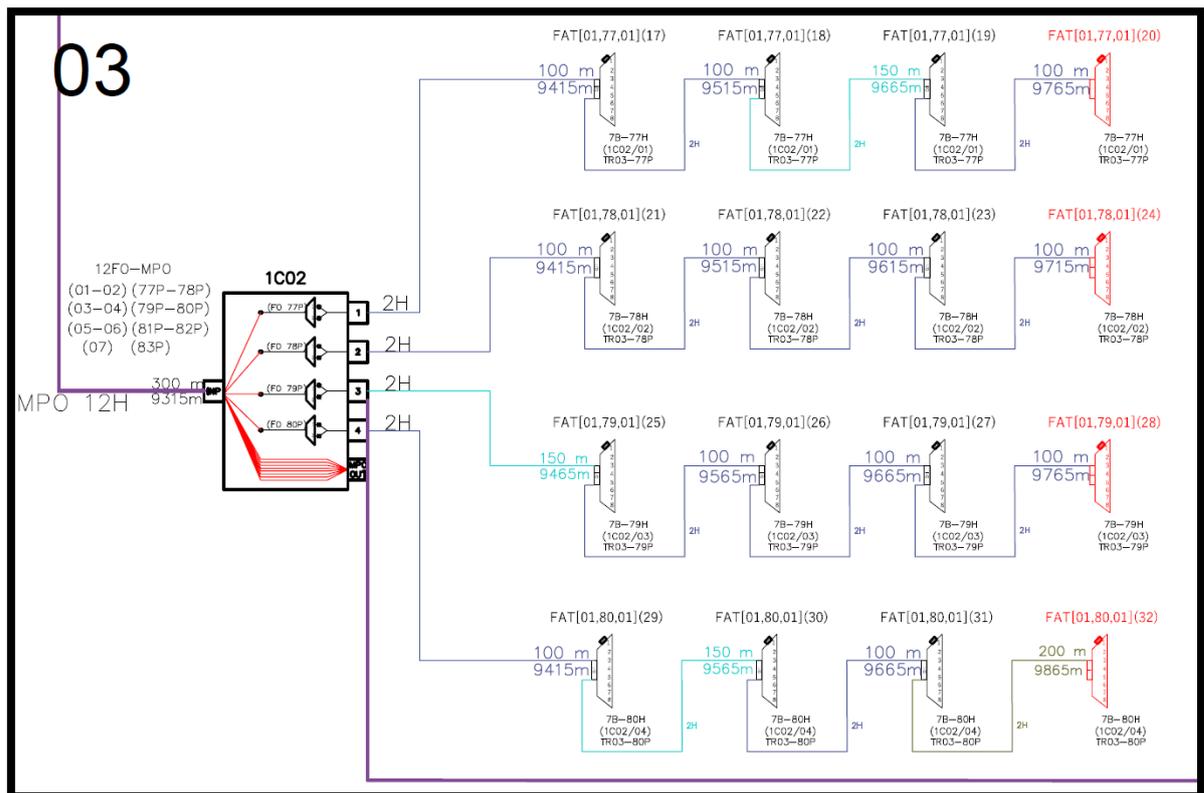


Figura 39. Diagrama del diseño, distribución del HUB BOX 02
Fuente. Elaboración propia

Los hilos utilizados distribuyen de la siguiente manera:

Primer puerto de la salida del HUB BOX 02

- FAT [01,77,01](17), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,77,01](18), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,77,01](19), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 150 m.
- FAT [01,77,01](20), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.

Segundo puerto de la salida del HUB BOX 02

- FAT [01,78,01](21), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,78,01](22), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,78,01](23), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,78,01](24), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.

Tercer puerto de la salida del HUB BOX 02

- FAT [01,79,01](25), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 150 m.
- FAT [01,79,01](26), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,79,01](27), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,79,01](28), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.

Cuarto puerto de la salida del HUB BOX 02

- FAT [01,80,01](29), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,80,01](30), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 150 m.
- FAT [01,80,01](31), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,80,01](32), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 200 m.

Para finalizar el plano de diagrama del diseño, en la Figura 40, la fibra preconectorizada de 12 hilos llega al HUB BOX 03, llamado 1C03 a 9516 m desde el SITE y toma los hilos 81, 82 y 83.

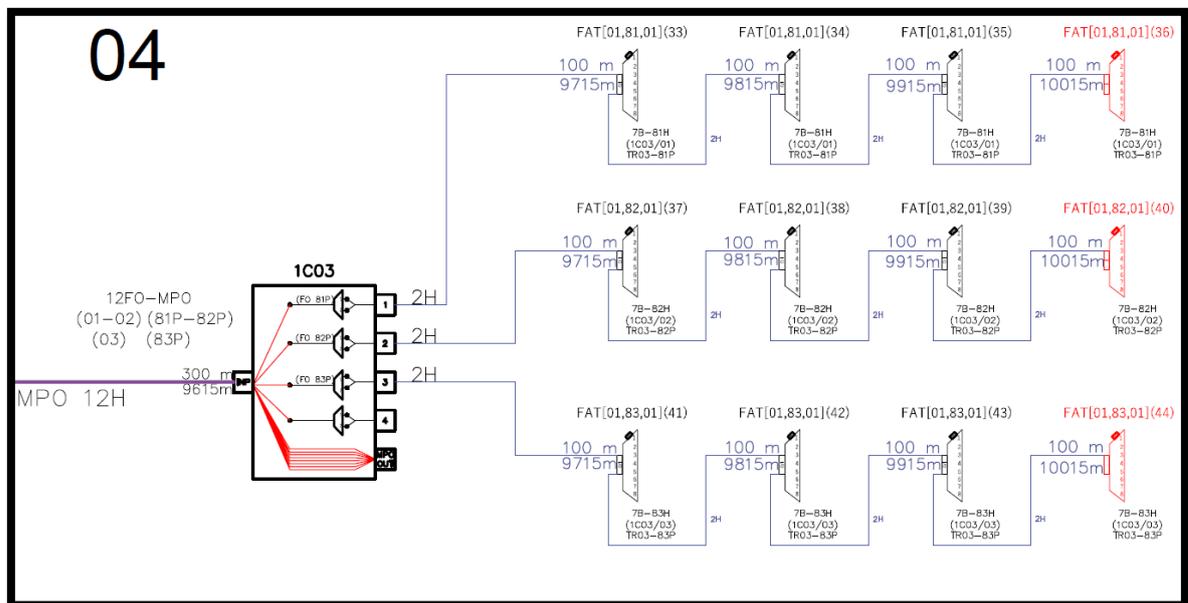


Figura 40. Diagrama del diseño, distribución del HUB BOX 03
Fuente. Elaboración propia

Los hilos utilizados son 81-82-83 y se distribuye de la siguiente manera:

Primer puerto de la salida del HUB BOX 03

- FAT [01,81,01](33), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,81,01](34), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,81,01](35), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,81,01](36), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.

Segundo puerto de la salida del HUB BOX 03

- FAT [01,82,01](37), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,82,01](38), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,82,01](39), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,82,01](40), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.

Tercer puerto de la salida del HUB BOX 03

- FAT [01,83,01](41), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,83,01](42), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,83,01](43), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.
- FAT [01,83,01](44), con fibra óptica preconectorizada de 2 hilos de 100 m.

Cuarto puerto de la salida del HUB BOX 03

Para el presente diseño no se usará este hilo por el momento, el hilo 84 se queda libre como reserva para futuros abonados u otros servicios que CLARO requiera implementar.

4.B) Materiales

Una vez terminado con diseño en campo y el diagrama de red, se realiza una lista de materiales como se muestra a continuación en la Figura 41, donde se estima que materiales se van a usar en la implementación para solicitar a HUAWEI, en esta lista se detalla la cantidad de cables preconectorizados de 100, 150, 200 y 300 metros, número de cajas de FAT, HUB BOX, X BOX y accesorios para sus instalaciones.

| FORMATO DE SOLICITUD DE MATERIALES | | | |
|------------------------------------|--|-----------|------------------------------------|
| | | HUB | CHAUPIMARCA PASCO |
| | | TRONCAL | 3 |
| | | DISTRITO | YANACANCHA |
| | | PLANO | PAYN013-F |
| | | RETENIDAS | 4 |
| DISTRITO | DESCRIPCION | CANTIDAD | OBSERVACION |
| YANACANCHA | CABLE FO MPO PRECO EOCAPAC43 MPO 300M | 3 | DEPENDIENDO DE CANTIDAD DE HUB BOX |
| YANACANCHA | CABLE FO MPO PIGTAIL S5OPMPOCS1.5 | 1 | V3.5 SOLO USA 01 |
| YANACANCHA | CABLE FO DISTRIBUCION E0SDC055 DLC 100M | 34 | FIBRA OPTICA PRECO |
| YANACANCHA | CABLE FO DISTRIBUCION E0SDC056 DLC 150M | 9 | FIBRA OPTICA PRECO |
| YANACANCHA | CABLE FO DISTRIBUCION E0SDC112 DLC 200M | 1 | FIBRA OPTICA PRECO |
| YANACANCHA | CIERRE DE EMPALME FAT SSC2816SM9 | 11 | FAT FINAL |
| YANACANCHA | CIERRE DE EMPALME FAT SSC2816SM11U | 33 | FAT INTERMEDIO |
| YANACANCHA | ORDENADOR DE FIBRA FAT ITC3105 | 44 | PARA FATS / FORMULA |
| YANACANCHA | HERRAJE DE MONTAJE POSTE FAT, HUB BOX, y CLOSURE | 94 | 2 x FAT, 2 x HUB BOX |
| YANACANCHA | CIERRE DE EMPALME XBOX SSC2807FX12B | 1 | XBOX |
| YANACANCHA | CIERRE DE EMPALMETE SSC2823-SH-8B 14261249 HW | 3 | HUB BOX |
| YANACANCHA | ORDENADOR DE FIBRA HUBBOX ITC2101W | 3 | FORMULA |
| YANACANCHA | MUFA 144 | - | |
| YANACANCHA | CABLE ADSS 4000N 144 HILOS F.O.SM | - | |
| YANACANCHA | CABLE ADSS 4000N (68186) 96 HILOS F.O.SM | - | |
| YANACANCHA | CABLE ADSS 4000N (69186) 48 HILOS F.O.SM | - | |
| YANACANCHA | CABLE ADSS 4000N (69186) 24 HILOS F.O.SM | - | |
| YANACANCHA | CANTIDAD DE POSTES ELECTRICOS | 151 | |
| YANACANCHA | CANTIDAD DE POSTES 9 MTS | 33 | |
| YANACANCHA | CANTIDAD DE POSTES 11 MTS | - | |
| YANACANCHA | METRADO LINEAL | 2812 | CABLE PRECONECTORIZADO |

Figura 41. Materiales de la red ODN de HUAWEI
Fuente. Elaboración propia

C) Permisos Municipales y eléctricos

Una vez validado el diseño propuesto se inicia con la creación de estos expedientes. Estos permisos son de suma importancia antes de iniciar con el despliegue de la red FTTH. Para evitar multas con la municipalidad y sanciones por parte de la compañía eléctrica.

1.C) Permisos Municipales

Es importante para poder trabajar en el área de despliegue, la municipalidad te ve laborando en vía pública sin permisos puedes acceder a alta multas, de acuerdo a la gravedad. El permiso solicitado se llama SUIIT, el cual son siglas que significan Solicitud Único de Instalación e Infraestructura de Telecomunicaciones.

Los documentos conformados son:

1.1.C) SUIIT

Ficha donde llenas los datos de la empresa que desea implementar el servicio (datos del solicitante), el cual te indica normas, requisitos y decretos legislativos que debes cumplir ya que este sería una declaración jurada.

