

NOMBRE DEL TRABAJO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED FTTH UTILIZANDO LA TEGNOLOGIA GPON EN LA ZONA 9 PLAZA DE ARMAS DE

AUTOR

CESAR ALFREDO PALACIOS RIOS

RECUENTO DE PALABRAS

16061 Words

RECUENTO DE CARACTERES

88471 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

106 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.8MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 17, 2024 9:44 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 17, 2024 9:46 PM GMT-5

● 10% de similitud general

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

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



**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.unfels.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:	Palacios Pico Cesar Alfredo
D.N.I.:	70297901
Otro Documento:	-
Nacionalidad:	Peruano
Teléfono:	922375751
e-mail:	palacios.pico.224@gmail.com

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad:	Facultad de Ingeniería y Gestión
Programa Académico:	Trabajo de Suficiencia Profesional
Título Profesional otorgado:	Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones

Postgrado

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

Datos de trabajo de investigación

Título:	Diseño e Implementación de una red FTTH utilizando la tecnología GPON en la zona 9 plaza de Armas del distrito de Huacho.
Fecha de Sustentación:	17 de Diciembre 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)	<input checked="" type="checkbox"/>

- 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)	<input type="checkbox"/>
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	<input type="checkbox"/>
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	<input type="checkbox"/>

(*) <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:

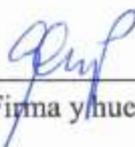
Motivos de la elección del acceso restringido:

Palacios Rios Cesar Alfredo

APELLIDOS Y NOMBRES

70294981

DNI


Firma y huella:



Lima, 27 de Mayo del 20 21

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

**ESCUELA PROFESIONAL DE ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED FTTH UTILIZANDO LA
TECNOLOGIA GPON EN LA ZONA 9 PLAZA DE ARMAS DEL DISTRITO DE
HUACHO”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

PALACIOS RIOS, CESAR ALFREDO

ORCID: 0009-0006-6815-7524

ASESOR

MORÁN MONTOYA, ENRIQUE MANUEL

ORCID: 0009-0005-2964-746X

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 16:51 horas del día 17 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 **CESAR ALFREDO PALACIOS RIOS**

Sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED FTTH UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA GPON EN LA ZONA 9 PLAZA DE ARMAS DEL DISTRITO DE HUACHO**

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 horas del día 17 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. 14°.- 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

Dedico este trabajo a mis padres y hermanos, por su amor incondicional y apoyo constante. A mi novia Guissel por su paciencia, comprensión y aliento constante, que han sido mi motor durante este arduo proceso. Y finalmente a todos aquellos que, de alguna manera, han sido parte de este viaje académico.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento a Grupo Fiberlux por otorgarme la oportunidad de progresar en mi carrera profesional, en particular al departamento de Proyectos por su continuo respaldo. La confianza en mis habilidades y su disposición constante permitió la culminación de este trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES	2
1.1 Contexto	2
1.1.1 Misión	2
1.1.2 Visión.....	2
1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo.....	3
1.2.1 Espacial.....	3
1.2.2 Temporal	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivo Específico	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Antecedentes	5
2.1.1 Antecedentes internacionales	5
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	7
2.2 Bases teóricas	9
2.2.1 Fibra Óptica.....	9
2.2.2 Fibra Monomodo	10
2.2.3 Fibra Multimodo.....	11
2.2.4 Arquitectura FTTx.....	12
2.2.5 Redes de transporte	15
2.2.6 GPON.....	15
2.2.7 OLT (Terminal de la línea óptica).....	16
2.2.8 Divisor óptico	16
2.2.9 ONT (Terminal de red óptica)	17
2.2.10 Arquitectura punto a punto.....	18
2.2.11 Arquitectura punto multipunto	18
2.2.12 Arquitectura de anillo	19
2.2.13 Caja FAT	20
2.2.14 Mufas o cajas de empalme para fibra óptica.....	21
2.2.15 Normativas y estándares GPON.....	22

2.2.16	Planta Externa	23
2.3	Definición de términos básicos	24
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL.....		27
3.1	Determinación y análisis del problema	27
3.2	Modelo de solución propuesto	28
3.2.1	Obtención de datos.....	29
3.2.2	Diseño y desarrollo técnico.....	36
3.2.3	Ejecución.....	58
3.2.4	Verificación de la red	73
3.3	Resultados	75
CONCLUSIONES		80
RECOMENDACIONES		81
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		82
ANEXOS.....		86
3.4	Anexo 1. Cronograma de trabajo	87
3.5	Anexo 2. Instalación planta horizontal, proyecto FTTH.	88
3.6	Anexo 3. Datasheet ONT EG8145V5 área comercial Nubyx.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes de la fibra óptica.....	10
Figura 2. Modo de propagación de la luz en fibra óptica monomodo.....	10
Figura 3. Modo de propagación de la luz en fibra óptica multimodo.....	11
Figura 4. Secciones transversales de fibra multimodo y monomodo.....	12
Figura 5. Arquitectura FTTX.....	14
Figura 6. FTTH GPON, componentes de la red de acceso	15
Figura 7. Concentrador Óptico OLT Standalone Gpon Lw3008c.....	16
Figura 8. Divisor óptico	17
Figura 9. Terminal de nodo óptico.....	17
Figura 10. Arquitectura punto a punto	18
Figura 11. Arquitectura punto - multipunto	19
Figura 12. Arquitectura de anillo.....	20
Figura 13. Caja FAT	21
Figura 14. Caja de empalme óptico CEO	22
Figura 15. Diagrama de flujo de las 4 etapas del proyecto.....	28
Figura 16. Panorama general del proyecto	30
Figura 17. Fotografía de HP con 1 medidor de luz	32
Figura 18. Fotografía de tienda de abarrotes, la cual se considera como comercio, con 1 medidor de luz.....	33
Figura 19. Fotografía de HP de 3 pisos y 3 medidores de luz	34
Figura 20. Plataforma Vetro, muestra la cantidad de postes, mufas, cajas FAT y cantidad de viviendas (vista 1).	35
.....	35
Figura 21. Plataforma Vetro, muestra la cantidad de postes, mufas, cajas FAT y cantidad de viviendas (vista 2).	35
Figura 22. Vista del distrito de Huacho a través del aplicativo Google Earth Pro.	36
Figura 23. Polígono de cobertura dentro del distrito de Huacho.....	37

Figura 24. Recorrido de cable alimentador desde el nodo Huacho al área de cobertura y fibra existente del proyecto Huacho.014, útil para la realización de nuestro plano.	38
Figura 25. Recorrido de laterales de fibra óptica y cajas FAT.	40
Figura 26. Unifilar zona 9 Plaza de Armas de Huacho, hasta la primera mufa existente.	41
Figura 27. Esquema representativo (Unifilar), desde la primera a la segunda mufa existente.	42
Figura 28. Esquema representativo (Unifilar), de la primera mufa proyectada SC-00176968 que debe instalar la contrata.	43
Figura 29. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la primera mufa proyectada SC-00176968.	44
Figura 30. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la primera mufa proyectada SC-00176968.	45
Figura 31. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la primera mufa proyectada SC-00176968.	46
Figura 32. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la primera mufa proyectada SC-00176968.	47
Figura 33. Esquema representativo (Unifilar), de la segunda mufa proyectada SC-00176967 que debe instalar la contrata.	48
Figura 34. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la segunda mufa proyectada SC-00176967	49
.....	50
Figura 35. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la segunda mufa proyectada SC-00176967	50
Figura 36. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la segunda mufa proyectada SC-00176967.	51
Figura 37. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la segunda mufa proyectada SC-00176967	51

Figura 38. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la segunda mufa proyectada SC-00176967.	52
Figura 39. Listado de materiales a utilizar en el proyecto zona 9 Plaza de Armas de Huacho.	55
Figura 40. Listado del costo total de materiales a utilizar en el proyecto zona 9 Plaza de Armas de Huacho.....	56
Figura 41. Mano de obra de la contrata SERFITEL en el proyecto zona 9 Plaza de Armas de Huacho.	57
Figura 42. Red alimentadora parte 1.....	59
Figura 43. Red alimentadora parte 2.....	60
Figura 44. Ubicación del OLT en gabinete en el SITE Huacho - 043.....	62
Figura 45. Cuarto térmico donde se ubican la OLT y ODF en el SITE Huacho - 043.....	63
Figura 46. Ubicación del ODF en el SITE Huacho - 043.	64
Figura 47. Supervisor de la contrata SERFITEL brindando charla de seguridad .	65
Figura 48. Contrata Serfitel realizando el aprovisionamiento de la mufa SC-00176862.....	66
Figura 49. Contrata Serfitel realizando el aprovisionamiento de la mufa SC-00176862.....	68
Figura 50. Poste eléctrico, propiedad de ENEL donde ira finalmente la mufa.	69
Figura 51. Aprovisionamiento final de la mufa.....	70
Figura 52. Rotulación e instalación final de caja FAT con divisor óptico de 1x16	71
Figura 53. Foto final del aprovisionamiento de la caja FAT.	72
.....	74
Figura 54. Caja FAT-00200323 (Máximo permitido hasta -23dBm).....	74
Figura 55. Prueba de iOLM en caja FAT- 00200323	75
Figura 56. Gráfico de HP y presencia en el mercado del proyecto zona 9 Plaza de Armas de Hucho	76
Figura 57. Gráfico del promedio de potencias de salida de todas las cajas FAT .	78

Figura 58. Test de velocidad de acceso a internet con tecnología de cobre HFC 79

Figura 59. Test de velocidad de acceso a internet con tecnología FTTH. 79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	31
Cantidad de postes proyectados y eléctricos de media y baja tensión para el proyecto zona 9 Plaza de Armas de Huacho.	31
Tabla 2.....	39
Leyenda de colores de FIBRA.	39
Tabla 3.....	53
Relación de puertos por cajas FAT y demanda de viviendas por zona.	53
Tabla 4.....	54
Span de fibra marca Fiberhome y Opticimes	54
Tabla 5.....	54
Características de la mufa marca OPF.....	54
Tabla 6.....	57
Mano de obra de la contrata Serfitel	57
Tabla 7.....	73
Verificación de la red FTTH mediante prueba de medición y rango de potencias optimas	73
Tabla 8.....	76
Lista final de potencias optimas del total de puertos por caja FAT, ubicadas en la zona 9 Plaza de Armas de Huacho.	76

RESUMEN

Este trabajo fue realizado en la empresa Grupo FIBERLUX y se enfocó en desarrollar el proceso de diseño e implementación de una red FTTH en la zona 9 Plaza de Armas del distrito de Huacho. La creciente necesidad de servicios de internet en este distrito, agravada por la pandemia, resultó en una congestión de la red preexistente basada en tecnología HFC, impactando adversamente las actividades en línea, incluyendo la educación a distancia y el trabajo remoto. Con el fin de hacer frente a esta situación, se planteó la implementación de una red FTTH. Esta tecnología proporcionaría velocidad y un alcance de transferencia de datos mayor a la tecnología actualmente usado en la zona.

El proyecto comenzó con la recopilación de datos en el área, que posteriormente fue validada durante la fase de diseño, para asegurar que la infraestructura eléctrica existente fuera adecuada para la instalación de la nueva red. Se aprovechó tanto la infraestructura eléctrica ya existente como la posibilidad de instalar postes adicionales en caso de que los postes existentes estuvieran en mal estado. Se realizó la solicitud de los materiales necesarios a través del departamento de logística y se llevaron a cabo todas las gestiones legales en colaboración con el departamento de permisos. Esto incluyo solicitar a la empresa Enel la autorización de uso de postes eléctricos para la instalación de la red, así como gestionar los permisos requeridos a las autoridades públicas pertinentes en el distrito de Huacho siguiendo el diseño previamente establecido. Después de todos los permisos necesarios, se procedió con la ejecución de la red FTTH, asegurándose de cumplir todas las regulaciones vigentes.

Al concluir la implementación de la red FTTH en la zona 9, se llevó a cabo la verificación de la red, para garantizar se cumpliera con las normativas nacionales e internacionales vigentes y que funcionara según lo planificado.

INTRODUCCIÓN

En la realidad actual, hay una creciente necesidad de ampliar la capacidad de transmisión para las comunicaciones, especialmente evidente durante el COVID-19, según OSIPTEL en 2021. Este incremento en la demanda ha llevado a los proveedores de internet a buscar nuevas formas de abordar este desafío, usando la fibra óptica como respuesta para brindar redes de alta velocidad (Osipitel, 2023).

Para la instalación de servicios de internet en domicilio, se despliega el uso de la infraestructura FTTH (Fiber to The Home). Esta tecnología usando técnicas de división de señal brinda servicios de fibra óptica desde el proveedor de servicios de internet hasta el cliente. Las redes FTTH se emplean en servicios que requieren un mayor ancho de banda, como es el caso de los servicios de triple play.

Conforme a lo antes mencionado, el propósito de este trabajo de suficiencia profesional consiste en desarrollar el diseño e implementación de una red basada en la tecnología FTTH, con la finalidad de proporcionar acceso a internet de alta velocidad en la zona 9 Plaza de Armas de Huacho. El trabajo se organiza en tres capítulos: El primer capítulo se abordan los detalles generales del proyecto, incluyendo la ubicación en la que la empresa llevó a cabo su labor y la delimitación de los objetivos clave. El segundo capítulo explora los antecedentes al proyecto actual, del mismo modo conceptos teóricos asociados a la implementación de redes FTTH.

Para concluir, el último capítulo presenta la solución propuesta, detallando el diseño e implementación del proyecto.

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1 Contexto

Grupo Fiberlux inició sus operaciones el 16 de abril del 2014 y es una empresa peruana del sector de las telecomunicaciones situada en el distrito de Miraflores, Lima. La compañía cuenta con dos razones sociales, Redes Ópticas del Perú SAC y Nubyx las cuales brindan servicios a nivel corporativo y el hogar. El enfoque de la empresa es proporcionar servicios de internet por medio de la instalación de redes FTTH.

Actualmente laboro como Coordinador de Proyectos en el departamento de Proyectos de la compañía Grupo Fiberlux, permitiendo desarrollarme profesionalmente en el mundo de las telecomunicaciones.

Mi objetivo profesional es contribuir al avance de la ingeniería de las telecomunicaciones en Perú. A través de mi trabajo de suficiencia, busco explicar el procedimiento de diseño e implementación de la red FTTH, puntualmente en la zona 9 Plaza de Armas del distrito de Huacho.

1.1.1 Misión

Promover el progreso de más ciudadanos peruanos a través de la disponibilidad y el acceso a la tecnología. (Fiberlux, 2023).

1.1.2 Visión

Nuestro objetivo es convertirnos en la empresa tecnológica de mayor confianza y prestigio en el Perú, estableciéndose como el líder en innovación tanto para empresas como para individuos en el ámbito local. (Fiberlux, 2023).

1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo

1.2.1 Espacial

El enfoque del proyecto es satisfacer las necesidades de usuarios que deseen acceso a internet a través de tecnología FTTH, especialmente en la zona conocida como Plaza de Armas zona 9, que forma parte del distrito de Huacho.

1.2.2 Temporal

Este proyecto se llevó a cabo en los meses de Julio y Septiembre, abarcara 4 actividades. El cual comprende los siguientes pasos: Obtención de datos, diseño y desarrollo técnico, ejecución y validación de la red. Revisar anexo 1.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Diseñar e implementar una red de fibra óptica FTTH, con la finalidad de mejorar la calidad de internet en la zona 9 Plaza de Armas distrito de Huacho.

1.3.2 Objetivo Específico

- Realizar la obtención de datos enfocando el diseño e implementación de la red FTTH, siguiendo las pautas indicadas por el código Nacional de Electricidad y los protocolos de la compañía ENEL.
- Diseñar una red FTTH, con la finalidad de ofrecer conectividad a internet a 931 viviendas en la zona 9 Plaza de Armas de Huacho.
- Implementar una red FTTH en la zona 9 Plaza de Armas de Huacho desde la ubicación del SITE hasta la última caja FAT, siguiendo las normativas técnicas tanto nacionales como internacionales que sean relevantes en este contexto.

- Validar el despliegue de la red FTTH conforme las directrices establecidas por la ITUT-T G.984.X y el Grupo Fiberlux.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Cedillo y Nieto (2019) en su tesis “Análisis para la optimización del presupuesto óptico sobre última milla, mediante pruebas dentro de la red GPON de CNT en la ciudad de Azogues” argumenta que el segmento de última milla, se llevó a cabo mediciones de continuidad de potencia desde la OLT hasta la NAP en la caja de distribución. Estas mediciones se realizaron para asegurar que los niveles de potencia se encuentren dentro de los límites permitidos de acuerdo con las regulaciones decretadas por la ITU.

En última instancia, se usó cable DROP en los distritos de Javier, Azogues y Muruco, en Ecuador para la evaluar las diferentes instalaciones de última milla.