1.2.C) Cartas de Factibilidad

Son ingenieros colegiados en ramas de las telecomunicaciones, Electrónicos y Civiles, donde dan conformidad que el proyecto es factible y sin impacto a la sociedad y ambiental.

1.3.C) Memorias descriptivas

Indica material que se va usar (informaciones técnicas), cobertura a trabajar, cronogramas de trabajo y presupuesto, y que es lo que se va hacer. En este caso se implementará fibra óptica, accesorios e instalación de postes

1.4.C) Carta de Compromiso

En esta carta la empresa se compromete a ejecutar trabajos mencionados como instalación de postes y tendido de fibra óptica; dentro del DISTRITO DE YANACANCHA, asumiendo el costo y la responsabilidad absoluta de los trabajos de reposición del terreno y/o infraestructura afectados, los mismos que deberán ser repuestos, en iguales o mejores condiciones de cómo se encontraron.

2.C) Permisos Eléctricos

La validación de postes eléctricos por parte de la compañía eléctrica es importante, ya que ellos según su criterio, cuidan su infraestructura, comparan el lote de postes enviados y lo verifican para luego validar si ese poste está apto o no para su uso.

Este expediente es un informe donde se anexan varios documentos como:

2.1.C) Memoria Descriptiva

La empresa se identifica y narra brevemente que trabajos se van a implementar, indicando que se cumplirán las normas como construcción, distancias de Seguridad y normas de Instalación de Cables de Comunicación.

2.2.C) Listado de postes

Se encuentran todos los postes que se desea alquilar/usar, por donde se está proyectando las rutas de fibra óptica. Los datos que se anexan son el nombre del plano (nombre de cada NODO), departamento, provincia, distrito, dirección y referencia, coordenadas del poste en UTM, altura y material.

2.3.C) Especificaciones técnicas

Se detallan los materiales y accesorios que se implementarán en los postes.

3.2.2 Implementación de red en planta externa

A) Seguridad ocupacional

Antes de cada jornada, se consideran las leyes que protegen al medio ambiente y las personas involucradas. Por tal motivo el ingeniero Soma debe de seguir el plan enviado en los expedientes municipales y eléctricos, velar por la seguridad de los trabajadores y de la población en el área a trabajar.

1.A) Evaluación de Riesgos y Peligros

Antes de iniciar cualquier trabajo, el Ingeniero de seguridad debe de tener los siguientes criterios para armar su SST y realizar la charla de 5 minutos.

- Identificar los Peligros.
- Evaluar los Riesgos.
- Establecer Medidas de Control para mitigar los riesgos.
- Resumen de Riesgos Críticos.

Igualmente, los técnicos están capacitados y deben tener certificados de altura y conocimientos de la manipulación de fibra óptica. Además de cursos de seguridad de seguridad en el trabajo. Cada técnico debe de tener su EPP completo, de acuerdo a las actividades que hagan.

2.A) Medio ambiente

Previo al inicio de los trabajos, el responsable de Trabajo deberá:

- Identificación de Aspectos Ambientales
- Evaluación de Impactos Ambientales
- Resumen de Impactos Significativos: Generación de residuos.

3.A) Descripción del trabajo

El trabajo programado consiste en las siguientes etapas:

- Movilización del personal y equipos.
- Recepción de los materiales.
- Desarrollo de la Charla de Seguridad y el AST con participación del personal.
- Inspección de los equipos de protección personal, equipos y herramientas.
- Apertura del Permiso de Trabajo.
- Replanteo e Inspección de la zona de trabajo, incluye señalización.
- Colocación de porta escaleras para la instalación de ferretería en poste.
- Debobinado de cable para tendido para fibras que viene en bobinas.
- Subida de cable a poste con poleas.
- Tensado de cable y devanado.
- Instalación de sujetadores de cable.
- Verificación de instalación y tensionado.
- Cierre del Permiso de Trabajo.
- Eliminación de residuos y limpieza del lugar de trabajo.

B) Despliegue de la red

1.B) Logística

Todo material entregado se encarga el área de almacén, se debe registrar para mantener un orden de acuerdo a lo que se implemente a lo largo que dure el proyecto FTTH.

2.B) Obras civiles

Se realiza la instalación de postes de acuerdo a la Figura 42, teniendo las consideraciones siguientes técnicas básicas de construcción:

- Excavar a 1.5 m, debido a la altura del poste de 9 m. Generalmente la profundidad de excavación es 1/6 de la altura total del poste y del tipo del terreno.
- Evitar en la colocación obstáculos que pudieran interferir (ramas, líneas de luz, etc.)
- Colocar el poste centrado en el hoyo de la excavación.
- Compactar con 3 capas de tierra y 2 capas de piedra alternada distribuidas uniformemente.
- Verificar verticalidad y amacizado.

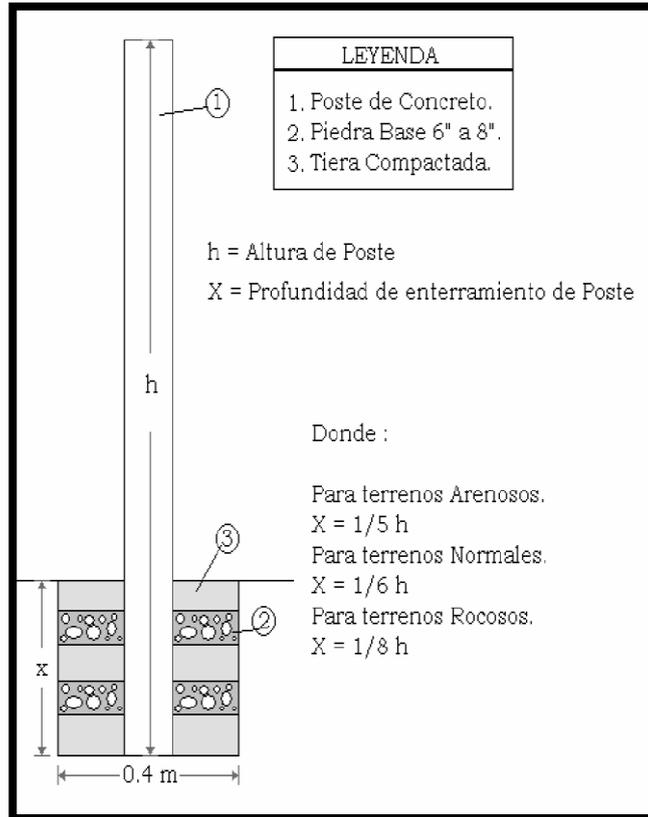


Figura 42. Criterios en la instalación de poste Fuente. Informe de permisos CLARO

3.B) Instalación de infraestructura

Antes de realizar la implementación, se realiza una visita visual en campo para verificar y comparar el diseño propuesto. En campo pueden ocurrir algunos cambios y se puede reubicar la fibra preconectorizada o cajas de distribución.

3.1.B) Instalación de Xbox

Se realiza el sangrado en la fibra ADSS de 144 hilos y se usa el BUFFER 07 asignado en el diseño. Se realizan los empalmes correspondientes por cada hilo y se acondicionan en las bandejas como se muestra en la Figura 43.



Figura 43. Acondicionamiento de hilos en XBOX
Fuente. Elaboración propia

Una vez terminada, se cierra la caja y se acondiciona en el poste. El poste donde se instala es un poste propio instalado de CLARO, como se muestra en la Figura 44.



Figura 44. Acondicionamiento de XBOX en poste
Fuente. Elaboración propia

Además, se puede verificar en la Figura 45, XBOX tiene los siguientes rótulos como:

- Nombre del nodo PAYN013-F
- Número de hilos a usar del 73 al 83.
- La numeración de la troncal (TR03).

Además, verificamos que está correctamente acondicionada en el poste la reserva y sus ferreterías.

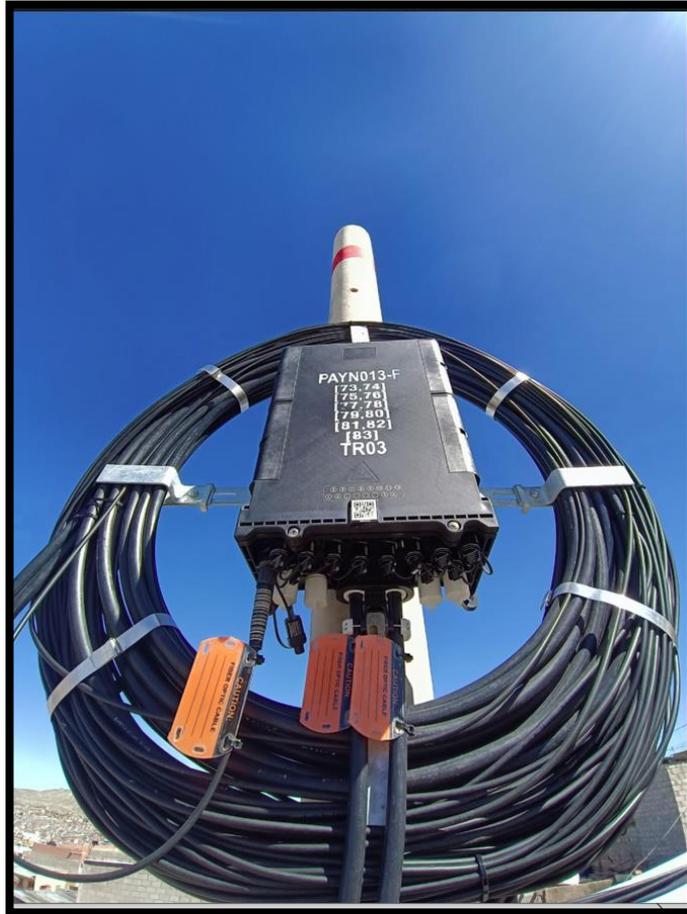


Figura 45. Rótulo en XBOX
Fuente. Elaboración propia

3.2.B) Instalación de HUB BOX

Los 3 HUB BOX (1C01, 1C02 y 1C03) como muestra la Figura 46, están instalados correctamente, como se aprecia en la imagen. Los HUB BOX están rotulados con sus respectivos datos:

- Nombre del nodo PAYN013-F.
- Nombre de la caja 1C01, 2C01 o 3C01.
- Hilos asignados los cuales son del 73 al 76, 77 al 80 y 81 al 83 respectivamente.

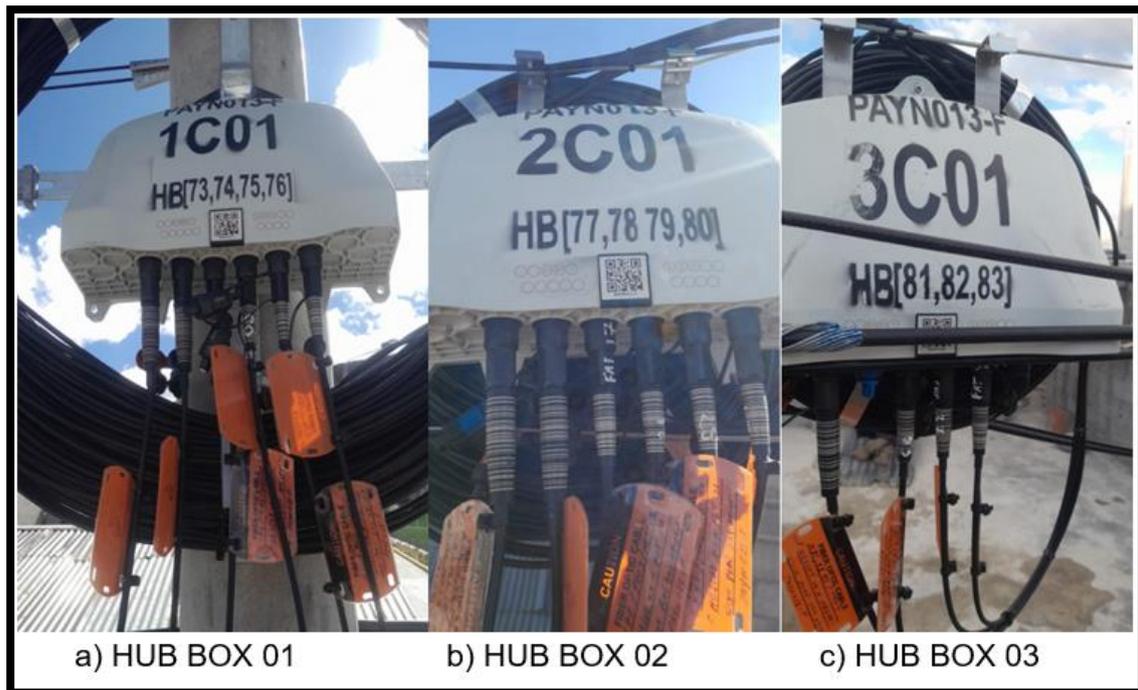


Figura 46. Acondicionamiento de HUB BOX en postes
Fuente. Elaboración propia

3.3.B) Instalación de FAT

Los 44 FAT se instalan correctamente y se acondicionan correctamente sus reservas y ferreterías. Están rotuladas con los datos siguientes:

- Con el nombre del nodo PAYN013-F.
- Correlativo del número de orden de cada caja.
- Numero de hilo.

La Figura 47 se muestra las 4 primeras cajas FAT (01-02-03-04) y el hilo a usar en este caso es el 73.

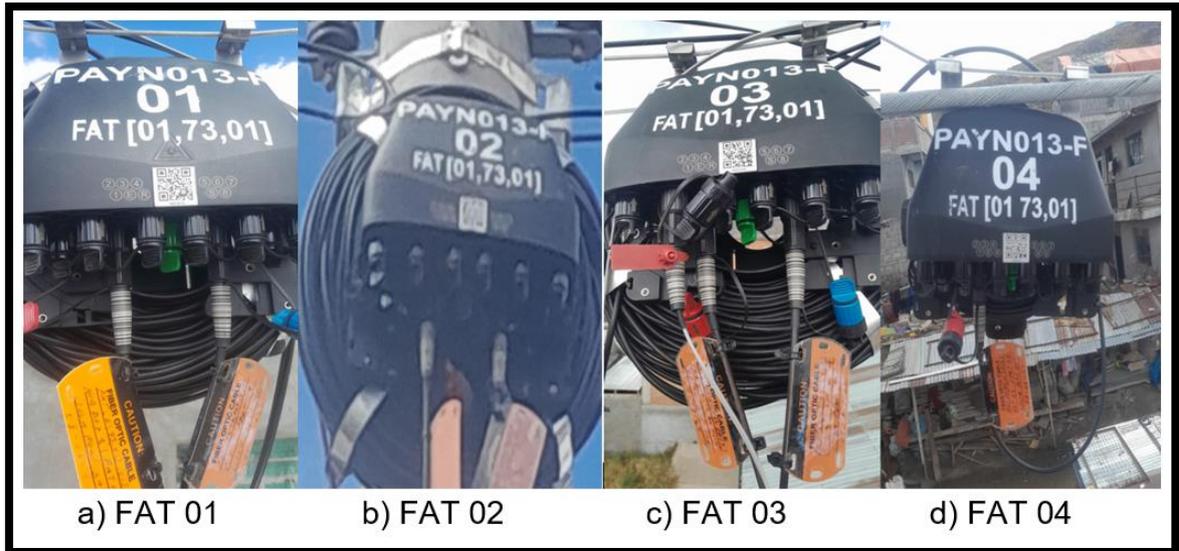


Figura 47. Acondicionamiento de FAT en postes
Fuente. Elaboración propia

Una vez terminado de implementar toda la red FTTH, se actualizan las ubicaciones de cajas y recorrido de las fibras preconectorizadas en los planos Unilineal y Unifilar. En la Figura 48, podemos observar el despliegue desde el FAT 1 al FAT 16, distribuidas por fibra preconectorizada desde el HUB BOX 01 o 1C01.

En la Figura 49 podemos observar la distribución desde el FAT 17 al FAT 32 y rutas de fibra óptica preconectorizada implementadas, distribuidas del HUB BOX 02 o 1C02.

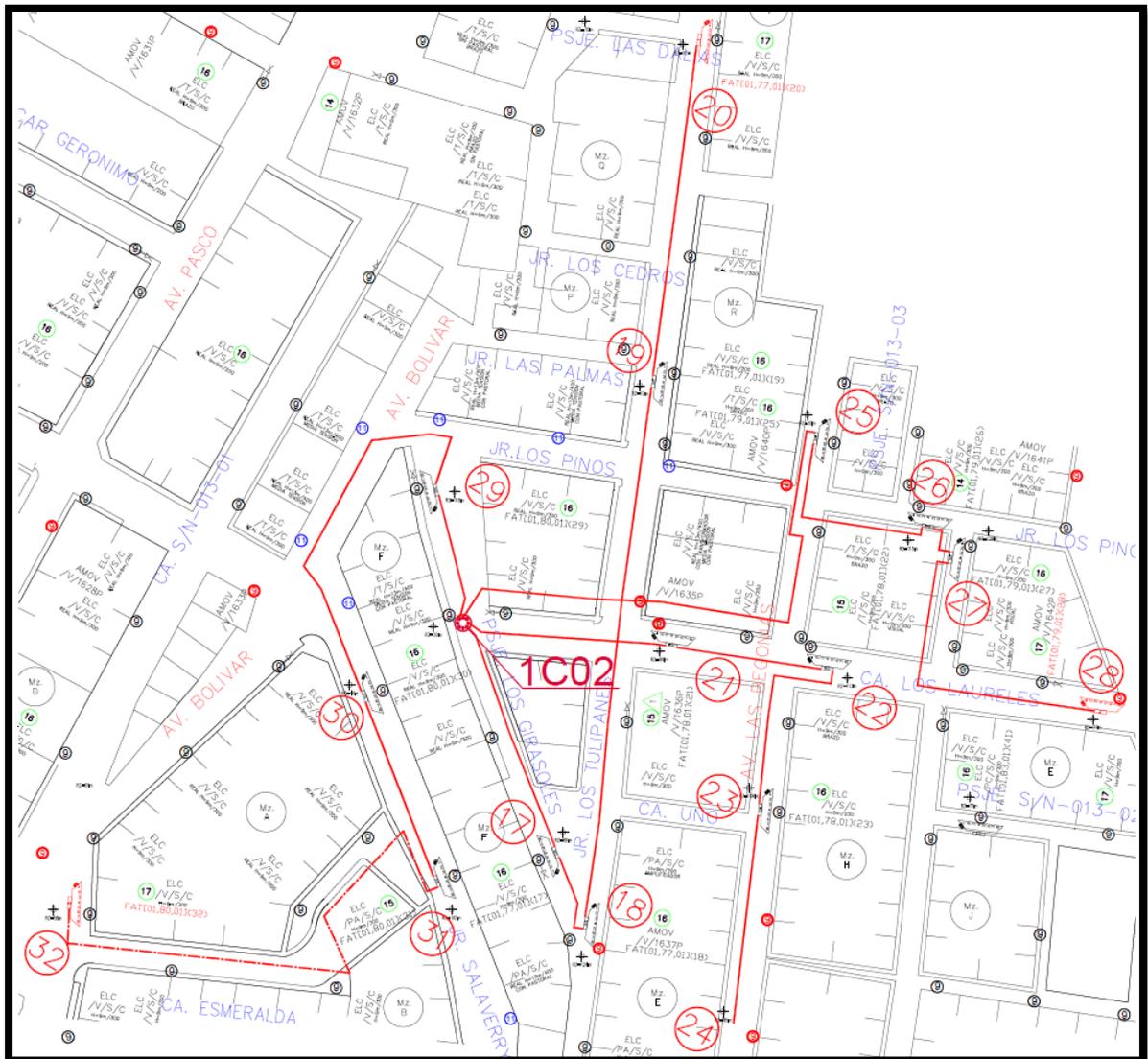


Figura 49. Despliegue de red del HUB BOX 02
Fuente. Elaboración propia

En la Figura 50, están los FAT desde 33 al 44. Distribuidos por fibra preconectorizada que inicia desde el HUB BOX 03 o 1C03

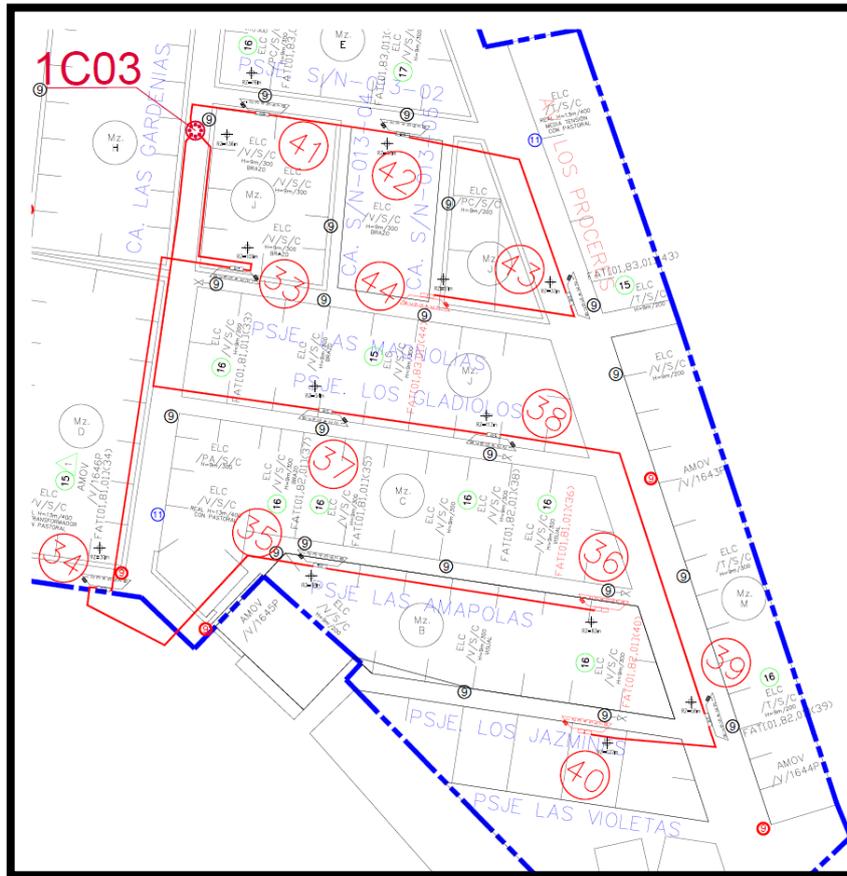


Figura 50. Despliegue de red del HUB BOX 03
Fuente. Elaboración propia

4.B) Registro de información

Mediante el uso de OTDR (IOLM y OLTS) y POWER METER, se realizan las mediciones correspondientes en los puertos de las cajas distribuidoras llamadas FAT, registrando la información y llevando un control para la validación del diseño para cerrar el proyecto. Como muestra la Figura 51, nos refleja mediciones con el Power Meter de los FAT 41, 42, 43 y 44.



Figura 51. Mediciones en FAT 41-42-43-44
Fuente. Elaboración propia

3.2.3 Validación de la red FTTH

Se revisa y se valida:

- Fotografías de postes instalados.
- Fotografías que corroboren el buen acondicionamiento de la red FTTH, como las cajas distribuidoras y ferreterías instaladas.
- Las potencias tomadas en cajas con el OTDR (IOLM y OLTS) y Optical Power Meter.
- Planos de Unifilar y Diagrama Unilineal actualizados.