Los resultados mostraron que, aunque fue posible brindar servicios de internet a un cliente ubicado a 1 km de la posición final de la caja NAP, este no cumple con los estándares de calidad internacionales vigentes.

En relación a nuestra tesis, dichas mediciones y posteriores comparaciones del último segmento de red última milla no se abordan en nuestro trabajo.

Abdellaoui, Dieudonne y Anoir (2019) en su artículo científico “Diseño, implementación y evaluación de una red de acceso de Fibra Hasta el Hogar (FTTH) basada en una Red Óptica Giga Pasiva GPON” el objetivo de este trabajo es el de implementar en una empresa la tecnología GPON con el propósito de reducir costos. Entre las numerosas ventajas de esta tecnología se encuentra su capacidad para ofrecer servicios de triple play a través de una sola infraestructura de red.

Esta facilidad para lograr el triple play se debe a las amplias capacidades de ancho de banda del GPON, su baja latencia y un sólido soporte para la calidad de servicio. El estudio se enfocó en determinar el desempeño de la transmisión descendente de la tecnología GPON en la ciudad de Erradiatn. En esta configuración, varios clientes comparten los costos del equipo OLT, lo que se hace posible gracias al impresionante ancho de banda que GPON proporciona. Esto convierte a GPON en

una elección ideal para despliegues a gran escala de FTTH, especialmente en áreas con una mezcla de usuarios residenciales y comerciales, donde se busca una solución rentable.

El despliegue de esta red GPON se basó en la observación de parámetros como el número de usuarios residenciales, bancarios y universitarios. El estándar GPON permite que una tarjeta OLT PON admite hasta 128 ONT, lo que hace que esta solución sea de 4 a 8 veces más rentable desde una perspectiva económica.

Con el fin de atender las necesidades del usuario, se ha introducido 10G-GPON como nuevo protocolo capaz de proporcionar ancho de banda de 25 Gbit/s. Se desarrolló en respuesta a la creciente necesidad de redes de alta velocidad, ya que se anticipa la llegada de nuevas aplicaciones tecnológicas. Además, este estudio podría expandirse para incluir NG-PON2, una tecnología PON de múltiples canales que incrementa la velocidad de la fibra en un factor de 4 y ofrece ventajas significativas a los operadores y usuarios al permitir el ajuste de la ONT del cliente. Por todo lo antes mencionado y en relación con nuestra tesis, GPON abre nuevas oportunidades en el ámbito de las telecomunicaciones de alta velocidad.

Carrera (2022) en su tesis "Diseño de una red de fibra óptica basado en el estándar XGPON para la expansión de cobertura FTTH de la empresa SYSMARC.NET en la parroquia Tumbabiro".

La tesis propone que en dado el estado de la parroquia rural Tumbabiro y la nueva cobertura de red y visión de empresa, de trasladar a sus usuarios existentes a una nueva y mejorada red de fibra óptica XGPON. Junto a ello las cajas NAP de primer y segundo nivel de distribuyeron de tal manera para la creciente población de la zona en paralelo a las carreteras y vías secundarias y no centrarse en alrededores de la parroquia.

Como resultado, dos de las cuatro redes de expansión se planificaron en dirección longitudinal para brindar mejores servicios a los usuarios presentes y venideros.

Finalmente, los equipos seleccionados satisfacen las necesidades de la red en términos de potencia de emisión, recepción y velocidad de transferencia. Se ha dado prioridad a las ONT con una alta tasa de transferencia debido al crecimiento de dispositivos inteligentes en los hogares, como bombillas, enchufes y cámaras inalámbricas.

La tesis resalta la importancia de escoger los equipos de la red pasiva, ello con el propósito de cumplir con las normas ITU para redes XGPON y optimizar las distancias entre la ONT y cajas NAP de primer y segundo nivel. En consonancia con nuestra tesis, se ha subrayado la ventaja de un plan de migración que asegura que todos los usuarios mantengan su servicio, lo que podría mantener a los usuarios actuales e incluso generar ingresos en el primer año de implementación del proyecto.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Hanco (2021) en su tesis “Diseño e implementación de una red FTTH para mejorar el servicio de voz y datos en la etapa 1 del Distrito de Parcona - Ica”, argumenta que el proyecto de despliegue de la red FTTH tuvo un impacto positivo en la mejora de servicios de voz y datos de la zona, adicionalmente al desplegar la red se observó infraestructura eléctrica de buen estado, lo que produjo un menor costo en la implementación del postes eléctricos y permisos para las obras civiles.

Este diseño fue óptimo y se llevó a cabo sin dificultades significativas durante la implementación, la construcción de la red siguió las normas técnicas nacionales e internacionales. La implementación de la red FTTH fue validada mediante equipos de medición, asegurando cumplir con los estándares de calidad definidos por la operadora WOW, basados en los parámetros de aceptación según la normativa ITU-G-984. X.

En relación con el trabajo propuesto, se toma como referencia que los mismos principios de implementación y validación del proyecto son muy similares al de la empresa Fiberlux.

Quintanilla (2022) en su tesis “Diseño de una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la conectividad de internet en el distrito de Ayacucho provincia de Ayacucho, 2022”, esta implementación le permite una alta velocidad de transmisión de información. Se usó la arquitectura de anillo con el propósito de garantizar la continuidad del servicio en caso de posibles daños. Los divisores primario y secundario se conectaron a una fibra de refuerzo, asegurando el soporte continuo a la red secundaria durante el servicio. El diseño de la red logró su objetivo de

proporcionar una alta capacidad de transmisión de datos, en respuesta al creciente uso de internet en Ayacucho. La demanda se incrementó debido a la pandemia, que generó la necesidad de clases virtuales, teletrabajo y otros usos en línea. Para garantizar una transmisión de datos efectiva, se emplearon equipos clave como OLT con capacidad de 4 puertos GPON y fibra óptica de 12 hilos monomodo. Concluyendo que el diseño de la red de transporte cumplió con éxito su objetivo de minimizar el tiempo de latencia, ya que la respuesta rápida era esencial para la calidad de conexión entre usuarios y servidores. La verificación de esta latencia se realizó a través de pruebas de velocidad (medidas en μ s).

En relación a nuestro trabajo de tesis no tiene semejanza la propuesta debido a que usamos la arquitectura punto – multipunto no anillo. Sin embargo se usó los conceptos importantes de GPON y OLT del cual tomaremos como referencia en nuestro trabajo

Francisco y Rojas (2022), 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”, argumento que mediante la instalación de 128 cajas NAP se hizo posible ampliar y mejorar la cobertura de internet en la ciudad de Comatrana. Cada una de estas cajas tiene un rango de alcance de 150 metros. Mediante pruebas de potencia tanto en términos teóricos como en la práctica, se evidenció valores óptimos que aseguran la viabilidad del servicio de internet en Comatrana. Además, la evaluación de calidad realizada en el terreno demostró que la construcción del enlace desde el OLT hacia la FAT cumplió con los estándares requeridos por el operador de PEXT, asegurando así una calidad adecuada en la infraestructura de telecomunicaciones.

En nuestro trabajo propuesto, la validación de estándares requeridos de construcción no lo realiza la misma empresa (Fiberlux) sino un servicio tercerizado. Ello para agilizar los procesos de construcción y la reducción de costos de instalación.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Fibra Óptica

Medio de transmisión de datos capaz de transportar grandes volúmenes de datos a largas distancias y a velocidades muy altas (Optical Society Of America, 2002). Aprovecha haces de luz en un delgado hilo de material transparente, como vidrio o plástico. El núcleo tiene un índice de refracción mayor que el recubrimiento que lo rodea por tanto la luz se propaga a lo largo del núcleo de la fibra. Esta propiedad hace que la luz se refleje internamente en la fibra, manteniéndola confinada. (Gallardo, 2015).

En el libro Elementos de Sistemas de Telecomunicaciones de Gallardo (2015) define que la fibra óptica consta de tres componentes

- Núcleo: Porción central de fibra óptica a través del cual se propaga la luz. Su característica fundamental radica en su capacidad para retener la luz en su interior a través de la reflexión interna total, evitando que la luz se disperse y posibilitando su transmisión.
- Revestimiento: El revestimiento circunda el núcleo y posee un índice de refracción menor que este último. Su principal función consiste en conservar la concentración del haz de luz en el núcleo.
- Cubierta: La cubierta constituye la capa visible de la fibra óptica y su función primordial es proteger el núcleo como el revestimiento de posibles daños físicos, asegurando la integridad de la fibra y su capacidad para transmitir la luz de manera efectiva.

Partes de la fibra óptica

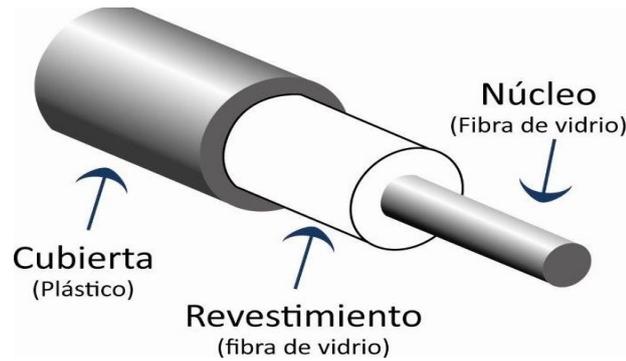


Figura 1. Componentes de la fibra óptica.

Fuente: (The Electronics Handbook, 2005)

2.2.2 Fibra Monomodo

Es un tipo de cable de fibra óptica con un núcleo estrecho que suele tener un diámetro de 8 a 10 micrómetros. Se destaca por su capacidad para permitir la propagación de un solo modo de luz a la vez, como se detalla en la Figura 2. Puede transmitir luz en un rango de longitud de onda que abarca desde los 1310 nanómetros hasta los 1550 nanómetros. El tamaño reducido del núcleo en la fibra monomodo es una de sus características distintivas, junto con la transmisión de un único impulso de luz, prácticamente elimina cualquier distorsión que pudiera surgir de la superposición de impulsos de luz (Whitaker, 2005).

Esto lo convierte en una elección eficaz para la transmisión de datos a largas distancias y velocidades elevadas. Es especialmente útil en aplicaciones donde la claridad y la integridad de la señal son críticas (Gallardo, 2015).

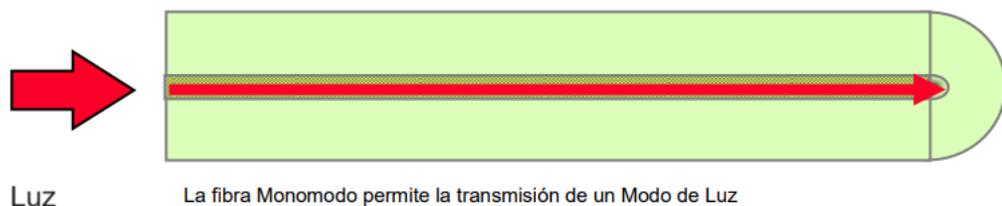


Figura 2. Modo de propagación de la luz en fibra óptica monomodo.

Fuente: (Gerónimo, 2015)

2.2.3 Fibra Multimodo

Se emplea extensamente en las comunicaciones de proximidad y es un tipo común de fibra óptica. Esta variedad de cable óptico cuenta con un núcleo más grande, generalmente de 50 o 62.5 micrómetros, permitiéndole transmitir varios modos de luz al mismo tiempo, como se observa en la figura 3, posibilitando así la transmisión de una mayor cantidad de información a través de su núcleo (Whitaker, 2005).

La distancia máxima para la transmisión de datos en un cable de fibra multimodo es de aproximadamente 550 metros a una velocidad de 10 gigabits por segundo (Gb/s). Sin embargo, es importante destacar que, aunque la fibra multimodo puede transmitir a distancias más largas, esto generalmente implica velocidades de datos más bajas. Por ejemplo, puede alcanzar distancias de hasta 2 kilómetros a una velocidad de 100 megabits por segundo (Mb/s).

Este tipo de fibra es especialmente útil en entornos donde se requiere una alta capacidad de ancho de banda a distancias relativamente cortas, como en redes locales, centros de datos y aplicaciones de comunicación en edificios (Gallardo, 2015).

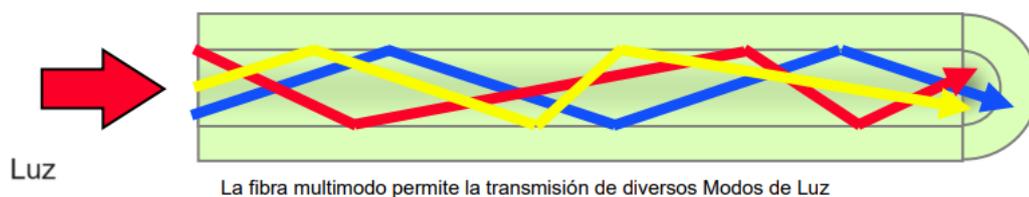


Figura 3. Modo de propagación de la luz en fibra óptica multimodo.

Fuente: (Gerónimo, 2015)

En la Figura 4, se detalla una comparativa visual de los componentes de la fibra multimodo y monomodo.

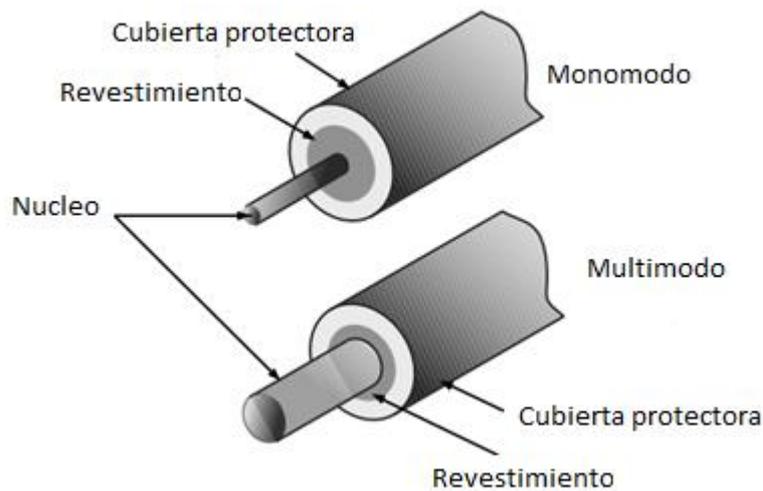


Figura 4. Secciones transversales de fibra multimodo y monomodo.

Fuente: (The Electronics Handbook, 2005)

2.2.4 Arquitectura FTTx

La tecnología FTTx (Fiber to the x) es una expresión genérica que engloba una serie de arquitecturas de redes de fibra óptica diseñadas para reemplazar, total o parcialmente, la infraestructura de cable de cobre convencional utilizada en la "última milla" de las telecomunicaciones. El término "x" en FTTx representa diferentes ubicaciones o puntos finales, y existen diversos tipos de redes en la familia FTTx según la distancia entre el tramo de fibra y el usuario final (Farmer, Lane, Bourg, & Wang, 2016)

A continuación, se especifican los siguientes tipos:

FTTN

FTTN, o "Fiber to the Node" o "Fiber to the Neighborhood", es una tecnología de red en la que la fibra óptica enlaza al proveedor de servicios hasta un nodo de distribución ubicado hasta 1.5 kilómetros de distancia a los usuarios finales. (Farmer, Lane, Bourg, & Wang, 2016).

Para conectar el gabinete de fibra óptica con los hogares, se emplean tecnologías de banda ancha por cable u líneas de abonado digital (xDSL). Aunque la implementación de FTTN es menos costosa que FTTH, su capacidad de ancho de banda a futuro se ve restringida debido a que una porción de la red no utiliza fibra óptica. (Farmer, Lane, Bourg, & Wang, 2016).

FTTC

Significa "Fiber-to-the-Curb" (fibra hasta la acera) o "Fiber-to-the-Cabinet" (fibra hasta la cabina), es una tecnología de red de comunicaciones que se asemeja a FTTN, pero con un nodo de distribución ubicado aún más cerca de los usuarios. En general, esta cabina o armario de telecomunicaciones se encuentra a una distancia de menos de 300 metros de los usuarios finales (Farmer, Lane, Bourg, & Wang, 2016).

FTTB

FTTB, acrónimo de "Fiber-to-the-Basement" (fibra hasta el sótano) o "Fiber-to-the-Building" (fibra hasta el edificio), se refiere a una tecnología de red de comunicaciones que implica la conexión de la fibra óptica desde el proveedor de servicios hasta un punto de distribución situado interiormente en el edificio o en exteriores donde residen o laboran los suscriptores.

La fibra óptica no llega directamente a la ubicación de cada usuario final dentro del edificio, en lugar de ello, se detiene en este punto de distribución intermedio. Desde ese punto, la señal se distribuye a través de otros medios de transmisión, que pueden incluir cables de par trenzado, cable coaxial, conexiones inalámbricas, comunicación eléctrica o cualquier otro medio adecuado, para alcanzar a los usuarios finales en sus apartamentos, oficinas o locales dentro del edificio (Farmer, Lane, Bourg, & Wang, 2016).