A) Reporte fotográfico de postes instalados

Como podemos ver en la Figura 52, los iconos rojos indican las ubicaciones de las instalaciones de postes que se realizaron durante la etapa de implementación. Se toman fotos de diferentes ángulos y se adjuntan en un informe, donde se verifica en que terreno fue instalado y la rotulación correcta del código en el poste.

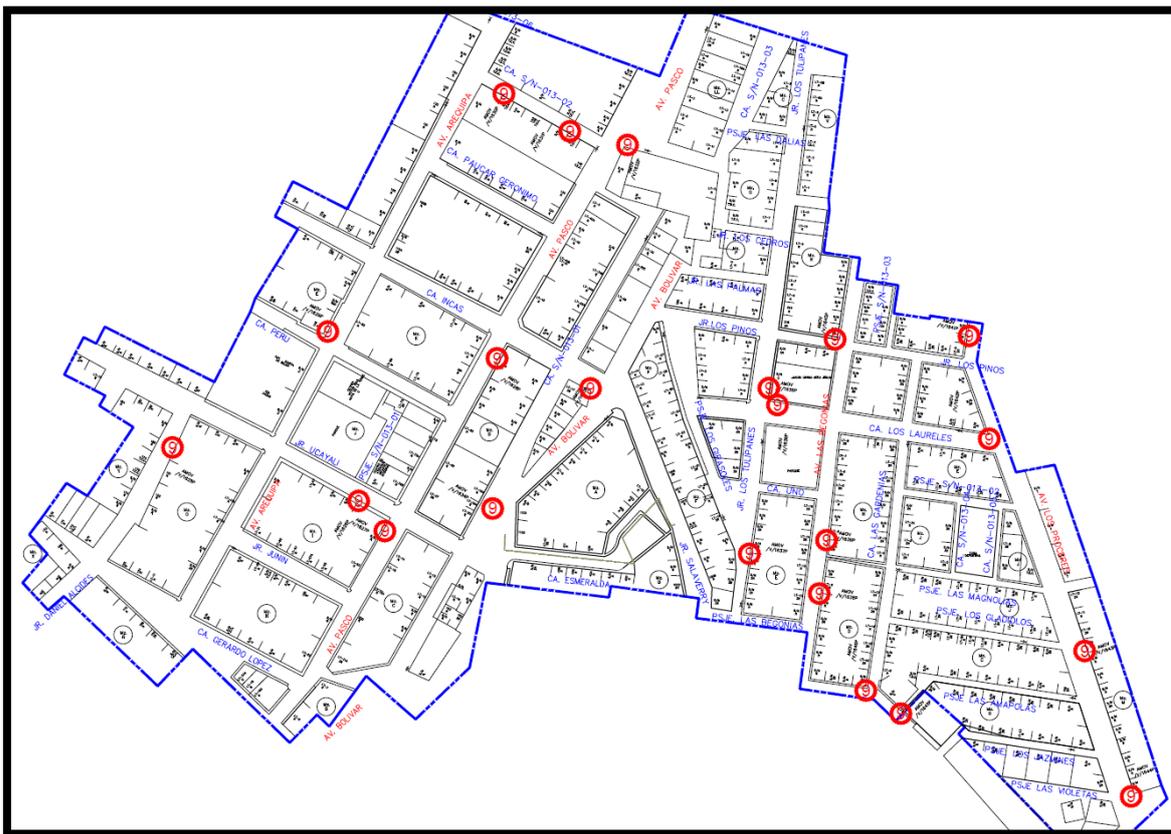


Figura 52. Plano de postes instalados
Fuente. Elaboración propia

La Figura 53 es parte de un informe, el cual muestra 6 postes de los 22 postes instalados, el cual contiene el código del poste rotulado la superficie donde fue instalado, calle o avenida como referencia de la instalación del poste y sus coordenadas.

CICSA
CARSO INFRAESTRUCTURA Y CONSTRUCCIÓN

LISTADO FINAL DE POSTES INSTALADOS - PAYN013-F

CONTRATISTA : CICSA PERU SAC
 NODO : PAYN013-F
 DISTRITO : YANACANCHA - PASCO

| ITEM | CODIGO | TIPO | SUPERFICIE | VIA | NOMBRE DE VIA | OBSERVACION |
|------|--------|------|------------|-----|---------------|------------------------|
| 1 | 1646P | C9 | VEREDA | PJ | LOS JAZMINES | -10.660227, -76.251648 |
| 2 | 1645P | C9 | TIERRA | PJ | LOS JAZMINES | -10.660354, -76.251438 |
| 3 | 1644P | C9 | TIERRA | AV | LOS PROCERES | -10.660755, -76.250368 |
| 4 | 1643P | C9 | TIERRA | AV | LOS PROCERES | -10.660000, -76.250579 |
| 5 | 1642P | C9 | TIERRA | AV | LOS PROCERES | -10.659238, -76.250908 |
| 6 | 1641P | C9 | TIERRA | AV | LOS PROCERES | -10.658423, -76.251115 |

Figura 53. Informe de datos de postes instalados
 Fuente. Elaboración propia

También se realiza un informe adjuntando fotos como muestra la Figura 54, donde se muestra la superficie donde fue instalada el poste, el rotulo hecho en el poste y una vista panorámica para verificar si este derecho el poste.

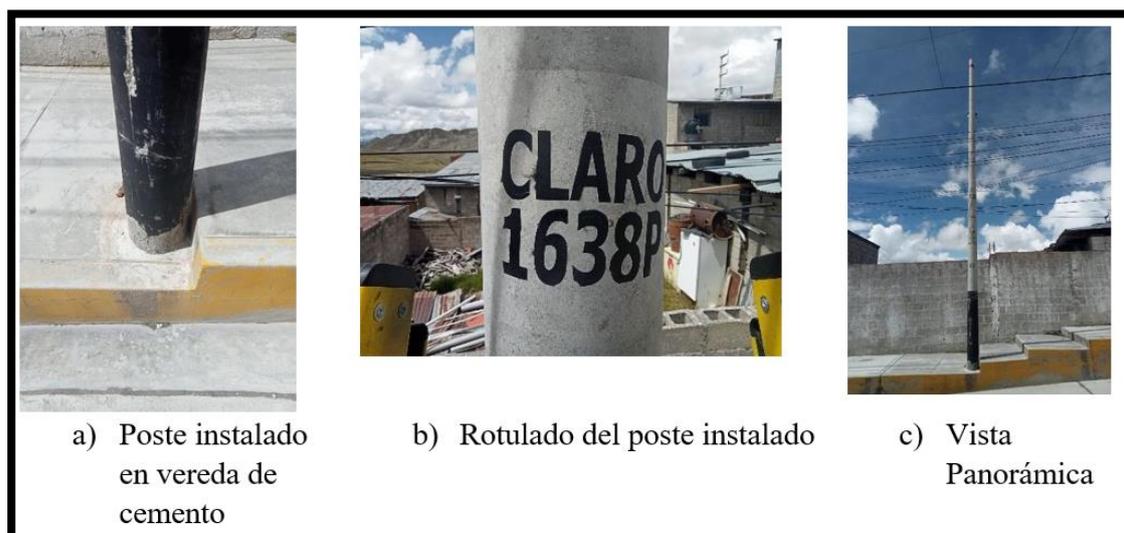


Figura 54. Entregables del poste 1638P
 Fuente. Elaboración propia

B) Reporte fotográfico de infraestructura implementada

Se adjuntan reportes fotográficos de las ferreterías e infraestructura usadas en cada poste como se muestra en la Figura 55, además con estas se verifican el acondicionamiento correcto de cajas y reservas, y se corroboran los materiales usados en cada tramo de la red ODN.

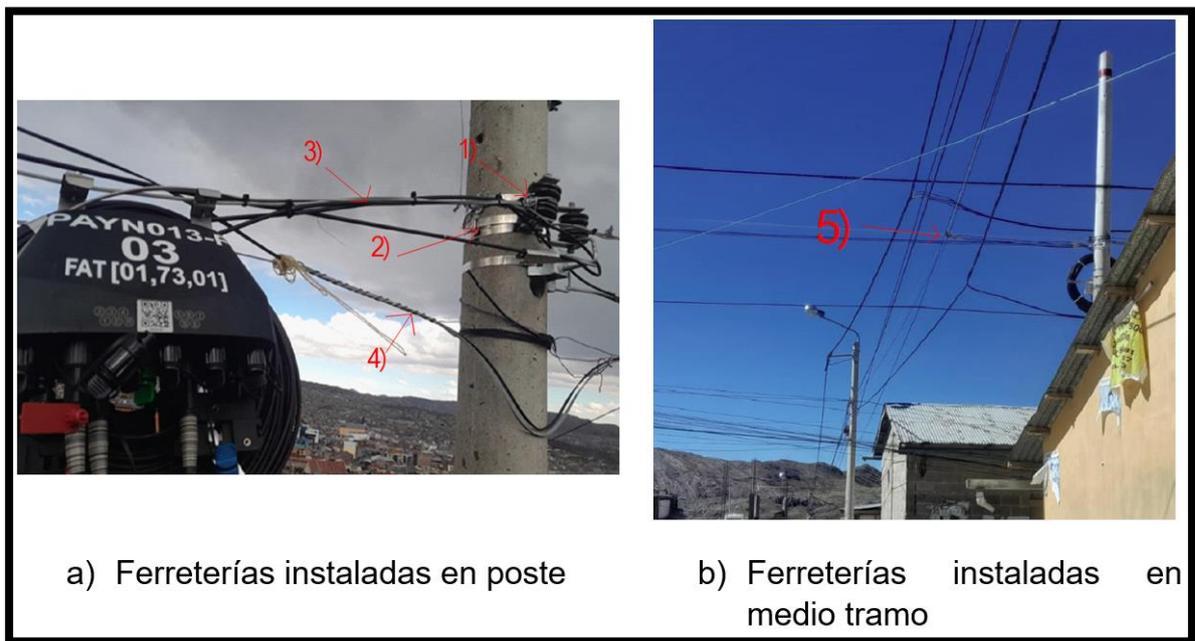


Figura 55. Reporte fotográfico de ferretería instalada
Fuente. Elaboración propia

Como podemos apreciar en la Figura 55, las numeraciones 1,2,3,4 y 5 son algunas ferreterías que se instaló para la implementación de la red ODN, donde:

1. Clevis y Aisladores.
2. Cinta banduit.
3. Cable Mensajero.
4. Preformado.
5. Chapa de suspensión.

C) Mediciones de potencia con Optical Power Meter

La Figura 56 muestra mediciones en los 44 FAT (SUB BOX y END BOX), se verifica que están en los márgenes correctos y fueron medidas en la frecuencia 1490 nm. Estas medidas son inferiores a la potencia que necesita la ONU EG8145V5 ya que están dentro de los márgenes establecidos por el equipo. (Anexo 04)

| HUB | CHAUPIMARCA PASCO | | | |
|----------|-------------------|--------|--------|--------|
| TRONCAL | 3 | | | |
| DISTRITO | YANACANCHA | | | |
| PLANO | PAYN013-F | | | |
| 1C01 | FAT 01 | FAT 02 | FAT 03 | FAT 04 |
| | -15.56 | -18.44 | -20.9 | -16.77 |
| | FAT 05 | FAT 06 | FAT 07 | FAT 08 |
| | -15.51 | -18.15 | -19.51 | -15.82 |
| | FAT 09 | FAT 10 | FAT 11 | FAT 12 |
| | -18.39 | -20.67 | -22.13 | -18.76 |
| | FAT 13 | FAT 14 | FAT 15 | FAT 16 |
| -15.62 | -18.1 | -19.56 | -16.12 | |
| 1C02 | FAT 17 | FAT 18 | FAT 19 | FAT 20 |
| | -16.12 | -18.13 | -20.42 | -16.45 |
| | FAT 21 | FAT 22 | FAT 23 | FAT 24 |
| | -17.2 | -19.3 | -22.36 | -19.05 |
| | FAT 25 | FAT 26 | FAT 27 | FAT 28 |
| | -16.99 | -19.21 | -21.29 | -18.09 |
| | FAT 29 | FAT 30 | FAT 31 | FAT 32 |
| -16.31 | -18.76 | -21.04 | -18.59 | |
| 1C03 | FAT 33 | FAT 34 | FAT 35 | FAT 36 |
| | -18.32 | -20 | -22.49 | -18.73 |
| | FAT 37 | FAT 38 | FAT 39 | FAT 40 |
| | -19.65 | -22.06 | -19.33 | -16.29 |
| | FAT 41 | FAT 42 | FAT 43 | FAT 44 |
| -15.59 | -18.47 | -21.25 | -17.5 | |

Figura 56. Potencias en cajas FAT con Power Meter
Fuente. Elaboración propia

D) Mediciones con OTDR-IOLM

Estas mediciones nos sirven para verificar el enlace completo de fibra desde el puerto medido hasta el SITE. Nos muestra perdidas por empalmes, conectores, o posibles curvaturas bruscas de la fibra o la rotura. Se han medido los 44 FAT

implementados en la red OND, pero como muestra tomamos la medición tomada en el FAT 44, la longitud total desde el SITE hasta el FAT 44 es de 10659 m.

La Figura 57, demuestra que la red implementada está acorde a lo propuesto en el diseño UNIFILAR como podemos observar en la "Vista de tramo". La explicación del grafico se hará desde el SITE (punto 10) al FAT 44 (punto 01), donde:

- Punto 10: Conexión en SITE.
- Punto 9: Empalme en Mufa
- Punto 8: Conexión de entrada en XBOX.
- Punto 7: Conexión en HUB BOX 01.
- Punto 6: Conexión en HUB BOX 02.
- Punto 5: Splitter interno 1:2 en HUB BOX 03.
- Punto 4: Splitter interno de 1:9 en FAT 41.
- Punto 3: Splitter interno de 1:9 en FAT 42.
- Punto 2: Splitter interno de 1:9 en FAT 43.
- Punto 1: Splitter interno de 1:8 en FAT 44.

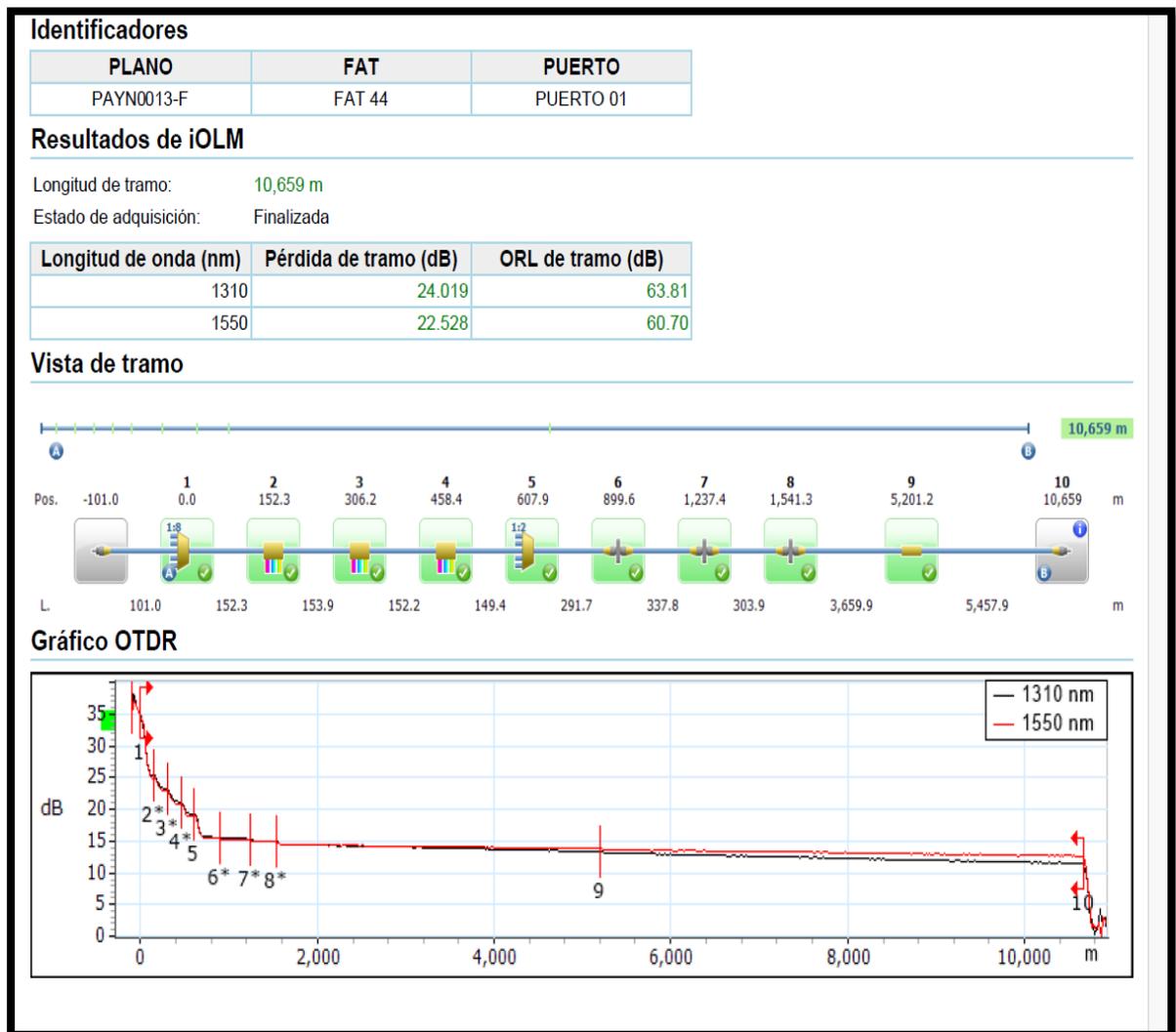


Figura 57. Gráfico OTDR en FAT 44
Fuente. Elaboración propia

E) Resultado del informe OLTS

De todas las mediciones en cada hilo de las fibras, se muestra en la Figura 58 las mediciones en caja FAT 44. Se verifica potencias optimas y dentro del rango en las longitudes de onda 1310 nm, 1550 nm y 1625 nm.

| Resultados | | | |
|---------------------------|------------------|--------------------------|--------------|
| Identificador | Longitud de onda | | Longitud (m) |
| | (nm) | Promedio de pérdida (dB) | |
| PAYN013-F_FAT 44_PUERTO 1 | ↑ 1310 | 24.75 | 10,685 |
| | ↓ 1550 | 22.58 | |
| | 1625 | 23.33 | |
| PAYN013-F_FAT 44_PUERTO 2 | ↑ 1310 | 24.74 | 10,683 |
| | ↓ 1550 | 22.56 | |
| | 1625 | 23.34 | |
| PAYN013-F_FAT 44_PUERTO 3 | ↑ 1310 | 24.73 | 10,683 |
| | ↓ 1550 | 22.56 | |
| | 1625 | 23.35 | |
| PAYN013-F_FAT 44_PUERTO 4 | ↑ 1310 | 24.72 | 10,684 |
| | ↓ 1550 | 22.58 | |
| | 1625 | 23.36 | |
| PAYN013-F_FAT 44_PUERTO 5 | ↑ 1310 | 24.72 | 10,684 |
| | ↓ 1550 | 22.58 | |
| | 1625 | 23.35 | |
| PAYN013-F_FAT 44_PUERTO 6 | ↑ 1310 | 24.72 | 10,684 |
| | ↓ 1550 | 22.59 | |
| | 1625 | 23.34 | |
| PAYN013-F_FAT 44_PUERTO 7 | ↑ 1310 | 24.71 | 10,683 |
| | ↓ 1550 | 22.59 | |
| | 1625 | 23.33 | |
| PAYN013-F_FAT 44_PUERTO 8 | ↑ 1310 | 24.71 | 10,683 |
| | ↓ 1550 | 22.59 | |
| | 1625 | 23.34 | |

Figura 58. Medición OLTS de puertos del FAT 44
Fuente. Elaboración propia

F) Materiales usados

A continuación, en la Figura 59 se presenta los materiales usados que le pertenece a la red QUICK ODN, donde se usó 43 cables preconectorizados de 2 hilos de 150 metros y 1 cable de 200 metros, estos cables son para los 44 FAT, Además se usó 3 cables de 300 metros para los 3 HUB BOX.

| FORMATO DE SOLICITUD DE MATERIALES | | |
|---|-------------------|------------------------------------|
|  | | |
| HUB | CHAUPIMARCA PASCO | |
| TRONCAL | 3 | |
| DISTRITO | YANACANCHA | |
| PLANO | PAYN013-F | |
| FECHA | 25/08/2023 | |
| SOT | 60494680 | |
| CENTRO | - | |
| ALMACEN | - | |
| RETENIDAS | - | |
| Descripción | unidades | Observación |
| CABLE FO MPO PRECO EOCPAPC43 MPO 300M | 3 | DEPENDIENDO DE CANTIDAD DE HUB BOX |
| CABLE FO MPO PIGTAIL SSOPMPOCS1.5 | 1 | V3.5 SOLO USA 01 |
| CABLE FO DISTRIBUCION E0SDC055 DLC 100M | - | FIBRA OPTICA PRECO |
| CABLE FO DISTRIBUCION E0SDC056 DLC 150M | 43 | FIBRA OPTICA PRECO |
| CABLE FO DISTRIBUCION E0SDC112 DLC 200M | 1 | FIBRA OPTICA PRECO |
| CIERRE DE EMPALME FAT SSC2816SM9 | 11 | FAT FINAL |
| CIERRE DE EMPALME FAT SSC2816SM11U | 33 | FAT INTERMEDIO |
| ORDENADOR DE FIBRA FAT ITC3105 | 44 | PARA FATS / FORMULA |
| HERRAJE DE MONTAJE POSTE FAT, HUB BOX y CLOSURE | 94 | 2 x FAT, 2 x HUB BOX |
| CIERRE DE EMPALME XBOX SSC2807FX12B | 1 | XBOX |
| CIERRE DE EMPALMETE SSC2823-SH-8B 14261249 HW | 3 | HUB BOX |
| ORDENADOR DE FIBRA HUBBOX ITC2101W | 3 | FORMULA |
| MUFA 144 | - | |
| CABLE ADSS 4000N 144 HILOS F.O.SM | - | |
| CABLE ADSS 4000N (68186) 96 HILOS F.O.SM | - | |
| CABLE ADSS 4000N (69186) 48 HILOS F.O.SM | - | |
| CABLE ADSS 4000N (69186) 24 HILOS F.O.SM | - | |
| CANTIDAD DE POSTES ELECTRICOS | 149 | |
| CANTIDAD DE POSTES 9 MTS | 22 | |
| CANTIDAD DE POSTES 11 MTS | - | |
| METRADO LINEAL | 3100 | CABLE PRECONECTORIZADO |

Figura 59. Materiales QUICK ODN
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 60 se muestra los materiales totales usados en red de planta externa del nodo PAYN013-F, como ferreterías y red pasiva FTTH el cual da un costo aproximado de 42063 soles.