FTTH

FTTH (Fiber to the Home) es un enfoque para entregar servicios de comunicación donde la fibra óptica se enlace desde el proveedor de servicios hasta el domicilio

del cliente. Brindada la señal dentro de la residencia del suscriptor, puede ser transmitida a través de diferentes medios., como cables de par trenzado, coaxiales, comunicaciones inalámbricas, líneas eléctricas o incluso fibra óptica (Farmer, Lane, Bourg, & Wang, 2016).

FTTDp

Durante los últimos dos años, se ha propuesto una solución que implica conectar el Punto de Presencia (POP) al Punto de Distribución utilizando un cable óptico y luego extender la conexión desde el Punto de Distribución hasta las instalaciones del cliente utilizando la infraestructura de cobre existente. Estos puntos de distribución pueden incluir una caja de empalme en la acera, un buzón en un poste o estar ubicados en el sótano de un edificio. Esta arquitectura permite la implementación de tecnologías como VDSL o G.Fast para una última milla corta, generalmente de menos de 250 metros (FTTH Council Europe, 2014).

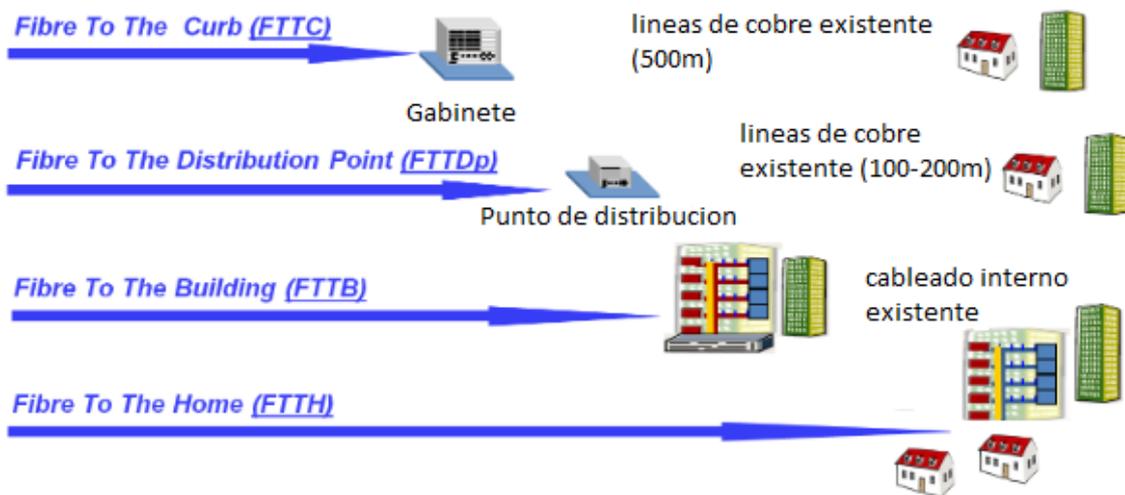


Figura 5. Arquitectura FTTX

Fuente: (FTTH Council Europe, 2014)

2.2.5 Redes de transporte

Son redes cuya mayor infraestructura es de fibra monomodo, debido a la gran capacidad de tráfico que posee. Su función principal es la de distribuir eficientemente todo el tráfico generado por los usuarios de las distintas redes de acceso para garantizar servicios disponibles en cualquier zona geográfica. (Bijani, 2015).

2.2.6 GPON

GPON significa (Gigabit Passive Optical Network) es un elemento esencial en una arquitectura de red óptica pasiva de alta velocidad, creada para satisfacer los requisitos banda ancha con mayor escalabilidad y estabilidad, ofreciendo servicios tanto para usuarios residenciales como corporativos (Pérez, 2010).

En la Figura 6 se muestran sus componentes.

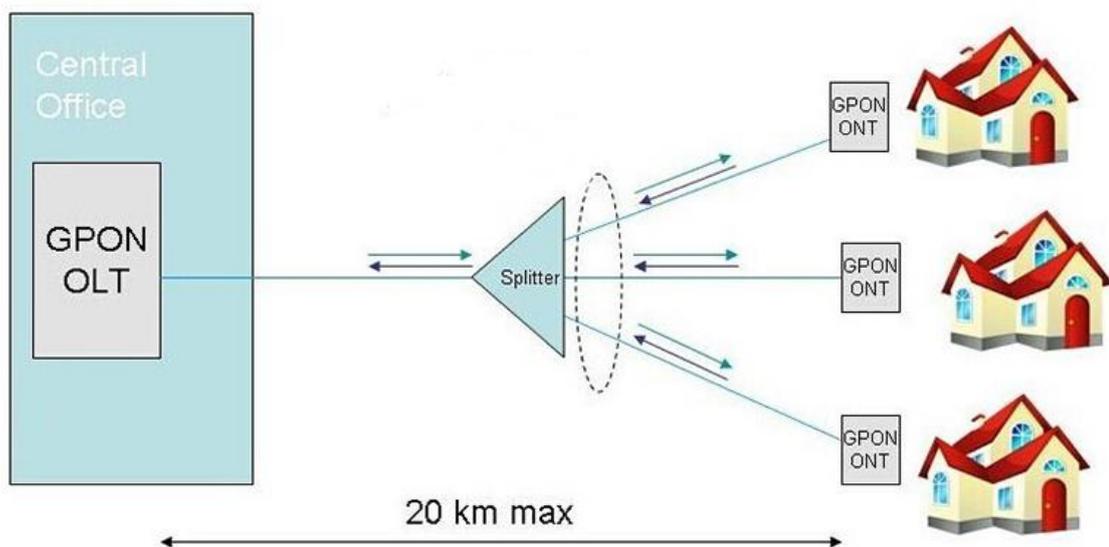


Figura 6. FTTH GPON, componentes de la red de acceso

Fuente: (Grady, 2005).

2.2.7 OLT (Terminal de la línea óptica)

El OLT, componente esencial en una red óptica pasiva, sirve como punto final de conexión proporcionado por el proveedor de servicios. Este dispositivo se ubica en centros de datos o salas de equipos y es esencial en la red FTTH (Fiber to the Home). Su función primordial es convertir señales ópticas en eléctricas y transmitir las a un conmutador de ethernet central, eliminando la necesidad de múltiples conmutadores en puntos de distribución. Además, el OLT se conecta al cableado principal mediante divisores ópticos vinculados al terminal de red óptica en cada punto de conexión del área de trabajo (Crisp, 2001).

En la Figura 7 se muestra el equipo OLT de la marca Furukawa.



Figura 7. Concentrador Óptico OLT Standalone Gpon Lw3008c

Fuente: (Furukawua, 2023)

2.2.8 Divisor óptico

Su función principal es la de distribuir la señal de potencia óptica, permitiendo que un solo cable de fibra divida su señal en múltiples cables de salida.

Normalmente el divisor óptico emplea 2 a más niveles de divisores, posibilitando que diversos usuarios compartan una misma fibra.

Los divisores ópticos pasivos presentan características significativas, como la capacidad de operar en un extenso nivel de longitudes de onda, baja pérdida de señal durante la inserción y una distribución uniforme, además de ser compactos y altamente confiables. (Green, 2006).

Figura 8 muestra divisor óptico 1xN.

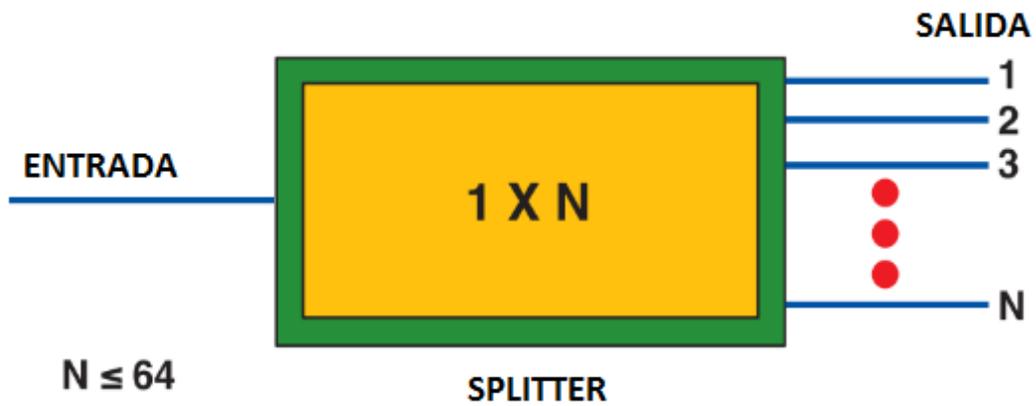


Figura 8. Divisor óptico

Fuente: (Corning, 2019)

2.2.9 ONT (Terminal de red óptica)

La ONT se ubica en los usuarios finales y se conecta al OLT a través de fibra óptica, sin componentes activos intermedios. En una red GPON, el transceptor de la ONT sirve como interfaz física entre el cliente y el terminal de la línea en la oficina central (Green, 2006).



Figura 9. Terminal de nodo óptico

Fuente: (Xataka, 2019)

2.2.10 Arquitectura punto a punto

Esta configuración distribuye una o más fibras individualmente desde un OLT en una oficina central hasta una ONU en la residencia del suscriptor, como se observa en la Figura 10. Entre sus ventajas, disminuye la pérdida óptica y proporciona la máxima distancia entre la oficina central y los clientes. La pérdida de inserción de la línea óptica se compone de las pérdidas de la fibra, el empalme y el conector. Además, esta configuración puede ser adecuada para clientes que requieren un ancho de banda considerable y/o niveles elevados de seguridad. (ITU-T, 2012).

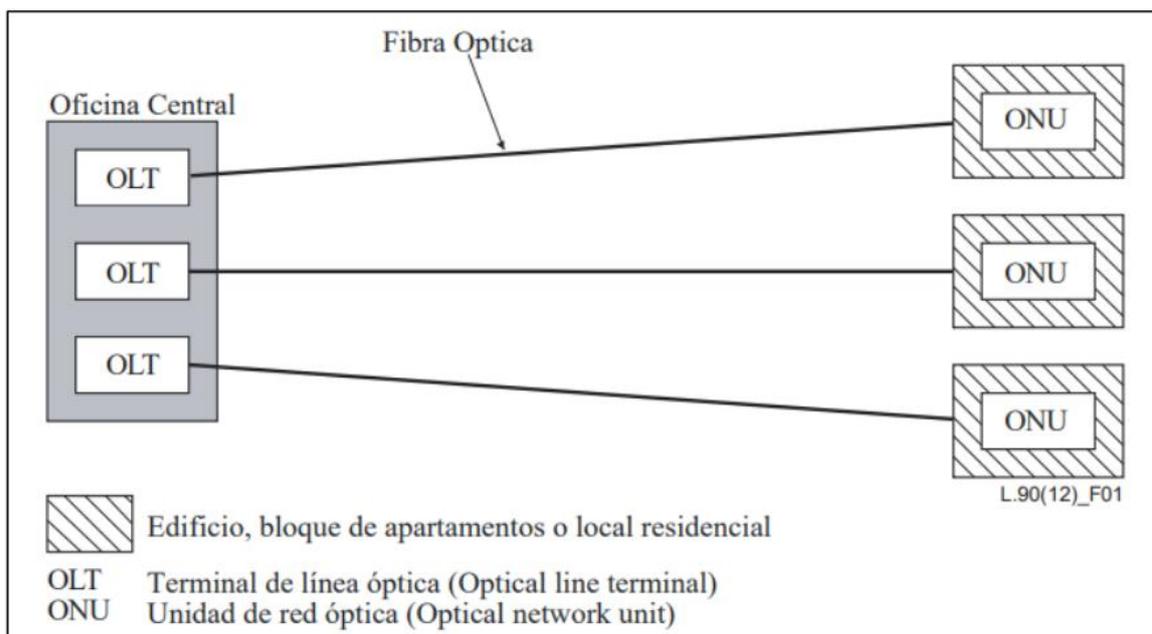


Figura 10. Arquitectura punto a punto

Fuente: (ITU-T, 2012)

2.2.11 Arquitectura punto multipunto

Esta configuración de red como se ilustra en la Figura 11 posee componentes de ramificación las cuales se ubican entre la OLT y la ONU. La ubicación de este componente de ramificación es importante en el diseño y construcción de la red esto se debe a que si es componente se encuentra dentro del edificio, las condiciones ambientales favorecen la protección del material, caso contrario si el componente de ramificación se instala en una planta exterior, donde las condiciones ambientales son desafiantes. Adicionalmente este servicio es de bajo

costo debido a que es compartido, lo que requerirá menos fibra óptica gracias a aprovisionamiento de divisores ópticos. (ITU-T, 2012).

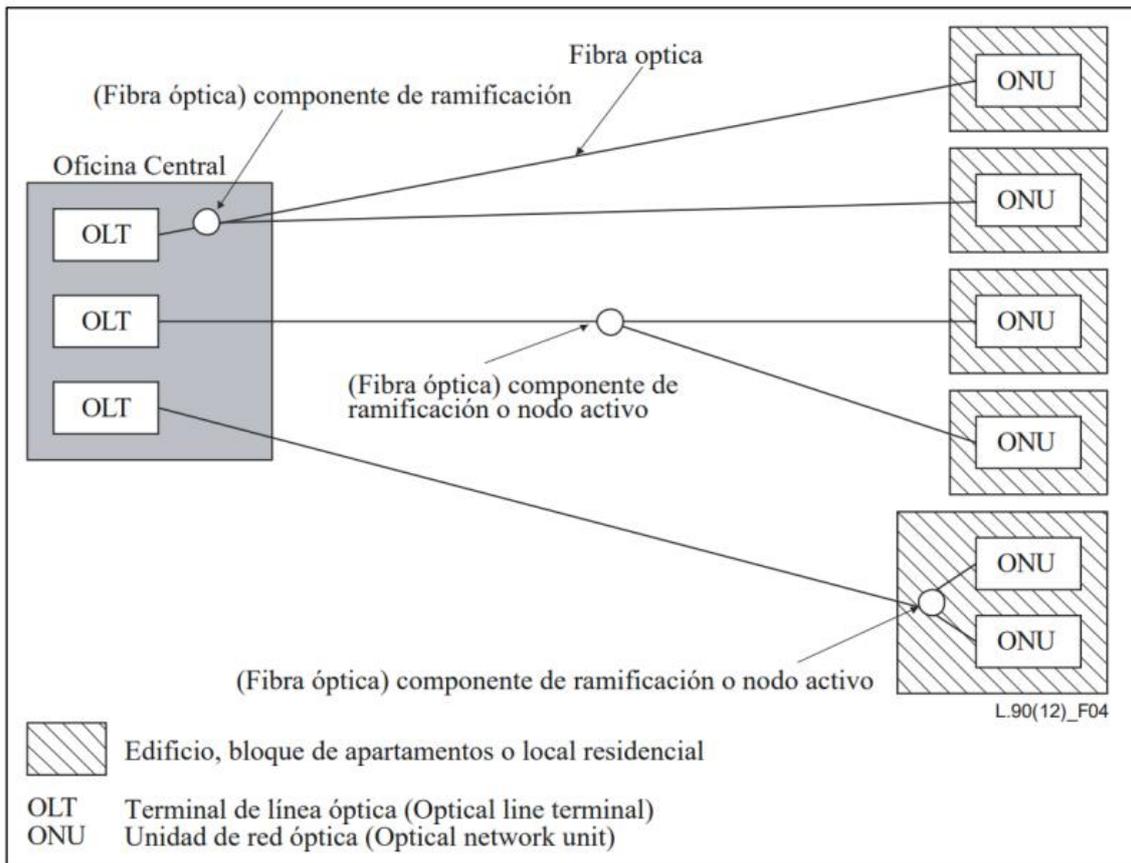


Figura 11. Arquitectura punto - multipunto

Fuente: (ITU-T, 2012)

2.2.12 Arquitectura de anillo

Inicia y finaliza en la misma oficina central, distribuyendo una, dos o más fibras a la ONU en apartamentos u otras áreas residenciales. Como se observa en la Figura 12, se aprovisiona un gran número de fibras desde la ubicación de la OLT hasta los suscriptores. Las ventajas de esta arquitectura son la alta confiabilidad y facilidad de mantenimiento gracias a rutas alternativas de enrutamiento. (ITU-T, 2012).

La Figura 12 detalla la arquitectura anillo con sus partes.