| CUANTIFICACION DE MATERIALES | | |
|---|--|---|
|  | | PLANO: CONTRATISTA: |
| | | PAYN013-F CICSA PERU S.A.C |
| ITEM | Descripción | Unidades |
| 1 | HEBILLA PARA FLEJE METALICO 5/8 | 444 |
| 2 | FLEJE DE ACERO INOXIDABLE 5/8 MAR205 | 10.38032787 |
| 3 | CABLE DE ACERO 6N x 7H + FC GALVANIZADO RECUBIERTO PVC TRANS | 4519.4 |
| 4 | CABLE PRECO DISTRIBUCION DUAL CORE E0SDC055 - DLC 100m | 0 |
| 5 | CABLE PRECO DISTRIBUCION DUAL CORE E0SDC056 - DLC 150m | 43 |
| 6 | CABLE PRECO DISTRIBUCION DUAL CORE E0SDC112 - DLC 200m | 1 |
| 7 | CABLE MPO PRECO EOCAPAC43 - MPO 300 m | 3 |
| 8 | CHAPA DE SUSPENSION DIELECTRICA-BRAQUELITA | 0 |
| 9 | SUJETADOR DE TRAMO-CHAPA Q | 0 |
| 10 | CIERRE DE EMPALME FAT SSC2816-SM-9 | 11 |
| 11 | CIERRE DE EMPALME FAT SSC2816-SM-11U | 33 |
| 12 | ORDENADOR DE FIBRA HUBBOX ITC2101-W | 3 |
| 13 | ORDENADOR DE FIBRA FAT ITC3105 | 44 |
| 14 | CINTILLO NYLON 25 CM | 0 |
| 15 | SUJETADOR FAT DE 21.0 CM + SUJETADOR PARA CABLE MENSAJERO 1/8" (ROSCA Y PERNO) | 43 |
| 16 | Accesorio de Montaje poste FAT & Hub box | 6 |
| 17 | GRILLETE PARA CABLE DE ACERO | 648 |
| 18 | PLACA IDENTIFICADORA P/ CABLE F.O TRONCA | 96 |
| 19 | CINTA METÁLICA 16 | 0 |
| 20 | HERRAJE DE TENSION TIPO D (CLE) | 308 |
| 21 | AISLADOR TIPO CARRETE CON CLEVES | 308 |
| 22 | CUÑA CONICA HEMBRA + CUÑA CONICA MACHO (KIT DROP COD. 000006880) | 289 |
| 23 | OMEGA CON GANCHO (KIT DROP COD. 000006880) | 200 |
| 24 | HERRAJE DE EXTENSION 60CM, PERNO 1/2" x 2", TUERCA Y ARANDELA DE PRESION | 0 |
| 25 | HERRAJE DE EXTENSION 40CM, PERNO 1/2" x 2", TUERCA Y ARANDELA DE PRESION | 0 |
| 26 | CIERRE EMPALME SSC2823-SH-8B 14261249 HW | 3 |
| 27 | HERRAJE DE EXTENSION ESPECIAL DE 100 CM | 0 |
| 28 | CRUCETA PARA DESARROLLO DE CABLE | 1 |
| 29 | MPO PIGTAIL SS-OP-MPO-SC-S-1.5 | 1 |
| 30 | CIERRE DE EMPALME XBOX SSC2807-FX-12-B | 1 |
| 31 | CHAPA DE SUSPENSION DIELECTRICA-BRAQUELITA | 8 |
| 32 | SUJETADOR DE TRAMO-CHAPA Q | 8 |
| 33 | CINTA METÁLICA 10 | 195 |
| 34 | CINTILLO AMARRACABLE 38 CMBLE 38 CM | 400 |

Figura 60. Materiales usados en nodo PAYN013-F
Fuente. Elaboración propia

3.3 Resultados

3.3.1 Análisis e ingeniería de diseño

- De acuerdo al catastro y los datos correspondientes en el plano AutoCAD enviado por el área técnica, se realizó el diseño propuesto de los planos Unilineal y Unifilar, diseñando una red FTTH para los 700 HP, como muestra la Figura 36, el cual abarca el área del nodo PAYN013-F. Además, se usó los postes eléctricos como puntos de apoyo para la proyección de la red ODN como la fibra óptica, cajas XBOX, HUB BOX y FAT.
- En calles donde no había puntos de apoyo y evitar postes eléctricos con transformadores se proyecta inicialmente 33 postes como muestra la Figura 32 para lograr cubrir el área en su totalidad y no dejar áreas sin coberturas.
- Los planos unifilar y unilineal se le asignó el Buffer 07 y sus hilos correspondientes desde el 73 hasta el 83 de la fibra óptica ADSS de 144 hilos. El diseño inicia en el SITE CHAUPIMARCA PASCO, recorre por fibra ADSS de 144 hilos hasta una mufa tradicional, luego continúa por fibra ADSS de 144 hilos y llega al XBOX donde se fusiona los 11 hilos del Buffer 07 asignado como muestra la Figura 37. En topología de cascada son conectadas con fibra preconectorizada de 12 hilos y llega a los HUB BOX 1 usando hilos 73,74,75 y 76, al HUB BOX 2 usando hilos 77,78,79 y 80 y al HUB BOX 3 usando hilos 81, 82 y 83. La ubicación de los FAT está en la topología árbol donde desde los HUB BOX 01 reparte los FAT 1 al 16, representada en la Figura 38, desde el HUB BOX 02 reparte los FAT 17 al 32, representada en la Figura 39 y el HUB BOX 03 reparte a los FAT 33 al 44, representada en la Figura 40.
- Se realizó un cálculo de potencias en los FAT con la Ecuación 03, donde se verifica potencias calculadas son mayores a la potencia mínima requerida para el funcionamiento que requiere el equipo ONT que se instala en las casas o negocios de los abonados. Finalmente se realizó permisos municipales para trabajar en el área donde se desea implementar la red FTTH y permisos para la compañía eléctrica para el uso de postes eléctricos en buen estado.

3.2.2 Implementación de red en planta externa

- Durante la fase de implementación, se llevaron a cabo diversas tareas para desplegar con éxito la red FTTH con tecnología QUICK ODN de HUAWEI. En primera instancia, se instalaron 22 postes de 9 metros de altura, según se observa en la Figura 52.
- En el proceso de la instalación de la caja XBOX, como se muestra en la Figura 43 se fusionó los 12 hilos asignados de la fibra troncal ADSS de 144 hilos, organizando las fusiones correctamente en las bandejas y se acondiciona en poste como la Figura 44. Se ubica los HUB BOX como la Figura 46 y FAT en los postes como la Figura 47, usando adecuadamente las ferreterías y acomodando la reserva de fibra óptica correctamente. También se deja etiquetas de identificación de cada extremo del cable
- Se actualiza las rutas de acuerdo a la implementación en campo de la fibra óptica de cada distribución de los HUB BOX 01 como muestra la Figura 48, del HUB BOX 02 como muestra la Figura 49 y del HUB BOX 03 como muestra la Figura 50.
- Como parte del proceso de calidad, en campo se llevaron a cabo mediciones de reflectometría en los 44 FAT con el POWER METER y OTDR, validando que la potencia en los puertos de los FAT es inferior a los -27 dBm.

3.2.3 Validación de la red FTTH

- Se corrobora la instalación correcta de los 22 postes, se valida la superficie y su resanamiento, rotulado del código, poste recto y coordenadas de su ubicación como muestra la Figura 54.
- Se valida la correcta instalación de la red ODN, como ferreterías, XBOX, SUB BOX, FAT y fibra óptica en postes, cajas de distribución y medios tramos, reservas con sus respectivas crucetas como muestra la Figura 55. Además, el cuantificado de los materiales si coinciden con los planos actualizados de AutoCAD como muestran los Anexos 02 y 03.
- Se valida potencias superiores a la mínima requerida por la ONT en los 44 FAT en la frecuencia 1490. En el OTDR se valida los eventos del enlace medido desde el puerto del 44 FAT hasta el SITE. Se verifica que la distancia más larga es de 10659 metros aproximadamente y las pérdidas son mínimas

en cada tramo, ya que según el gráfico no hay caídas tan pronunciadas como muestra la Figura 57. También las medidas del OLTS se verifica en la frecuencia 1310, 1550 y 1625 nm y están dentro de los márgenes y no exceden la pérdida mínima que requiere la ONT para su buen funcionamiento como muestra la Figura 59.

- Desde la finalización del despliegue de la red ODN en PAYN013-F se verificó que hay clientes que usan la red FTTH implementada. El eje vertical indica la cantidad de ONT encendidos y el horizontal son las fechas. El gráfico azul representa cuantos ONT están encendidos en una fecha específica.

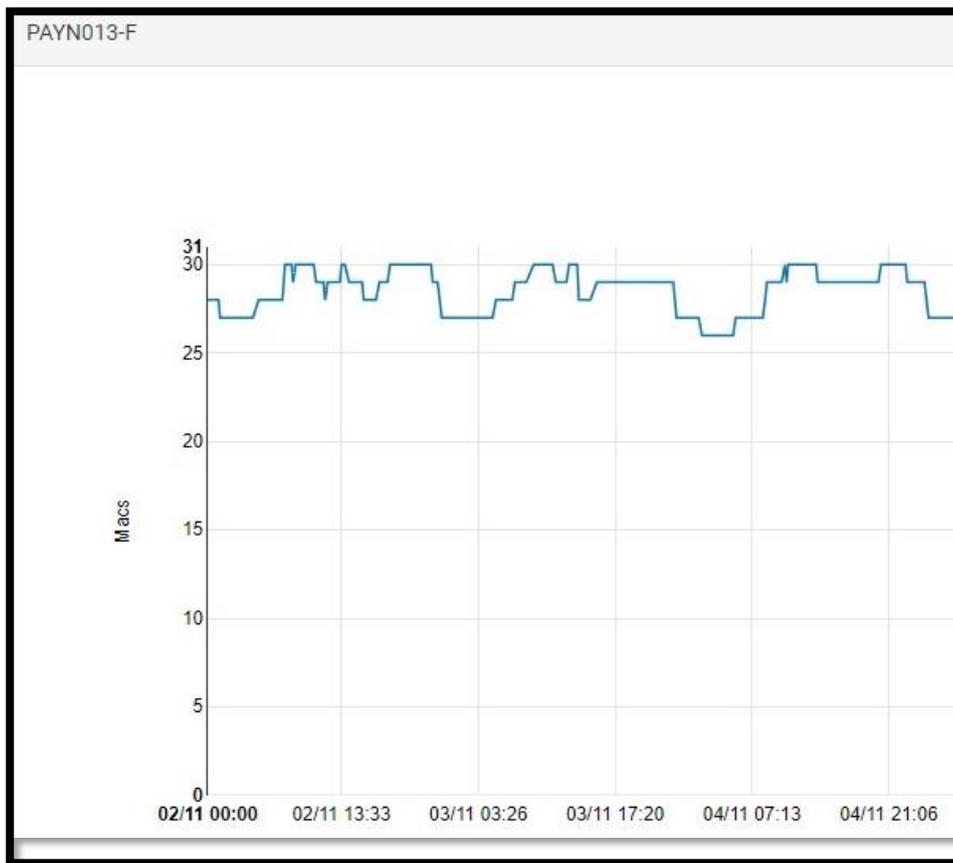


Figura 61. Gráfico de abonados activos en el plano PAYN013-F
Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