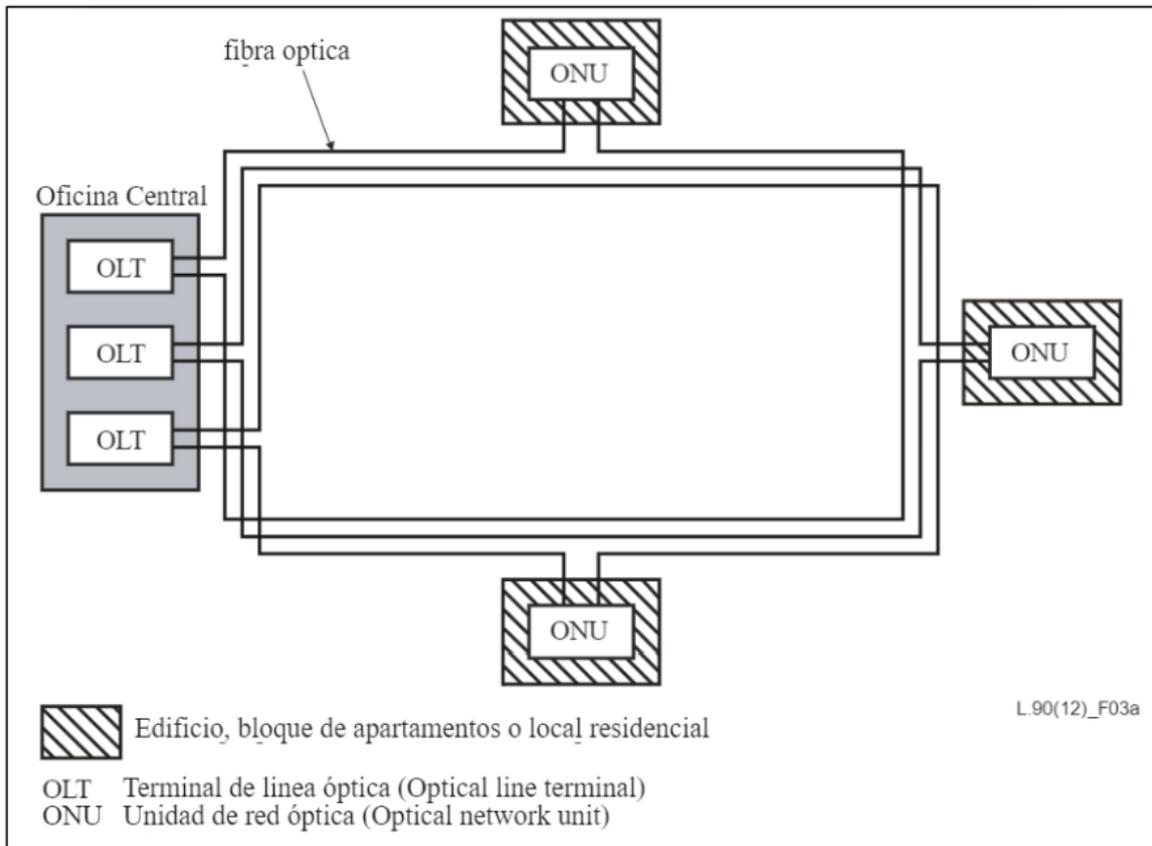


Figura 12. Arquitectura de anillo

Fuente: (ITU-T, 2012).

2.2.13 Caja FAT

O también conocida como caja NAP, es una caja de empalme óptico pasiva utilizada en las redes FTTH. Su función principal es la de derivar las fibras principales hacia diferentes segmentos de interconexión o hacia los usuarios finales. La distinción clave entre estas cajas y las mufas radica en que las primeras contienen internamente dispositivos divisores (Splitter), y la cantidad de estos splitter puede variar, siendo común encontrar configuraciones de 1x4, 1x8 o 1x16 (fibraopticahoy, 2018).

En la Figura 13 se observa la configuración 1x16.



Figura 13. Caja FAT

Fuente: (Elaboración propia)

2.2.14 Mufas o cajas de empalme para fibra óptica

Desempeñan un papel esencial en asegurar el rendimiento efectivo de una red al resguardar las conexiones contra peligros externos y simplificar la disposición de las fibras alojadas en su interior.

Estas cajas son concebidas con la capacidad de resistir los efectos nocivos de la radiación ultravioleta, la humedad y los impactos. Es fundamental mencionar que existen tanto cajas de empalme horizontales como verticales, cuya elección depende de la ubicación de la instalación. Al decidir cuál caja de empalme utilizar, es esencial tomar en consideración la cantidad de fibras que pueden albergar y las bandejas de soporte que proporcionan. Asimismo, es necesario evaluar minuciosamente dónde serán ubicadas, de manera que se puedan satisfacer de manera óptima las necesidades específicas de la red (FibraMarket, 2018).

En la Figura 14 se observa una caja de empalme óptico horizontal



Figura 14. Caja de empalme óptico CEO

Fuente: (Elaboración propia)

2.2.15 Normativas y estándares GPON

La ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones) ha establecido parámetros y regulaciones para las redes GPON bajo las siguientes normativas:

1. ITU-T G.984.1: Esta regulación define los criterios particulares para las redes GPON. Expone una red de fibra óptica flexible con capacidad de soportar los requisitos de ancho de servicios residenciales y comerciales.

Estas normativas son fundamentales para garantizar la interoperabilidad y el funcionamiento adecuado de las redes GPON en todo el mundo, ya que proporcionan pautas y estándares técnicos que los fabricantes y proveedores de servicios deben seguir al implementar estas redes.

La norma ITU-T G.984.x (donde x puede tomar valores enteros del 1 al 6) son recomendaciones establecidas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones en 2011 (ITU, 2023).

2. Norma EC.040 Redes e instalaciones de telecomunicaciones: Su objetivo es el de establecer criterios técnicos para el diseño y construcción de infraestructuras de redes de telecomunicaciones en urbanizaciones. Estas normativas son establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. El campo de aplicación es de carácter obligatorio para personas naturales, jurídicas y responsables de instalaciones de infraestructura de telecomunicaciones.

2.2.16 Planta Externa

Es la parte de la red que suele ser visible en nuestro entorno cotidiano e incluye elementos como el tendido de cables en el aire o las cubiertas de los compartimentos de telecomunicaciones. La planta externa desempeña un papel fundamental al conectar a los clientes y suscriptores, ya sea a través de cables de fibra óptica (en redes fijas) o mediante antenas (en redes móviles) y aprovisionamiento de equipos. En resumen, la planta externa representa la parte esencial y visible de la red que establece la conexión entre los usuarios finales y los servicios de telecomunicaciones (Durand, 2020).

2.3 Definición de términos básicos

OLT

El OLT o en sus siglas en inglés Optical line Termination se ubica en la oficina central o en un lugar centralizado, y su función principal es administrar y controlar las comunicaciones entre la infraestructura central de la red del proveedor de servicios y los suscriptores. El OLT desempeña un rol crucial al convertir las señales ópticas en señales eléctricas, desempeñando así un papel esencial en la distribución de servicios como internet, televisión y telefonía (Farmer, Lane, Bourg, & Wang, 2016).

FTTH

Brinda banda ancha hasta los suscriptores finales al llevar la fibra óptica directamente a las residencias o empresas de los abonados en lugar de utilizar los cables tradicionales de par de cobre telefónico o cable coaxial (Farmer, Lane, Bourg, & Wang, 2016).

PON

En sus siglas en inglés Passive Optical Network, arquitectura de punto a multipunto en la que el único enlace de fibra óptica se comparte entre varios abonados o suscriptores. Lo distintivo de esta red es que no hace uso de componentes activos (Khatiwoda & Dawadi, 2021).

ISP

En sus siglas en inglés Internet Service Provider, es una entidad que suministra a los usuarios acceso a Internet a través de diversas tecnologías, que pueden incluir conexiones de banda ancha, DSL, fibra óptica, cable, satélite o incluso conexiones de acceso telefónico. (James & Keith, 2010).

ONT

En sus siglas en inglés la ONT Optical Network Terminal, se sitúa en el extremo final de la red de acceso y constituye el punto de conexión último entre la infraestructura de fibra óptica y los dispositivos del usuario, tales como computadoras, teléfonos, televisores, entre otros (Kumar & Deen, 2014).

ONU

En sus siglas en inglés Optical Network Unit, constituye el punto final de la red y su tarea principal es convertir las señales ópticas en eléctricas provenientes de la fibra. (Optical society of America, 2002).

GPON

En sus siglas en inglés Gigabit Passive Optical Network, es un elemento esencial en una arquitectura de red óptica pasiva de alta velocidad (Quintanilla & Cifuentes, 2022).

FAT

Es una caja de empalme óptico pasiva utilizada en las redes FTTH (fibra óptica hoy, 2018)

HP (Home Passed):

Una unidad residencial situada dentro del área de cobertura que puede conectarse a la red FTTH se denomina "abonado" o "suscriptor". (Ufinet, 2023).

Power Meter:

Se refiere a un instrumento de medición de potencia de salida de los equipos de fibra óptica y al mismo tiempo, evalúa la pérdida de señal óptica en los cables de fibra óptica (Friel, 2012).

Unifilar

Esto se refiere a un plano o dibujo técnico conocido como "diagrama de empalmes", que muestra de forma ordenada y detallada todas las conexiones y empalmes en un proyecto de cableado o red. Este diagrama comienza desde el punto central o de origen y se extiende hasta el último punto de conexión. Su función es proporcionar una representación visual de cómo se interconectan los cables y las fibras ópticas en el proyecto, lo que facilita la instalación, la resolución de problemas en la red y el mantenimiento (Hanco ,2021).

SITE

Es un cuarto temperado donde se encuentra la OLT y otros equipos activos (Hanco, 2021).

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

Durante el desarrollo de este último capítulo, se plantea la problemática que necesita ser abordada en la zona 9 de la Plaza de Armas de Huacho. Además, se proporcionan descripciones detalladas de las diversas etapas del proyecto destinadas a construir la red FTTH. La propuesta de solución del proyecto se estructura en las siguientes 4 etapas:

Obtención de datos, diseño y desarrollo técnico, ejecución y verificación del proyecto.

3.1 Determinación y análisis del problema

La zona 9 Plaza de Armas de Huacho, al igual que muchas otras ciudades en América Latina, ha experimentado un crecimiento poblacional y económico en los últimos años. Sin embargo, la infraestructura de comunicación existente puede no estar a la altura de sus necesidades actuales.

Es posible que la infraestructura de cableado de cobre tradicional (DSL) sea insuficiente para proporcionar velocidades de Internet de alta velocidad y calidad. Adicionalmente, la demanda de servicios digitales como streaming de video, teletrabajo, educación en línea y telemedicina ha aumentado significativamente, especialmente tras la pandemia de COVID-19. Estos servicios requieren una conexión a Internet estable y de alta velocidad, que puede no estar disponible para todos los residentes de Huacho.

Para atraer inversiones y estimular el crecimiento económico, es esencial contar con una infraestructura de telecomunicaciones de vanguardia. Empresas locales y regionales necesitan conexiones de alta velocidad para ser competitivas en un mercado globalizado. Por todo ello, el despliegue de una red FTTH posibilitará ofrecer velocidades de Internet considerablemente superiores; facilitándoles el acceso a información educativa, cultural y de entretenimiento, así como la comunicación con sus seres queridos en distintas partes del mundo.

3.2 Modelo de solución propuesto

En la Figura 15 se observa la división de las cuatro etapas del proyecto. La primera etapa, obtención de datos, el ingeniero en campo realiza la inspección de postes eléctricos, conteo de casas y estado de la red pre existente. La segunda etapa compone el aprovisionamiento, diseño de red, permisos eléctricos y municipales. La tercera etapa del proyecto desarrolla la ejecución de la red de la fibra óptica y acondicionamiento del SITE, ambos por medio de obras civiles. Al concluir estas 3 etapas previas, la etapa final se encarga de verificar la red FTTH.

Al concluir estas 3 etapas previas, la etapa final se encarga de verificar la red FTTH.

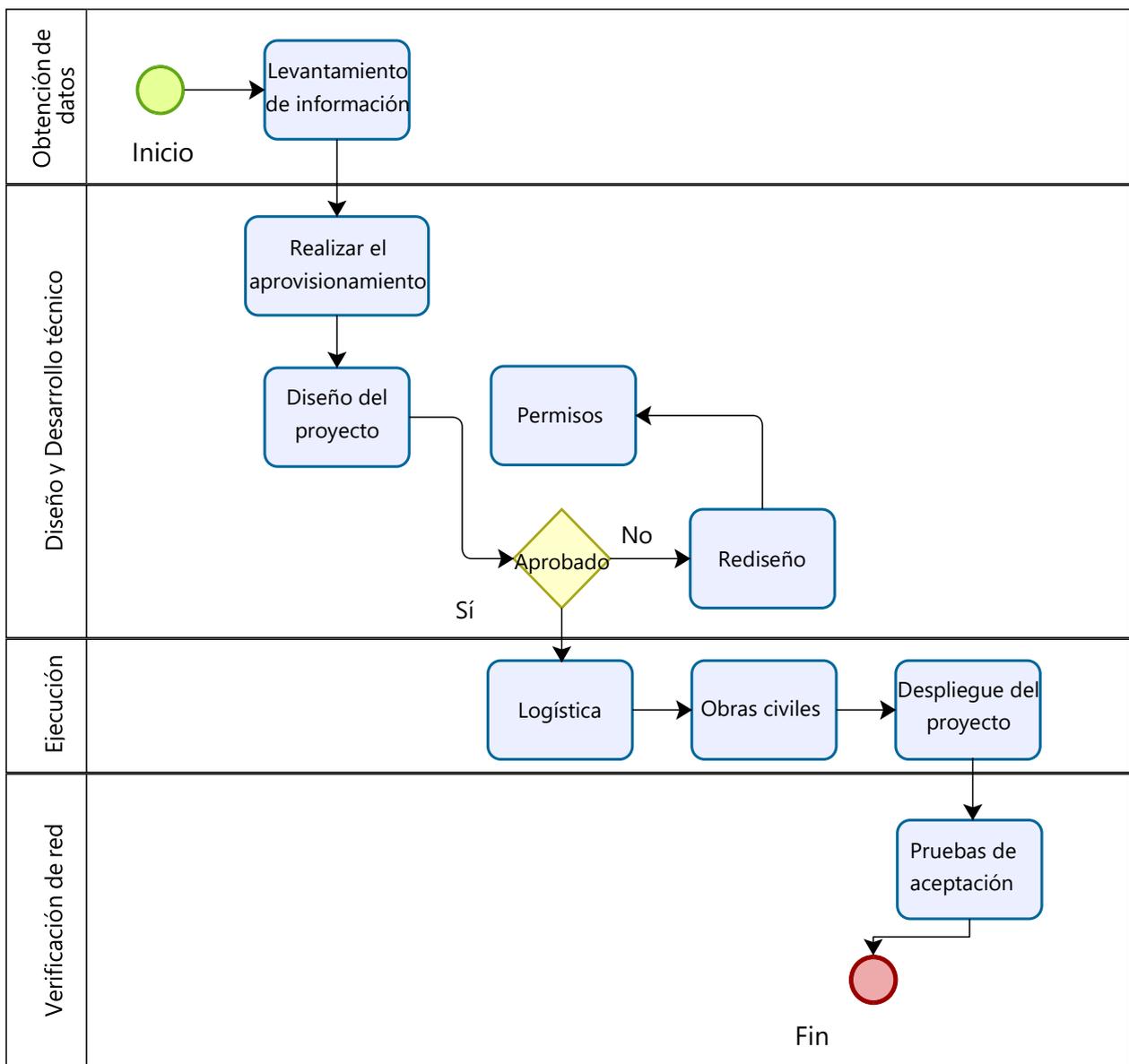


Figura 15. Diagrama de flujo de las 4 etapas del proyecto.

Fuente: (Elaboración propia)

3.2.1 Obtención de datos

Previo a la etapa del diseño del proyecto, es esencial realizar una visita en campo para reunir información de la infraestructura existente como de los HP en la zona 9 Plaza de Armas de Huacho. Estos datos proporcionarán la base necesaria para planificar y ejecutar el proyecto de manera efectiva.

El ingeniero de campo es el encargado de reunir datos de los postes eléctricos de baja y media tensión. El ingeniero puede de ser necesario proyectar infraestructura que la operadora Nubyx podría necesitar instalar en caso de requerirse. También se encarga del conteo de viviendas en la zona y verificación de postes eléctricos como parte de este proceso de obtención de datos.

Para llevar a cabo la implementación de la red usando postes eléctricos de baja y media tensión, es fundamental adherirse a las pautas establecidas en la norma EC-040. Asimismo, para evitar riesgos eléctricos, es necesario advertir las distancias entre poste a poste tal como los especifica el Código Nacional de Electricidad. También es necesario adherirse a las normativas específicas de la empresa Enel que regulan este tipo de implementaciones.