- Gracias al análisis e ingeniería de diseño, se verifica la importancia de todo este estudio para asignar los hilos de fibra óptica, ubicación de las cajas de distribución de la red ODN en campo. Gracias a esto se tiene una visión global de todo el proceso para la implementación del nodo PAYN013-F, además de realizar plan de trabajo, estimar la cantidad de materiales a usar y un precio estimado.
- La implementación se llevó a cabo conforme a las normativas de la ITU y diseño propuesto. En el campo, se logró abarcar el área destinada para los 700 hogares y negocios, asegurando una conectividad a Internet de alta calidad gracias a los resultados que superan los valores mínimos de potencia. Durante el proceso de implementación, se confirmó la eficacia del despliegue rápido de la red ODN, evidenciando su superior velocidad en comparación con las implementaciones tradicionales. Este enfoque se destaca por la reducción de empalmes en las cajas distribuidoras y la preparación previa de los extremos de los cables preconectorizados, lo cual resulta en una ejecución más ágil en menos días y con la necesidad de menos personal, generando a su vez una reducción de costos. La Figura 62 presenta una comparativa de precios estimado y la duración aproximada entre una red FTTH convencional y la red FTTH implementada con la tecnología QUICK ODN. Donde la implementación FTTH tradicional tendría 10 días de implementación, la mano de obra costaría la suma del precio del Anexo 8 y Anexo 9. La instalación de postes se mantiene como muestra el Anexo 1 y el precio de los materiales instalados es el precio que muestra el Anexo 7, dando un total de 71513 soles en la implementación de red tradicional. En cambio, la implementación de la red FTTH con QUICK ODN es en 6 días, el precio de la mano de obra es el Anexo 9, el precio del poste

es el Anexo 1 y el precio de materiales es como se muestra en la Figura 60, dando un total de 63703 soles.

| | FTTH TRADICIONAL | FTTH QUICK ODN |
|------------------------|------------------|----------------|
| DIAS DE IMPLEMENTACION | 10 | 6 |
| MANO DE OBRA DE F.O. | S/ 16,425.00 | S/ 11,545.00 |
| INSTALACION DE POSTES | S/ | 10,095.00 |
| MATERIALES | S/ 44,993.60 | S/ 42,063.00 |
| TOTAL | S/ 71,513.60 | S/ 63,703.00 |

Figura 62. Liquidación de acuerdo a la tecnología
Fuente: Elaboración propia

- Se corrobora por medio de las fotografías tomadas de la red ODN que las ferreterías, materiales y postes se encuentran bien acondicionadas e instaladas. Además, que las mediciones realizadas de la red implementada están por encima de la sugerida. Los resultados presentados en la Figura 34, obtenidos mediante la aplicación de la Ecuación 03, revelan valores más cercanos al mínimo deseado en comparación con los datos de la Figura 56, los cuales fueron medidos utilizando el equipo POWER METER. Esta diferencia positiva obtenidas por el POWER METER, que oscila aproximadamente entre 0.5 y 1.1 dBm, se atribuye a la correcta implementación en campo, por las fusiones realizadas por los técnicos, así como las pérdidas inherentes a la tecnología de HUAWEI, dado que tanto los splitter como los conectores presentan niveles mínimos de pérdida sin errores humanos.

Recomendaciones

- Al levantar información en campo, se debe tener un GPS para coger una buena ubicación del poste, para que al momento de corregir las ubicaciones no sean tan amplias las reubicaciones en AutoCAD, además se debe considerar cables preconectorizados de 12 y 2 hilos de menor longitud para no tener mucha reserva. También se debe considerar rutas de respaldo ya que las conexiones de los HUB BOX son en cascada.

- Durante la fase de implementación del tendido de fibra óptica, se recomienda proporcionar capacitación al personal técnico, detallando el funcionamiento de la tecnología QUICK ODN de HUAWEI. Esto asegurará que se maneje con el debido cuidado durante la instalación, evitando pérdidas al manipular los cables preconectorizados y las cajas de distribución. Además, se enfatiza la importancia de evitar la manipulación de los puertos preconectorizados en las cajas distribuidoras con las manos sucias al realizar mediciones y tener precaución al conectar y desconectar, ya que estos puertos cuentan con una posición única, y forzarlos en una posición incorrecta podría resultar en la rotura del conector.
- Durante la revisión del proyecto, el plano UNILINEAL de AutoCAD y reporte fotográfico enviado por el ingeniero de campo, debe estar todas las observaciones y actualizaciones realizadas en campo, debido a que, si falta alguna información, dilataría el tiempo haciendo que se demore más la liquidación y cierre del proyecto al volver revisar el proyecto.

Bibliografía

- ANSI Introduction*. (1918). American National Standards Institute - ANSI.
<https://www.ansi.org/about/introduction>
- ANSI/TIA/EIA 598-A. (1995). *Optical Fiber Cable Color Coding*.
https://www.commtech.co.th/wp-content/uploads/2022/08/feismo.com-cabling-standard-tia-598-a-fo-cable-color-codingpdf-pr_38afd9168636acce42598290a367939.pdf
- CISCO. (2018, noviembre 30). *Gestión del ancho de banda en los modelos RV130 y RV130W*.
https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/smb/routers/cisco-rv-series-small-business-routers/smb5014-bandwidth-management-on-the-rv130-and-rv130w.html
- Derechos y obligaciones de los abonados, clientes y usuarios—Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. (2019, abril 26). *Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones - Promovemos el desarrollo armónico del sector de las telecomunicaciones, radio, televisión y las TIC , mediante la administración y regulación eficiente del espectro radioeléctrico y los servicios*. <https://www.arcotel.gob.ec/derechos-de-los-abonados-clientes-y-usuarios/>
- El UIT-T en breve*. (1932). ITU. <https://www.itu.int:443/es/ITU-T/about/Pages/default.aspx>
- G.984.1 : *Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Características generales*. (2008, marzo 29). <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.1-200803-l/es>
- G.984.2 : *Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la capa dependiente de los medios físicos*. (2019, agosto 29). <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.2-201908-l/es>
- G.984.3 : *Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la capa de convergencia de transmisión*. (2014, enero 13). <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.3-201401-l/es>
- G.984.4 : *Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la interfaz de control y gestión de la terminación de red óptica*. (2008, febrero 22). <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.4-200802-l/es>

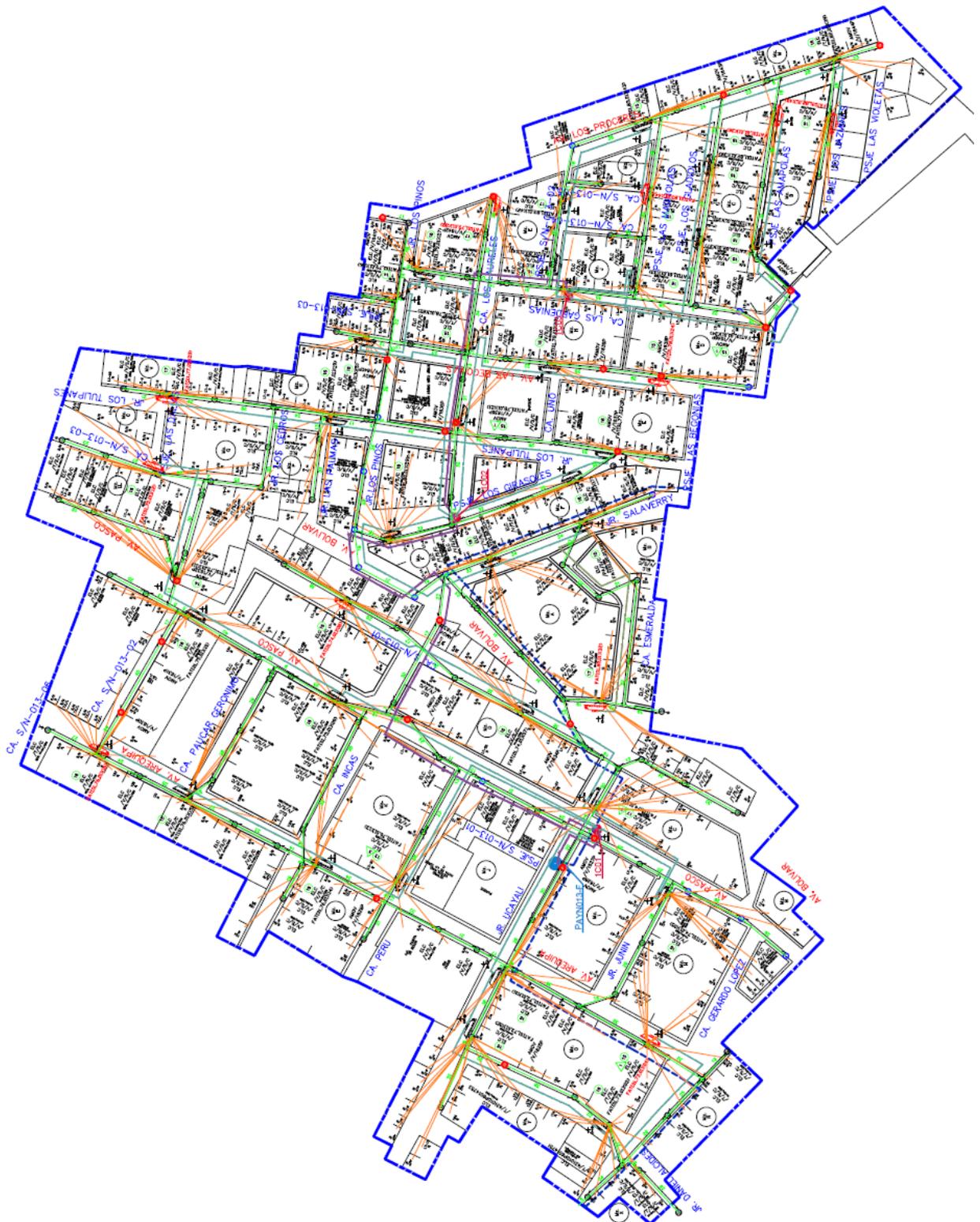
- G.984.5 : *Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Banda de ampliación.* (2022, febrero 13). <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.5-202202-l/es>
- G.984.6 : *Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabit (GPON): Extensión del alcance.* (2008, marzo 29). <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.6-200803-l/es>
- GESTIÓN, N. (2020, octubre 25). *Huancavelica, Loreto, y Pasco son las regiones con la menor velocidad de internet en Perú | ECONOMIA.* Gestión; NOTICIAS GESTIÓN. <https://gestion.pe/economia/huancavelica-loreto-y-pasco-son-las-regiones-con-la-menor-velocidad-de-internet-en-peru-noticia/>
- Hecht, J. (1999). *The laser guidebook* (2.^a ed.). McGraw-Hill Professional. <http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=32bda0b77fbf8713649218f7fe4d451e>
- Hecht, J. (2004). *City of light: The story of fiber optics* (revised&expanded). Oxford University Press, USA. <http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=1ecf14dcbd1e7b32c342ee2ac15e19a8>
- Keiser, G. (2006). *FTTX Concepts and Applications* (1.^a ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/047176910X>
- Lam, C. F. (Ed.). (2007). *Passive optical networks: Principles and practice.* Elsevier/Academic Press.
- Large, D., & Farmer, J. (2009). *Broadband cable access networks: The HFC plant.* Morgan Kaufmann/Elsevier.
- Optronics venta de las Telecomunicaciones y fibra óptica en México.* (2022, enero 1). Fibremex Productos de Fibra Óptica y Telecomunicaciones En México. <https://www.optronics.com.mx>