Recomendaciones para la instalación de la red FTTH en postes eléctricos:

- Priorizar la instalación de infraestructura FTTH en calles donde la infraestructura eléctrica existente se encuentre en buenas condiciones (no usar postes inclinados, rotos o metálicos).
- Proyectar postes en medianeras o límites de propiedad de manera que no afecten cocheras u otras estructuras.
- Proyectar postes adyacentes a otros postes de telecomunicaciones, solo si distan mínimamente un metro entre ellos, además de una distancia de 2 metros con respecto a postes eléctricos para prevenir interferencias y riesgos.
- No proyectar postes adyacentes al lado de 2 postes de terceros.

- Asegurar una distancia adecuada entre postes propios y postes eléctricos de 30 a 40 metros.

Estas recomendaciones ayudan a proyectar y efectuar el despliegue de la infraestructura de manera segura y eficiente, minimizando riesgos y garantizando un servicio de alta calidad. En la Figura 16, se puede observar el panorama general de la red FTTH, realizado con los datos obtenidos en la obtención de datos.

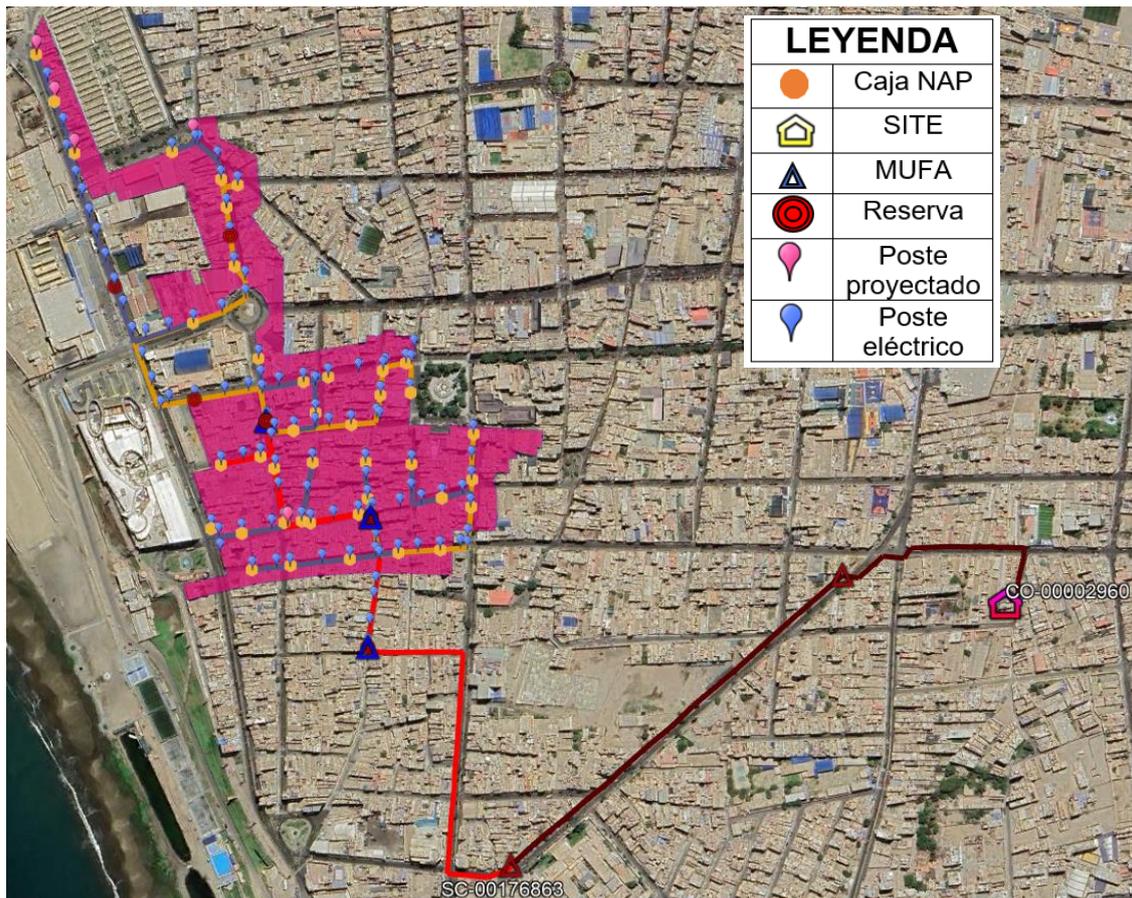


Figura 16. Panorama general del proyecto

Fuente: (Fiberlux, 2023)

El ingeniero encargado trazó una ruta desde la mufa SC-00176863 ubicada en el backbone (BB-00119270_DISFO 02) perteneciente al nodo HUACHO - 043 (CO-00002960). Esta caja de empalme óptico o mufa pertenece al proyecto FTTH de la ciudad de Huacho y se encuentra más cercana al polígono proyectado del proyecto zona 9 Plaza de Armas de Huacho. Como resultado de su trabajo, se determinó la utilización la siguiente cantidad de postes, mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1

Cantidad de postes proyectados y eléctricos de media y baja tensión para el proyecto zona 9 Plaza de Armas de Huacho.

Poste de baja tensión	Poste de media tensión	Poste Proyectado
110 postes	7 postes	5 postes

Fuente: (Elaboración propia)

Durante la etapa de obtención de datos de las viviendas o comercios, se debe tener en cuenta que, desde una perspectiva de diseño, son conocidas como HP (Home Passed).

Se presentan a continuación los diversos tipos de HP.

Vivienda con potencial conectividad a internet.



Figura 17. Fotografía de HP con 1 medidor de luz

Fuente: Fotografía tomada por la contrata Serfitel.

Comercio con potencial conectividad a internet.



Figura 18. Fotografía de tienda de abarrotes, la cual se considera como comercio, con 1 medidor de luz

Fuente: Fotografía tomada por la contrata Serfitel.

Vivienda con potencial conectividad a internet.



Figura 19. Fotografía de HP de 3 pisos y 3 medidores de luz

Fuente: Fotografía tomada por la contrata Serfitel.

Una vez completado el levantamiento de los HP (Home Passed) pertenecientes al polígono de cobertura, los datos son digitalizados y enviados a la plataforma Nubyx como se muestra en la Figura 20 y 21. Permite que el personal del área diseño y desarrollo técnico acceda a la información de campo de manera eficiente y colaborativa.

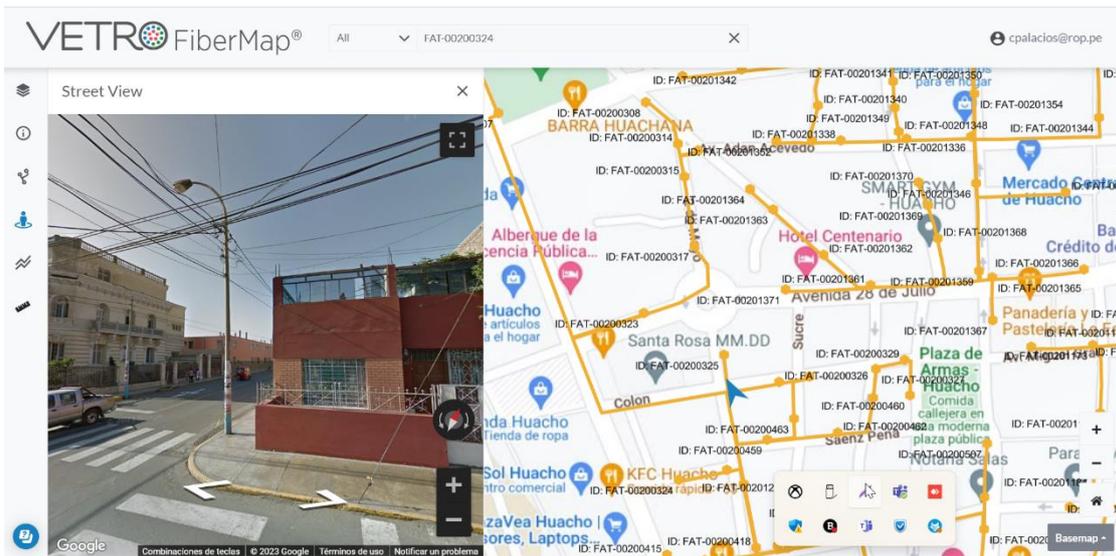


Figura 20. Plataforma Vetro, muestra la cantidad de postes, mufas, cajas FAT y cantidad de viviendas (vista 1).

Fuente: (Nubyx)

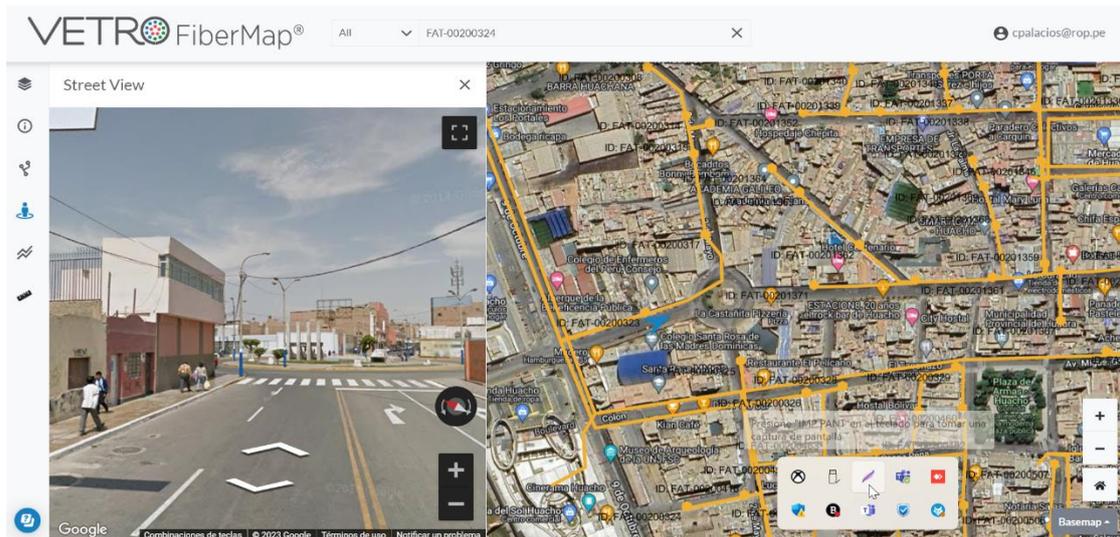


Figura 21. Plataforma Vetro, muestra la cantidad de postes, mufas, cajas FAT y cantidad de viviendas (vista 2).

Fuente: (Nubyx)

3.2.2 Diseño y desarrollo técnico

Esta etapa se subdivide en tres tareas esenciales:

Diseño de las Redes

Se proyecta y diseño las diversas redes que formarán parte de la ejecución del proyecto, como se ilustra en la Figura 22. Durante el desarrollo se escoge la arquitectura de la red, la tecnología apropiada, la determinación de la ubicación de los nodos, mufas y cajas FAT, y establecer los parámetros técnicos necesarios para la infraestructura de la red. Este diseño es crucial para garantizar un despliegue eficiente y efectivo.

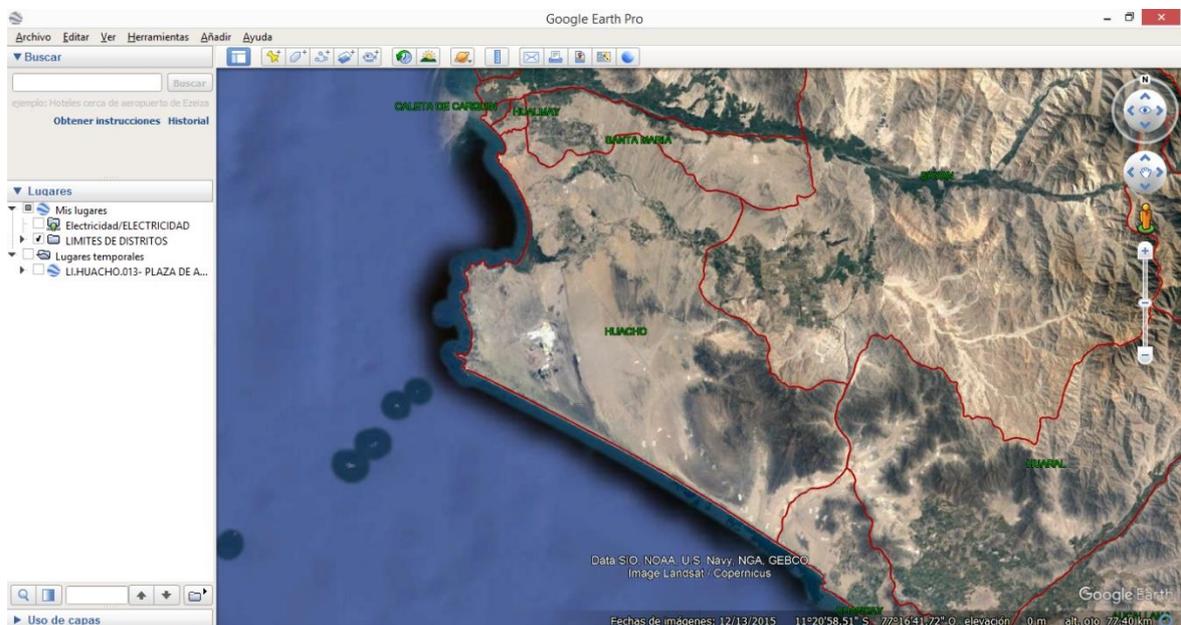


Figura 22. Vista del distrito de Huacho a través del aplicativo Google Earth Pro.

Fuente: (Nubyx)

Posteriormente el área de ingeniería de Nubyx brinda un polígono de cobertura donde el diseñador encargado tendrá que diseñar las rutas donde pasará el cable de fibra, ubicaciones de mufas, nodos y la alimentación principal de todo el plano.

En la Figura 23, se observa el polígono de cobertura brindado por el área comercial (color rosado) ubicado en el distrito de Huacho.

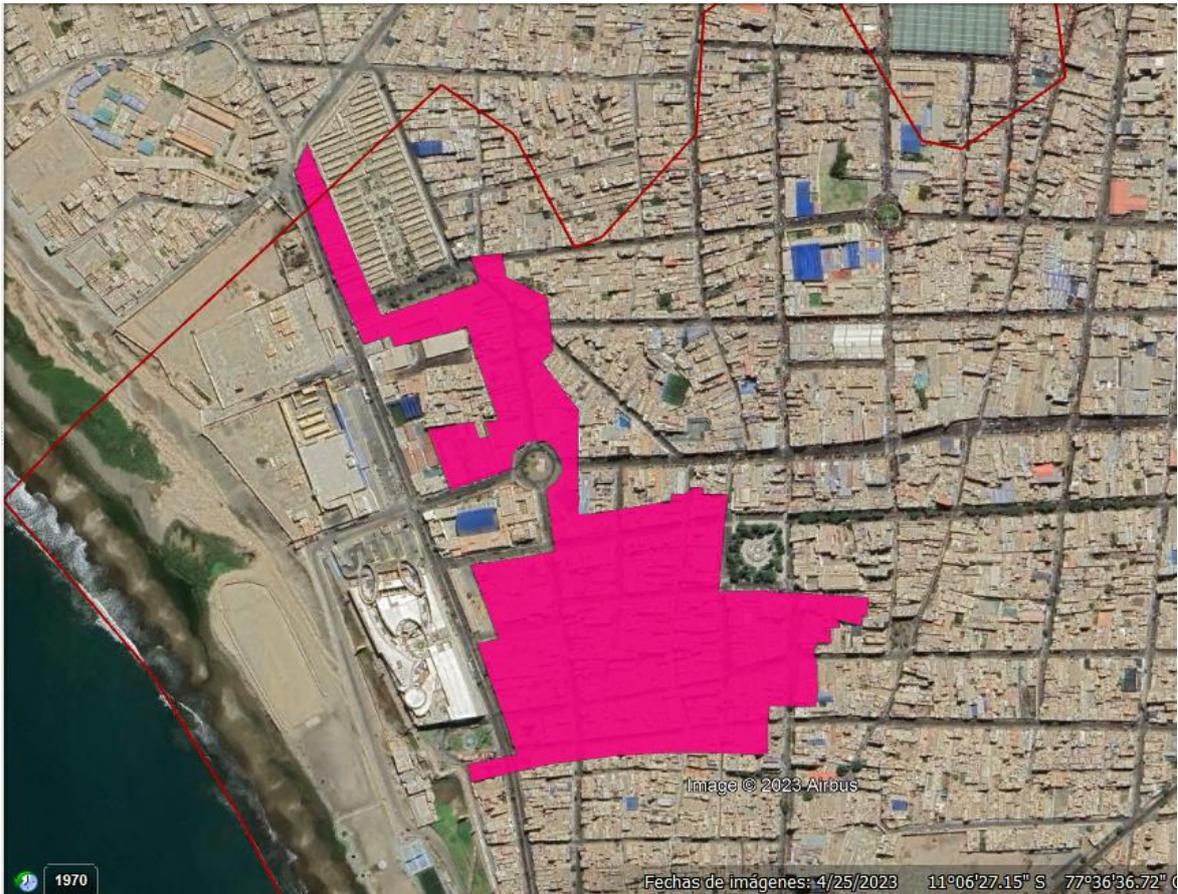


Figura 23. Polígono de cobertura dentro del distrito de Huacho.

Fuente: (Nubyx)

El diseñador encargado, inicialmente busca el SITE más cercano. Esto con el fin de que el cable alimentador o Backbone alimente todo el polígono de cobertura. Dentro del SITE se encontrará la OLT. Adicionalmente desde el SITE, el Backbone alimentará a otros planos existentes o nuevos, por todo ello el diseñador debe considerar juiciosamente las ubicaciones de cada fibra, mufa y caja FAT.

En la Figura 24, se puede observar el SITE conocido como Nodo Huacho (CO-00002960). Saliendo de allí un existente cable alimentador (Backbone) de 96F y otro de 24F en dirección al polígono de cobertura. Adicionalmente 3 mufas existentes SC-00176739, SC-00176863 y SC-00176862 del plano (Huacho.014).

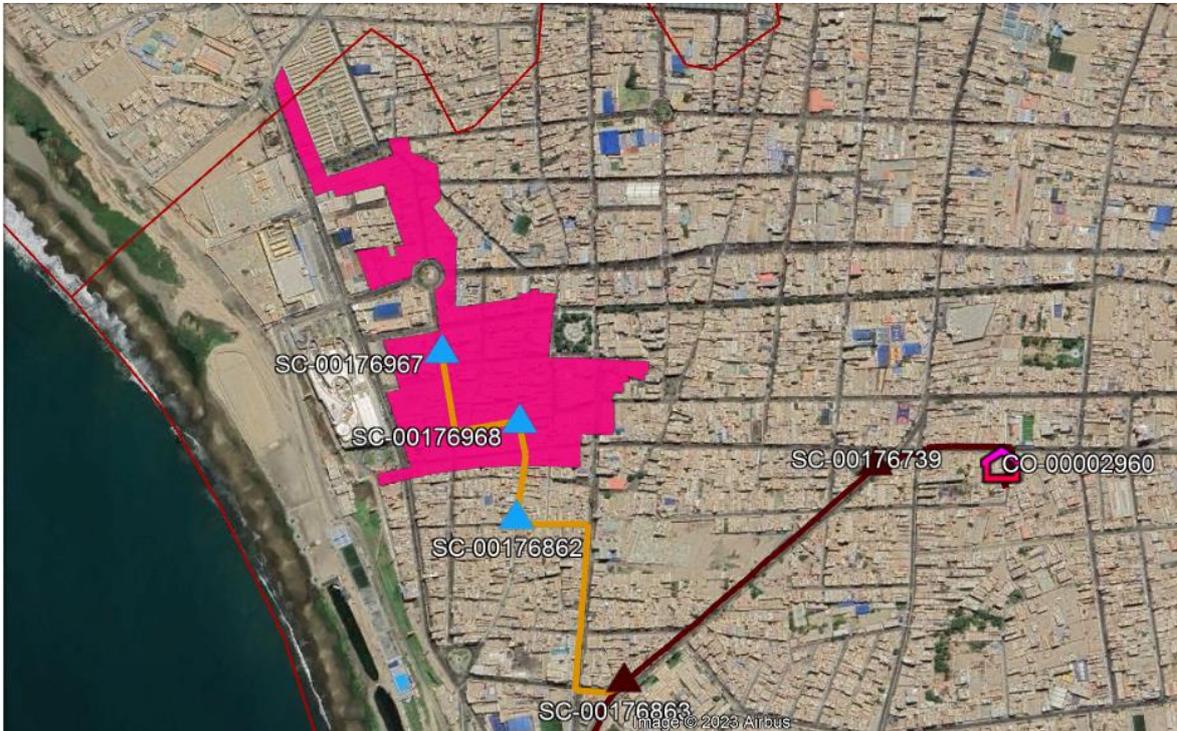


Figura 24. Recorrido de cable alimentador desde el nodo Huacho al área de cobertura y fibra existente del proyecto Huacho.014, útil para la realización de nuestro plano.

Fuente: (Nubyx)

En la Figura 25, el diseñador encargado, realiza las ubicaciones de cajas FAT, mufas y tendido de fibra de 12F, 24F y 48F de acuerdo a la densidad poblacional, postería eléctrica y proyección de futuros clientes. Adicionalmente en la Tabla 2, se detalla la leyenda de colores de fibra óptica 12, 24 y 48 hilos usada en el kmz.

Las cajas FAT tienen un código de identificación que inician con el nombre **FAT-0020XXXX** y las fibras o también conocido como laterales se identifican por colores de acuerdo a sus números de hilos internos.

La nomenclatura de los laterales inicia con la letra LA y posterior el código de identificación brindado por la operadora Nubyx.

Nomenclatura del lateral **LA- 040604XX.**

Tabla 2

Leyenda de colores de FIBRA.

Hilos de fibra	COLOR
Cable de fibra 12 H	
Cable de fibra 24 H	
Cable de fibra 48 H	

Fuente: (Elaboración propia)

Figura 25 muestra el recorrido total de todos los laterales del proyecto



Figura 25. Recorrido de laterales de fibra óptica y cajas FAT.

Fuente: (Nubyx)

A continuación, se entrega el siguiente diagrama realizado en Autocad del total de cajas FAT, mufas y recorrido de FO con su respectiva nomenclatura. Se suma la división del personal encargado, quienes harán el tendido y aprovisionamiento de materiales.

El diagrama general del plano “Unifilar” se dividirá en partes a continuación para una mejor observación y entendimiento.

En la Figura 26 se muestra parte del diagrama unifilar hasta mufa SC-00176739, alimentada desde el nodo Huacho – 043 con una fibra existente de 96 hilos.

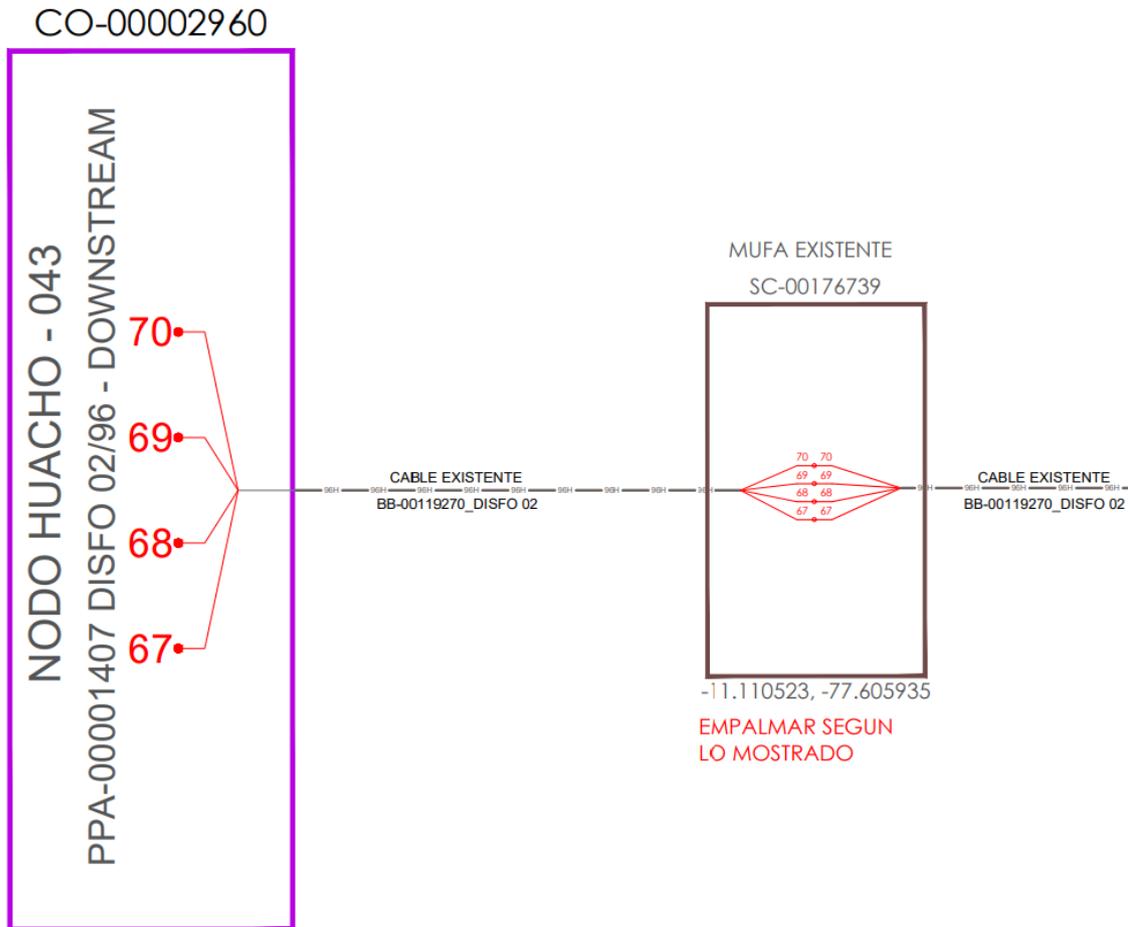


Figura 26. Unifilar zona 9 Plaza de Armas de Huacho, hasta la primera mufa existente.

Fuente: (Nubyx)

En la Figura 27, se muestra parte del diagrama unifilar la conectividad entre 2 mufas existentes a través del lateral LA-0460041 de 24 hilos.

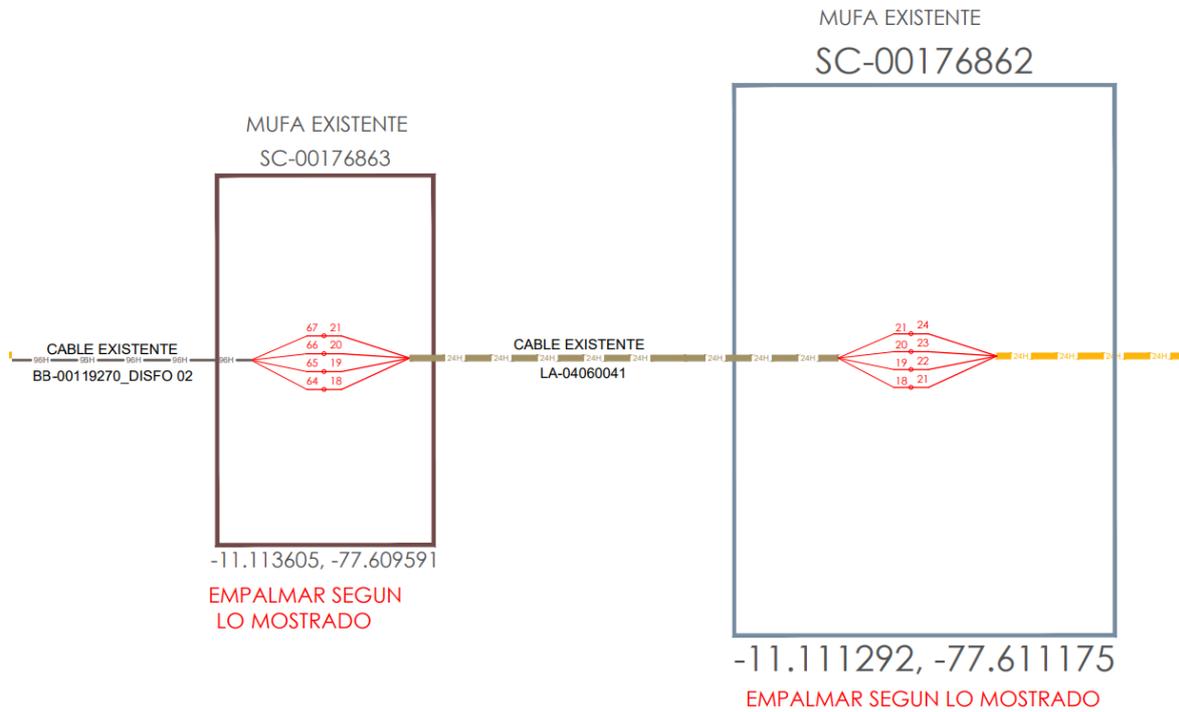


Figura 27. Esquema representativo (Unifilar), desde la primera a la segunda mufa existente.

Fuente: (Nubyx)

En la Figura 28, se muestra parte del diagrama unifilar y la mufa proyectada SC-00176968 que alimenta a través de 2 laterales LA-04060452 (color rojo) y LA-04060453 (color anaranjado) las cajas FAT a continuación (color rosado).

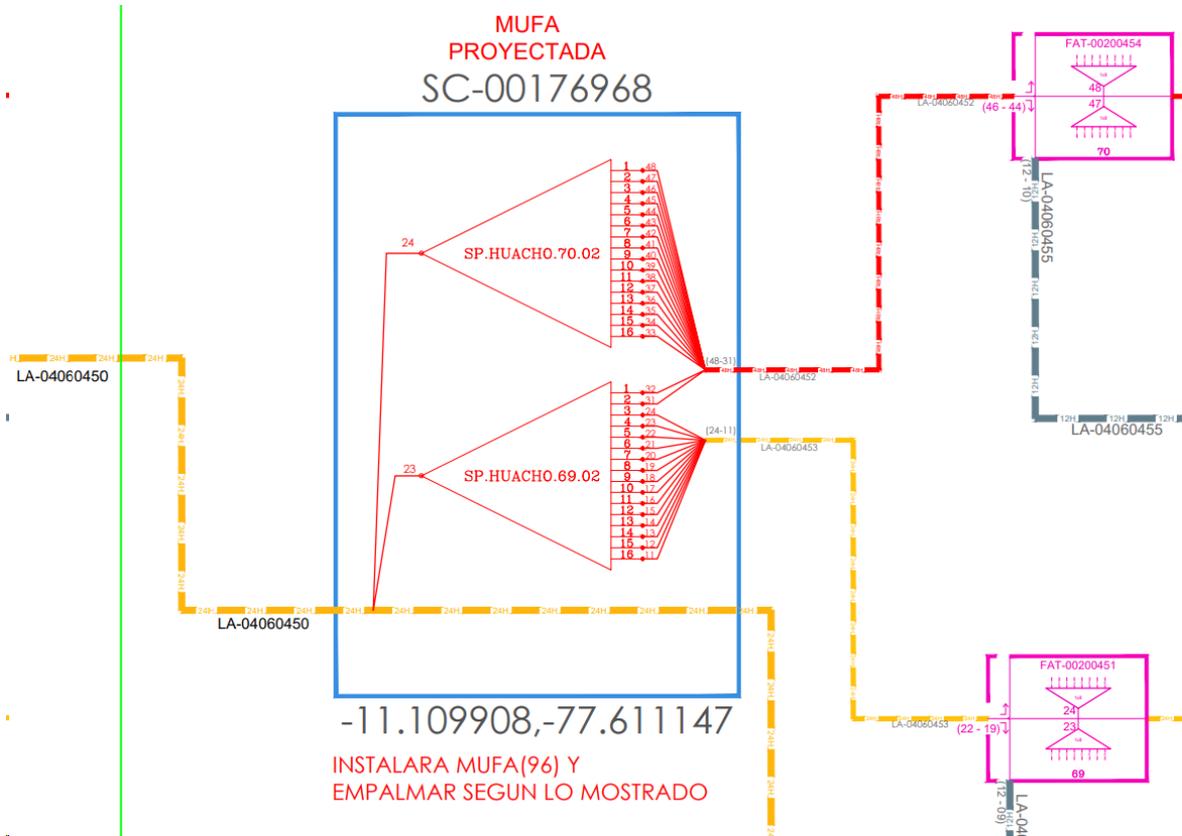


Figura 28. Esquema representativo (Unifilar), de la primera mufa proyectada SC-00176968 que debe instalar la contrata.

Fuente: (Nubyx)

En la Figura 29, se muestra parte del diagrama unifilar la distribución de diversas cajas FAT (color rosado) y su alimentación por laterales de 12 y 48 hilos LA-04060452, LA – 04060455 respetivamente.