Anexos

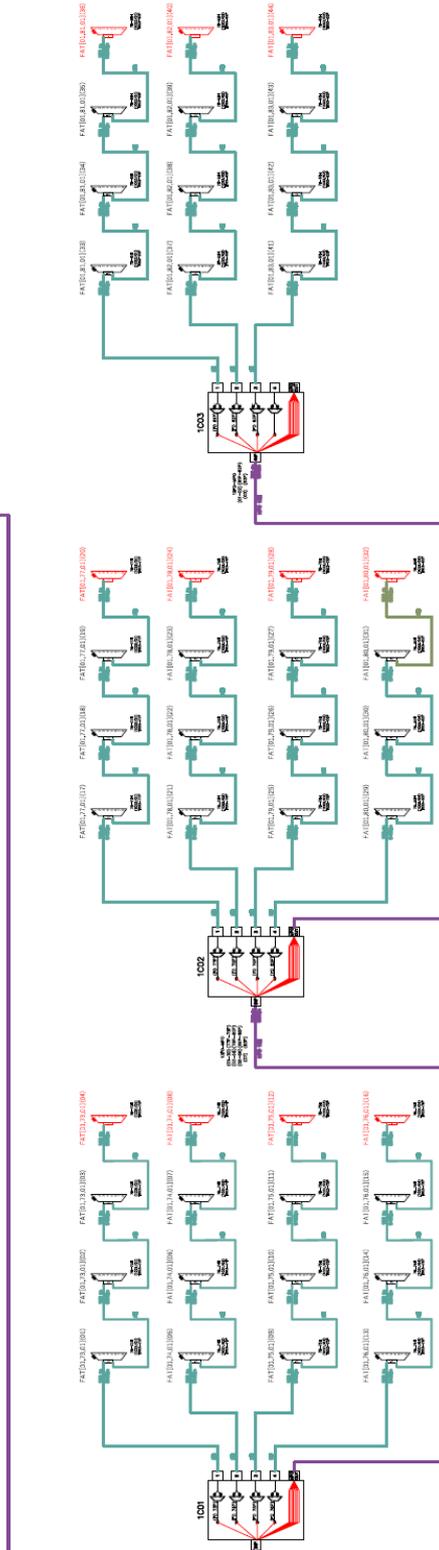
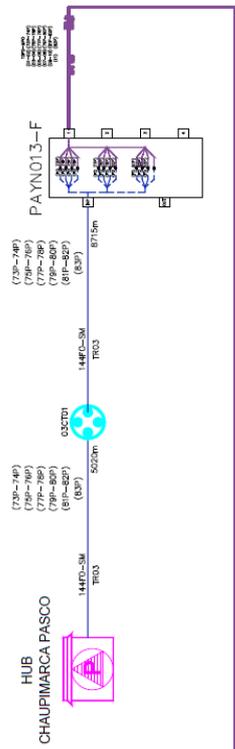
Anexo 1. Valorización de instalación de postes

| VALORIZACION DE OBRA - PROYECTO FTTH | | | | | |
|--|------------------------|------|--------------------|----------------|-----------------|
| PROVINCIA : Pasco | | | | | |
| DISTRITO : Yanacancha | | | | | |
| OBRA : INSTALACION DE POSTES CAC 9 MTS | | | | | |
| Item | Descripción | Und. | Costo Unitario S/. | Cantidad (und) | Costo Total S/. |
| Material | | | | | |
| 1 | Poste 9/250 C. Perilla | Und. | 288.00 | 22 | 6,336.00 |
| Mano de Obra | | | | | |
| 1 | Instalación de poste | Und. | 100.90 | 22 | 2,219.80 |
| Sub-Total | | | | | 8,555.80 |
| IGV (18%) | | | | | 1,540.04 |
| Total S/. | | | | | 10,095.84 |
| NOTA: Los costos incluyen herramientas, materiales y transportes necesarios para la instalación de los postes. | | | | | |

Anexo 2. Plano del diseño PAYN013-F



Anexo 3. Plano del diagrama PAYN013-F





EchoLife EG8145V5 Datasheet

EchoLife EG8145V5, an intelligent routing-type ONT

Overview



Device Parameters

| | | | |
|---|--|----------------------------------|-----------------------------------|
| Dimensions (H x W x D) (without external antenna and pads) | 30 mm x 173 mm x 120 mm (without external antenna and pads) | System power supply | 11–14 V DC, 1.5A |
| Weight | About 250 g | Static power consumption | 5.3 W |
| Operating temperature | 0°C to 40°C | Maximum power consumption | 18 W |
| Operating humidity | 5% RH to 95% RH (non-condensing) | NNI | GPON |
| Power adapter input | 100–240 V AC, 50/60 Hz | UNI | 1POTS + 4GE + 2.4G/5G Wi-Fi+ 1USB |
| Indicators | Power/PON/LOS/LAN/TEL/USB/WLAN/WPS | Optical Connector | SC/APC |

Anexo 5. DATA SHEET de Power Meter

Optical Power Expert

SPECIFICATIONS^a

| CONFIGURATIONS | PX1 | | PX1-PRO | |
|-----------------------------------|--|------------------------|--|------------------------|
| | PX1-S | PX1-H | PX1-PRO-S | PX1-PRO-H |
| Power measurement range (dBm) | 10 to -70 | 26 to -50 ^b | 10 to -70 | 26 to -50 ^b |
| Power uncertainty | ±5% ^c | | | |
| Measurement units available | dB, dBm, Watt (W, mW, nW, pW) | | | |
| Wavelength measurement range (nm) | 830 to 1625 | | 780 to 1650 | |
| Calibrated wavelengths (nm) | 11 calibrated wavelengths: 830, 850, 980, 1300, 1310, 1450, 1490, 1550, 1577, 1590, 1625 | | 45 calibrated wavelengths: 800, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880, 910, 980, 1270, 1280, 1290, 1300, 1310, 1320, 1330, 1340, 1350, 1370, 1390, 1410, 1430, 1450, 1460, 1470, 1480, 1490, 1500, 1510, 1520, 1530, 1540, 1550, 1560, 1570, 1577, 1580, 1590, 1600, 1610, 1620, 1630, 1640, 1650 | |
| Auto-wavelength recognition | No | | Yes ^d | |
| Auto-wavelength switching | No | | Yes ^e | |
| Wavelength bundles | No | | Yes | |
| Visual fault locator | No | | Yes (3 modes—continuous, 1 Hz, 4 Hz) | |
| Tone detection | 270 Hz, 330 Hz, 1 kHz, 2 kHz | | | |

Anexo 6. DATA SHEET OTDR

| TECHNICAL SPECIFICATIONS (in-line power meter) ^{h, b} | |
|--|---|
| Input power range (dBm) | 1490 nm: -65 to 18 1550 or 1577 nm: -50 to 28 |
| PON power meter (nm) | Two channels: 1490/1550 |
| Broadband power meter (nm) | One channel: 1270 to 1625 |
| Power uncertainty (dB) ^a | ±0.2 |
| Calibrated wavelengths (nm) | 1310, 1490, 1550 and 1625 |
| PON power meter spectral band (nm) | 1450 to 1530 |
| Broadband power meter spectral band (nm) | 1270 to 1625 |
| PON power meter selectable wavelengths (nm) | 1490, 1550, 1490/1550 |
| Broadband power meter selectable wavelengths (nm) | 1270, 1290, 1310, 1330, 1350, 1370, 1390, 1410, 1430, 1450, 1470, 1490, 1510, 1530, 1550, 1570, 1577, 1590, 1610, 1625 |
| Display resolution (dB) | 0.1 |
| PON power meter ORL (dB) ^a | -55 |
| Broadband power meter ORL (dB) ^a | -50 |

a. All specifications valid at 23 °C ± 2 °C with an FC/APC connector, unless otherwise specified.

b. Typical.

c. Typical dynamic range with longest pulse and three-minute averaging at SNR = 1.

d. Typical, for reflectance from -35 dB to -55 dB, using a 3-ns pulse.

e. Typical, for reflectance at -55 dB (at 1310 nm), using a 3-ns pulse. Attenuation dead zone at 1310 nm is 3.5 m typical with reflectance below -45 dB.

f. Non-reflective FUT, non-reflective splitter, 13-dB loss, 50-ns pulse, typical value.

g. Does not include uncertainty due to fiber index.

h. Specifications valid when OTDR not functioning or in idle mode.



Anexo 7. Presupuesto FTTH tradicional

| ITEM | DESCRIPCION | CANT. | UDM | PRECIO UNT | PRECIO TOTAL |
|------|---|----------|-----|------------------|--------------|
| 1 | HEBILLA PARA FLEJE METALICO 5/8 | 444.00 | UND | S/ 1.10 | S/ 488.40 |
| 2 | FLEJE DE ACERO INOXIDABLE 5/8 MAR205 (BAND IT) | 10.38 | UND | S/ 133.43 | S/ 1,385.05 |
| 3 | CABLE DE ACERO 6N x 7H + FC GALVANIZADO RECUBIERTO PVC TRANS | 4,519.40 | MT | S/ 0.75 | S/ 3,389.55 |
| 4 | CABLE ADSS 4000N (69186) 24 HILOS F.O.SM | 6,500.00 | MT | S/ 3.63 | S/ 23,595.00 |
| 5 | CAJAS NAP 8 PUERTOS | 44.00 | UND | S/ 205.00 | S/ 9,020.00 |
| 6 | GRILLETE PARA CABLE DE ACERO | 648.00 | UND | S/ 0.55 | S/ 356.40 |
| 7 | HERRAJE DE TENSION TIPO D (CLE) | 308.00 | UND | S/ 2.90 | S/ 893.20 |
| 8 | AISLADOR TIPO CARRETE CON CLEVES | 308.00 | UND | S/ 1.90 | S/ 585.20 |
| 9 | CUÑA CONICA HEMBRA + CUÑA CONICA MACHO (KIT DROP COD. 000006880) | 289.00 | UND | S/ 6.20 | S/ 1,791.80 |
| 10 | OMEGA CON GANCHO (KIT DROP COD. 000006880) | 200.00 | UND | S/ 3.90 | S/ 780.00 |
| 11 | DOME CLOSSURE 48/24/12 CORES | 4.00 | UND | S/ 500.00 | S/ 2,000.00 |
| 12 | CRUCETA PARA DESARROLLO DE CABLE | 1.00 | UND | S/ 27.00 | S/ 27.00 |
| 13 | CHAPA DE SUSPENSION DIELECTRICA-BRAQUELITA | 8.00 | UND | S/ 7.42 | S/ 59.36 |
| 14 | SUJETADOR DE TRAMO-CHAPA Q | 8.00 | UND | S/ 2.30 | S/ 18.40 |
| 15 | CINTA METÁLICA 10 | 195.00 | UND | S/ 0.75 | S/ 146.25 |
| 16 | CINTILLO AMARRACABLE 38 CMBLE 38 CM | 400.00 | UND | S/ 0.10 | S/ 40.00 |
| 17 | SUJETADOR FAT DE 21.0 CM + SUJETADOR PARA CABLE MENSAJERO 1/8" (RO) | 44.00 | UND | 9,5 | S/ 418.00 |
| | Precio Total | | S/ | 44,993.61 | |

Anexo 8. Presupuesto de mano de obra por fusiones y conectores FTTH tradicional.

| | | | | |
|--|-------|-----|--------------|-------------|
| Cantidad de puntos de fusiones | 66.00 | UND | S/ 55.00 | S/ 3,630.00 |
| Preparacion de conectores extremos en cables | 50.00 | UND | S/ 25.00 | S/ 1,250.00 |
| | | | Precio total | S/ 4,880.00 |

Anexo 9. Mano de obra por 6500 metros por 6 días.

| VALORIZACION DE OBRA - PROYECTO FTTH | | | | | | |
|--------------------------------------|--|------|--------------------|---------------|-----------------|--|
| PROVINCIA: | PASCO | | | | | |
| DISTRITO | YANACANCHA | | | | | |
| OBRA: | CONSTRUCCION DE RED DE TELECOMUNICACIONES | | | | | |
| Item | Descripción | Und. | Costo Unitario S/. | Total Metrado | Costo Total S/. | |
| | Material | | | | | |
| 1 | Fibra Optica | MI | 1.50 | 0.00 | 0.00 | |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 2 | Instalacion de cable de telecomunicaciones | MI | 1.76 | 6,560.00 | 11,545.60 | |