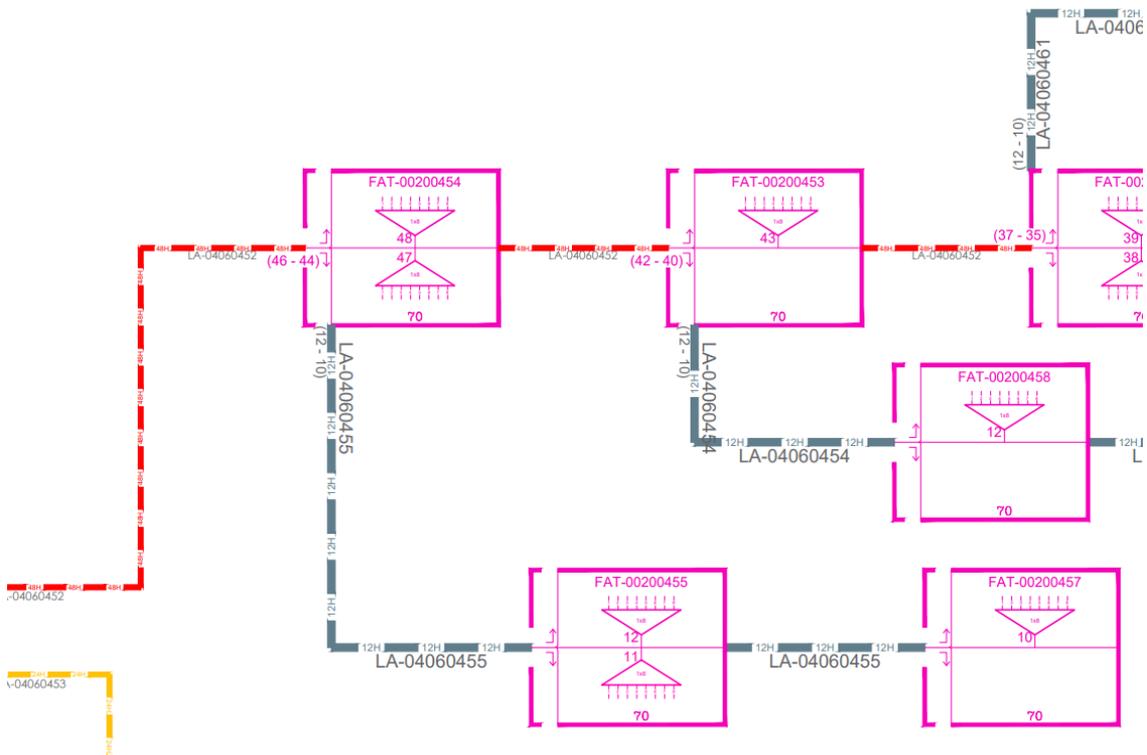


Figura 29. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la primera mufa proyectada SC-00176968.

Fuente: (Nubyx)

En la Figura 30, se muestra parte del diagrama unifilar la distribución de diversas cajas FAT (color rosado) y su alimentación por 3 laterales de LA- 04060452, LA – 04060454, LA- 04060461 de 12 y 48 hilos.

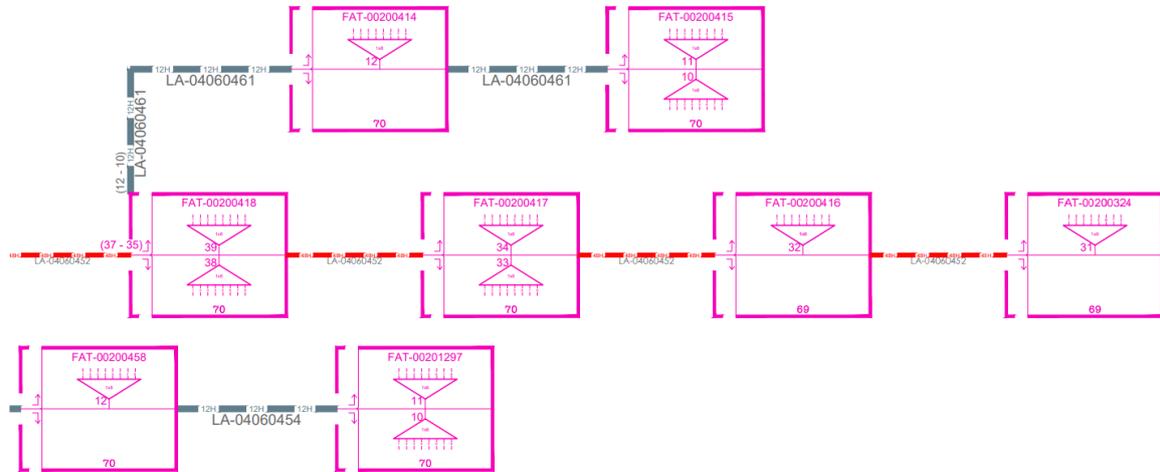


Figura 30. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la primera mufa proyectada SC-00176968.

Fuente: (Nubyx)

En la Figura 31, se muestra parte del diagrama unifilar la distribución de diversas cajas FAT (color rosado) y su alimentación por 3 laterales de LA- 04060455, LA – 04060453, LA- 04060462 de 12 y 24 hilos.

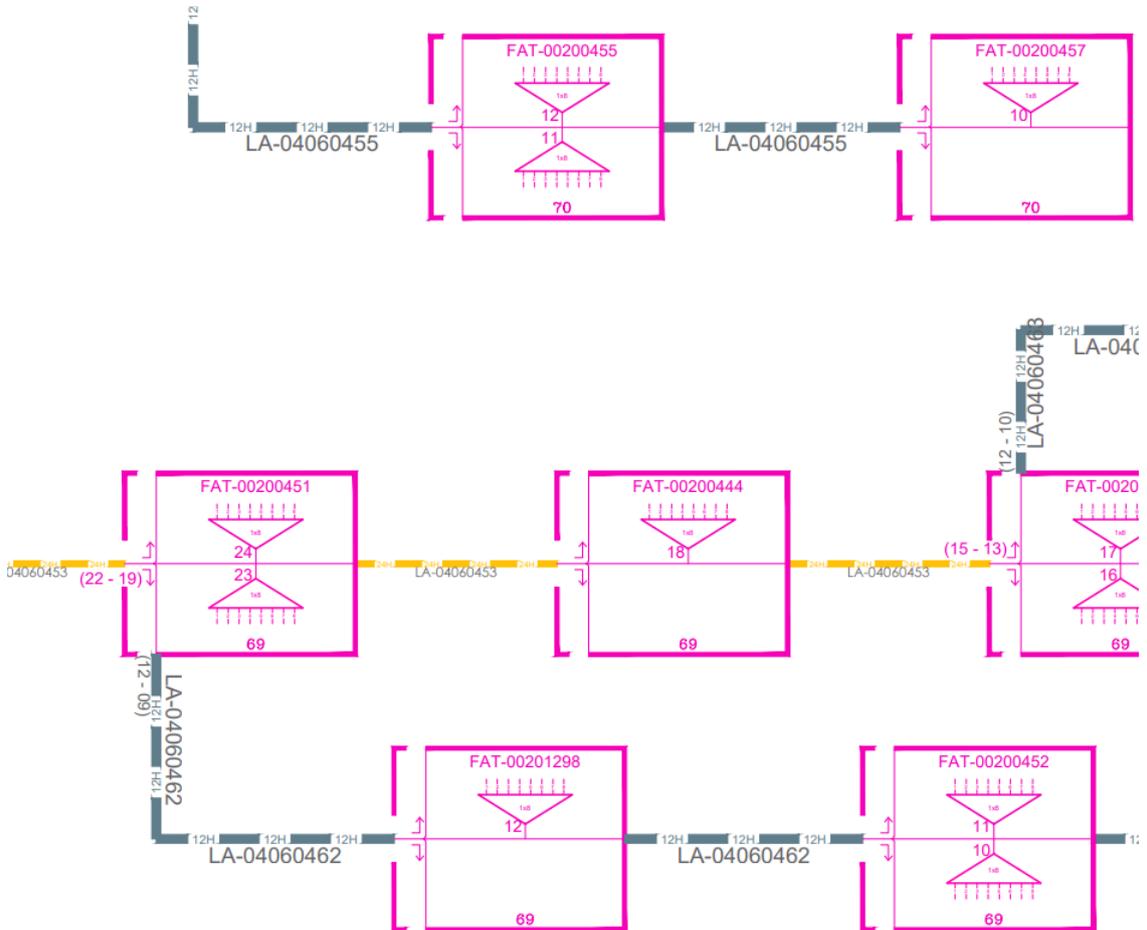


Figura 31. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la primera mufa proyectada SC-00176968.

Fuente: (Nubyx)

En la Figura 32, se muestra parte del diagrama unifilar la distribución de diversas cajas FAT (color rosado) y su alimentación por 3 laterales de LA- 04060453, LA – 04060463, LA- 04060462 de 12 y 24 hilos.

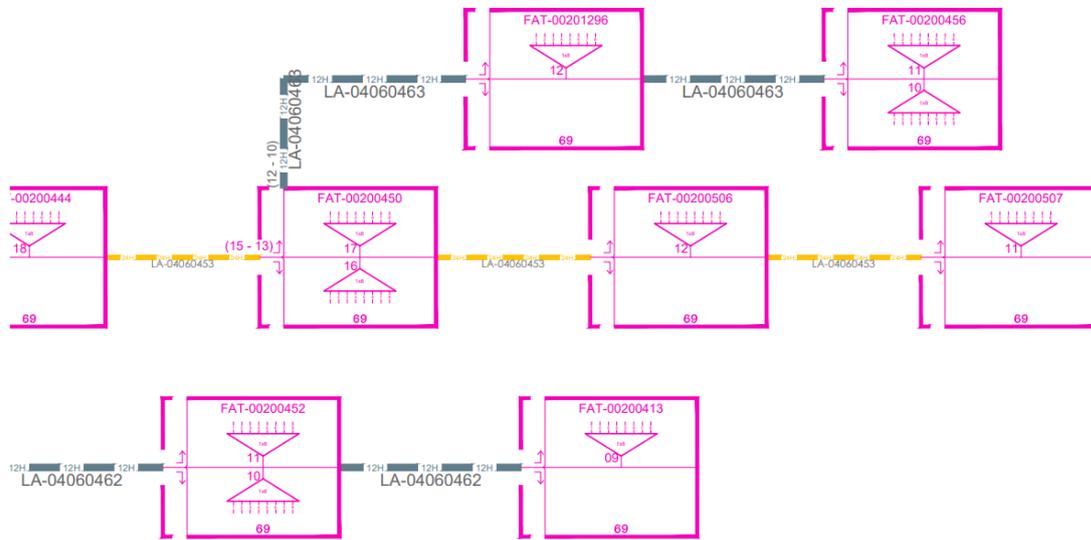


Figura 32. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la primera mufa proyectada SC-00176968.

Fuente: (Nubyx)

En la Figura 33, se muestra parte del diagrama unifilar la segunda mufa proyectada SC-00176967 con 2 divisores 1x16 que alimentan las cajas FAT a través de los laterales LA-04060451 y LA- 04060456 ambos de 24 hilos. Dicha mufa se alimenta del lateral de 24 hilos LA-04060450.

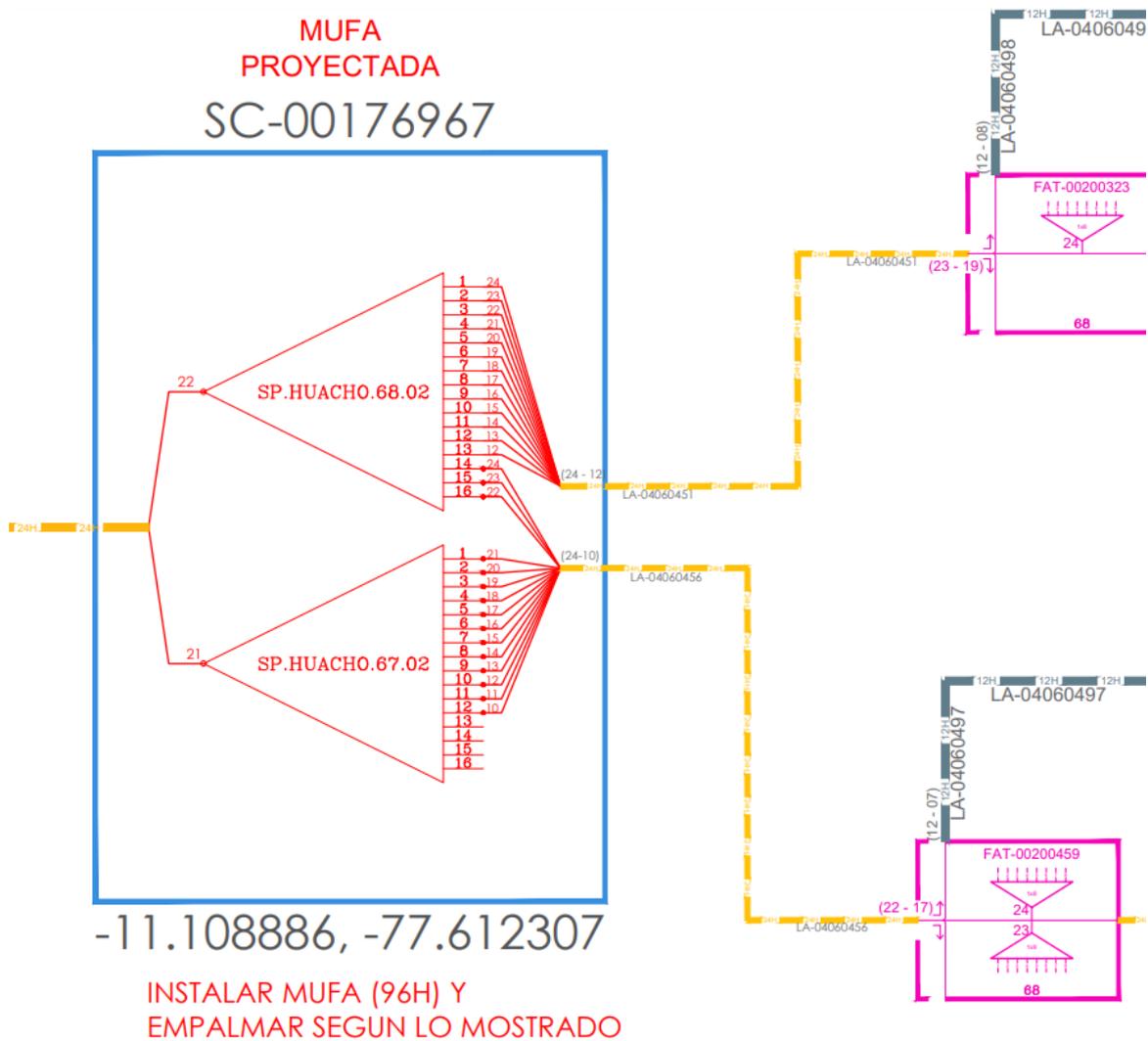


Figura 33. Esquema representativo (Unifilar), de la segunda mufa proyectada SC-00176967 que debe instalar la contrata.

Fuente: (Nubyx)

En la Figura 34, se muestra parte del diagrama unifilar la distribución de diversas cajas FAT (color rosado) y su alimentación por 3 laterales de LA- 04060451, LA – 04060498, LA- 04060462 de 12 y 24 hilos

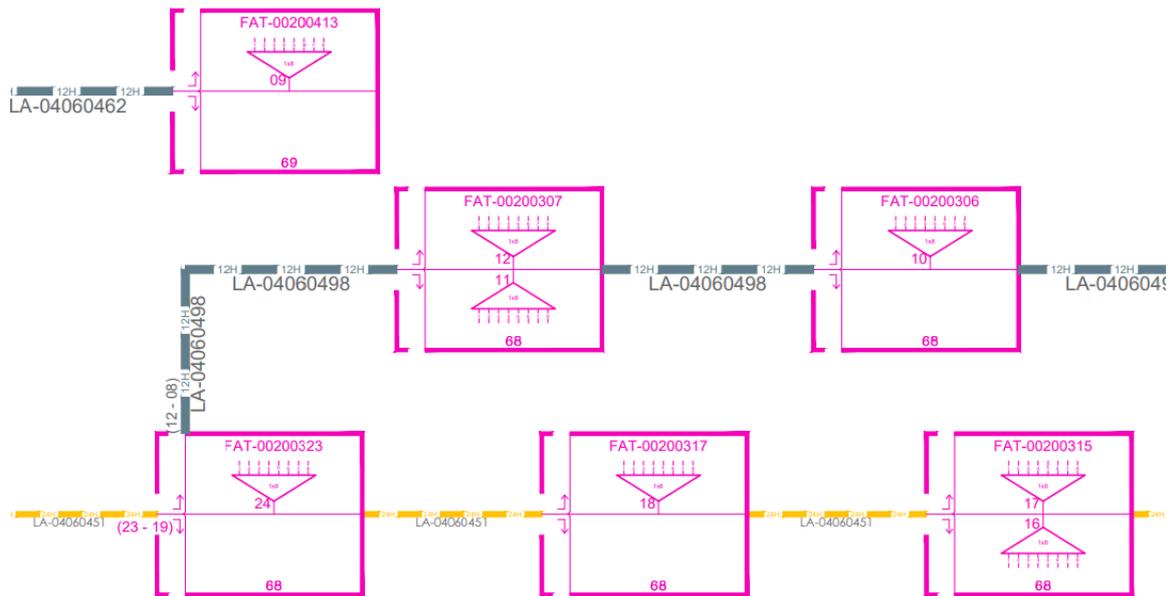


Figura 34. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la segunda mufa proyectada SC-00176967

Fuente: (Nubyx)

En la Figura 35, se muestra parte del diagrama unifilar la distribución de diversas cajas FAT (color rosado) y su alimentación por 2 laterales de LA- 04060451 y LA- 04060495 de 12 y 24 hilos

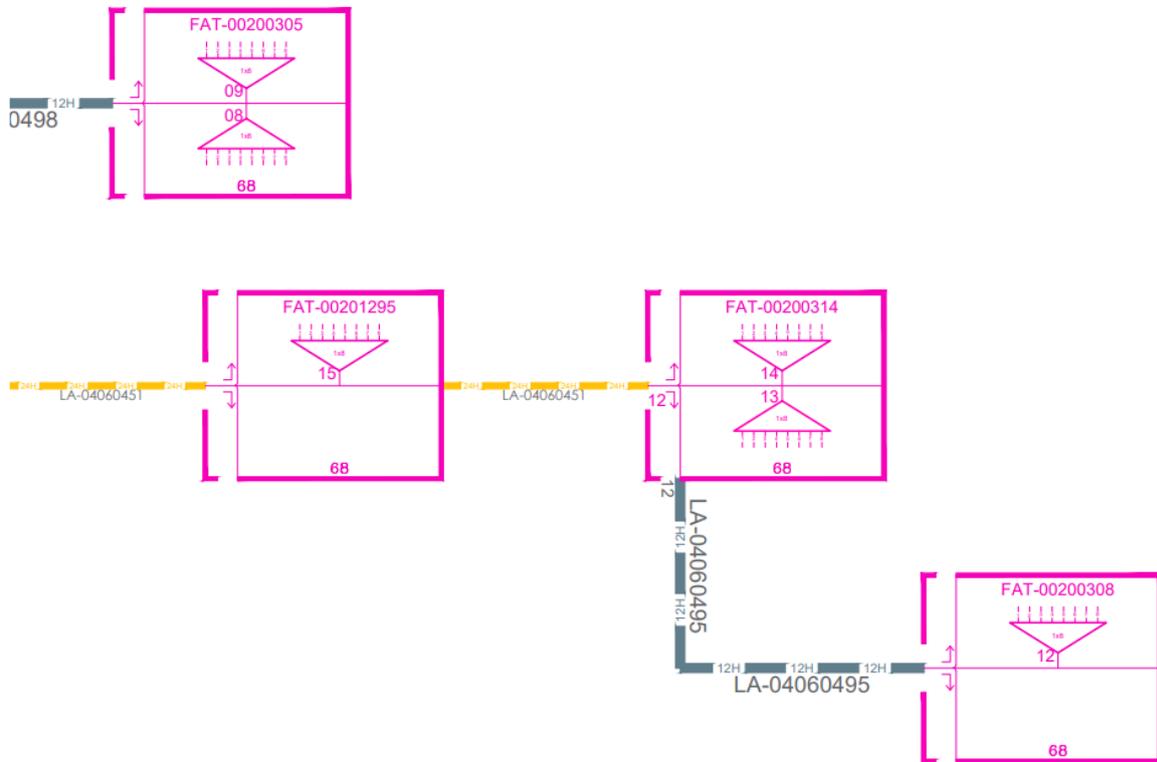


Figura 35. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la segunda mufa proyectada SC-00176967

Fuente: (Nubyx)

En la Figura 36, se muestra parte del diagrama unifilar la distribución de diversas cajas FAT (color rosado) y su alimentación por 2 laterales de LA- 04060451 y LA – 04060495 de 12 y 24 hilos respectivamente.

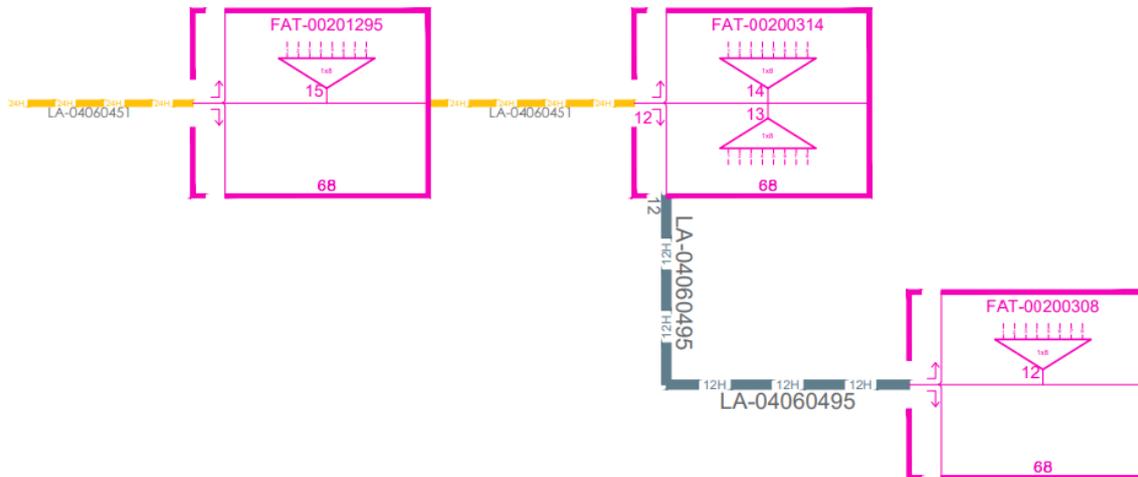


Figura 36. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la segunda mufa proyectada SC-00176967.

Fuente: (Nubyx)

En la Figura 37, se muestra parte del diagrama unifilar la distribución de diversas cajas FAT (color rosado) y su alimentación por 2 laterales de LA- 04060497 y LA – 04060456 12 y 24 hilos.

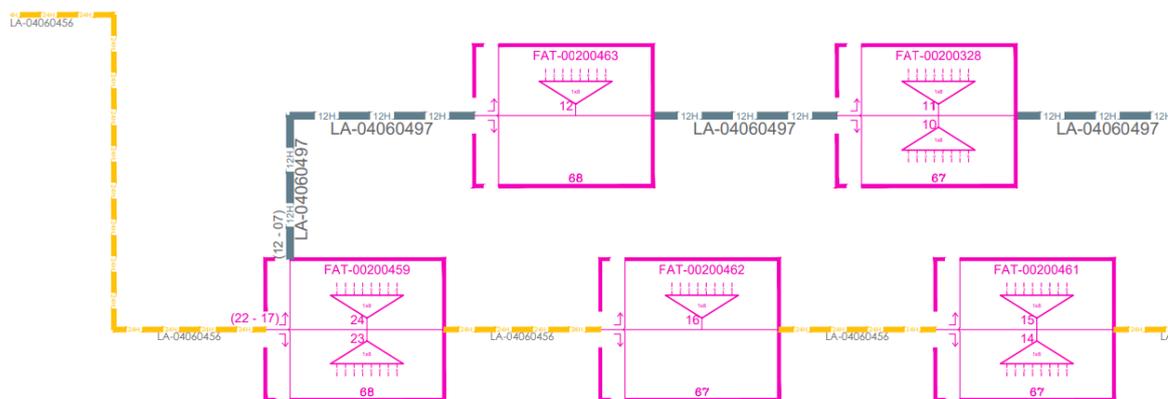


Figura 37. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la segunda mufa proyectada SC-00176967

Fuente: (Nubyx)

En la Figura 38, se muestra parte del diagrama unifilar la distribución de diversas cajas FAT (color rosado) y su alimentación por 2 laterales de LA- 04060497 y LA – 04060456 12 y 24 hilos.

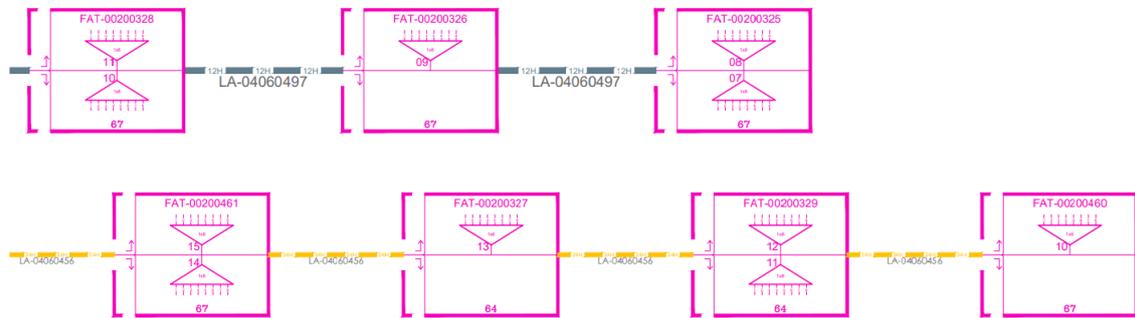


Figura 38. Esquema representativo (Unifilar), de todas las cajas FAT que alimenta la segunda mufa proyectada SC-00176967.

Fuente: (Nubyx)

En dicho esquema de red mostrado, los diseñadores dividen el plano en 2 partes: ROP y CONTRATA.

ROP (Redes ópticas del Perú) como se explicó anteriormente, es otra razón social de la empresa Nubyx. Realizarán el trabajo de la instalación y empalme de las mufas y el tendido de fibra desde el nodo.

La otra parte del plano debe ser subcontratada a una empresa contratista externa. Esta empresa se encargará de llevar a cabo la instalación y la fusión de todas las fibras ópticas presentes en su área de responsabilidad. Además del aprovisionamiento de las cajas FAT y mufas proyectadas.

Finalmente realizan la medición de potencias de cada puerto del splitter para validar el correcto funcionamiento de las fusiones.

Aprovisionamiento del Proyecto

En esta fase, se adquieren y organiza los recursos esenciales para la construcción del proyecto. Esto puede incluir la compra de equipos, materiales, y la asignación de personal y presupuesto.

Basándose en la información recopilada durante la etapa de obtención de datos, el equipo de diseño y desarrollo técnico, al observar la zona y siguiendo los criterios de diseño, toman decisiones sobre la selección de equipos y elementos clave para el proyecto. Garantizando que se obtengan todos los recursos disponibles y listos para la implementación

En este caso específico, se menciona que se observó baja densidad poblacional por una manzana. Las cajas FAT de 8 puertos o salidas conforme las pautas de diseño son la opción más apropiada en dicha zona por ser de menor demanda. Sin embargo y para todo el proyecto se tomó la decisión de utilizar cajas FAT de 16 puertos o salidas, ello debido a criterios de estandarización, eficiencia operativa o capacidad de expansión futura. La elección forma parte del proceso de diseño y desarrollo técnico, cuyo propósito es optimizar la ejecución de la red FTTH.

Tabla 3

Relación de puertos por cajas FAT y demanda de viviendas por zona.

CAJA FAT 8 PUERTOS	CAJA FAT 16 PUERTOS
Baja demanda de viviendas en una zona.	Alta demanda de viviendas en una zona.

Fuente: (Elaboración propia)

Es viable emplear cables con 12F, 24F y 48F para la red distribuidora ADSS, siendo la elección de la cantidad de fibras dependiente de la demanda de capacidad de transmisión para la zona en particular. La Tabla 4 detalla la marca y modelo de la fibra usada en Nubyx y el Span y tipo cable ADSS.

Tabla 4

Span de fibra marca Fiberhome y Opticimes

Insignia	Tipo	Clase	SPAN
Fiberhome	FO12H- 100FIBHOM	Monomodo ADSS	100
Opticimes	FO24H-100- OPTICT	Monomodo ADSS	100
Opticimes	FO48H- 100OPTIC	Monomodo ADSS	100

Fuente: División logística Nubyx

La mufa o caja de empalme óptico es un componente pasivo de gran importancia usado para la comunicación entre la OLT y las cajas FAT.

Por tanto, en la Tabla 6 se detalla la insignia, tipo, clase y tolerancia del equipo dispuesto para el proyecto por el área correspondiente.

Tabla 5

Características de la mufa marca OPF

Insignia	Tipo	Clase	Tolerancia
OPF	CEO	DOMO	96F

Fuente: División logística Nubyx

Para concluir, diseño solicita una lista final de materiales a la división de logística posterior a ello el área de Proyectos realiza el seguimiento del material entregado e instalado en la zona. En la Figura 39 se detalle el listado de todos los materiales del proyecto.

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	TOTAL
ALAM-DEVA	Alambre para devanar	UND	
ALAM-MENS	Alambre mensajero 3/16	MTS	
-	CHAPA DE 3 PERNOS	UND	
-	CHAPA DE CRUCE	UND	
P00846	AISLADOR DE PORCELANA	UND	146
P00849	PORTALINEA TIPO C	UND	146
P00852	CRUCETA DE RESERVA PARA FIBRA OPTICA GRANDE	UND	
P00853	CRUCETA DE RESERVA PARA FIBRA OPTICA	UND	5
P00854	HEBILLA ACERADA BANDIT 3/4	UND	278
P00855	CINTA ACERADA BANDIT 3/4	MTS	195
PREF-1/2	Preformado 1/2 (azul) - 48h y 96 h	UND	20
PREF3/4	Preformado ROJO*	UND	
PREF-3/8	Preformado 3/8 (naranja) - 12h y 24 h	UND	246
FO12H-100FIBHOM	Cable de fibra optica 12 hilos adss span 100 fiberhome	MTS	1641
FO12H-120LS	Cable de fibra optica 12 hilos adss span 120ls	MTS	
FO12H-200LS	Cable de fibra optica 12 hilos adss span 200ls	MTS	
FO24H-100-OPTICT	Cable de fibra optica 24 hilos adss span 100 optictimes	MTS	1900
FO24H-120LS	Cable de fibra optica 24 hilos adss span 120ls	MTS	
FO24H-200LS	Cable de fibra optica 24 hilos adss span 200ls	MTS	
FO48H-100OPTIC	Cable de fibra optica 48 hilos adss span 100 optictimes	MTS	322
FO48H-120LS	Cable de fibra optica 48 hilos adss span 120ls	MTS	
FO48H-200LS	Cable de fibra optica 48 hilos adss span 200ls	MTS	
FO96H-100MULCAB	Cable de fibra optica 96 hilos adss span 100 multicable	MTS	
FO96H-100OPTIC	Cable de fibra optica 96 hilos adss span 100 optictimes	MTS	
FO96H-120LS	Cable de fibra optica 96 hilos adss span 120ls	MTS	
FO96H-200LS	Cable de fibra optica 96 hilos adss span 200ls	MTS	
-	CABLE PATCHCORD UTP	UND	
-	CONECTOR MECANICO TIPO SC/APC	UND	
-	CONECTOR MECANICO TIPO SC/UPC	UND	
-	Cable drop fibra optica 4 hilos	MTS	
P01010	Cable Raiser de Distribución óptica interna 16H G.652D	MTS	
MUFA48H-H	Mufas caja de empalme 48 hilos horizontal	UND	
-	Mufas caja de empalme 96 hilos horizontal	UND	2
P00064	CAJA NAP DE 16 SALIDAS + SPLITTER 1X8 CONECTORIZADO SC/APC	UND	41
P00782	CAJA NAP DE 24 SALIDAS + SPLITTER 1X8 CONECTORIZADO SC/APC	UND	
P00455	SPLITTER SIN CONECTOR 1x8	UND	
P00938	SPLITTER SIN CONECTOR 1x16	UND	4
P00966	SPLITTER OPTICO 1x8 CON CONECTOR APC	UND	60
P00065	CAJA OTS METAL 20x20	UND	
P00104	ENFRENTADOR IMPORTADO SC/APC SIMPLE	UND	
P01004	CAJA MININAP CTO P/INTERIORES CONECTORIZADA C/SPLITTER 1:8	UND	
P00042	BANDEJA ODF PARA RACK ODF-12	UND	
P00043	BANDEJA ODF PARA RACK ODF-48	UND	
P00047	BANDEJA ODF PARA RACK ODF-144	UND	
P00048	BANDEJA ODF PARA RACK ODF-24	UND	
P00050	BANDEJA ODF PARA RACK ODF-96	UND	
P00316	PATCH CORD FO SC/APC-SC/UPC 3M - SIMPLE	UND	
P00317	PATCH CORD FO SC/APC-SC/UPC 5M - SIMPLE	UND	
-	PATCH CORD FO SC/APC-SC/UPC 6M - SIMPLE	UND	
P00319	PATCH CORD FO SC/APC-SC/UPC 8M - SIMPLE	UND	
P01243	STICKER LOGO NUBYX S/QR	UND	
P00494	STICKER AMARILLO PARA ROTULAR EN FO CAUTION	UND	145
P00847	[P00847] BRAZOS EXTENSORES 120 CM	UND	
P01339	BRAZOS EXTENSORES 80 CM	UND	10
-	CRUCES	UND	21

Figura 39. Listado de materiales a utilizar en el proyecto zona 9 Plaza de Armas de Huacho.

Fuente: División logística Nubyx

Adicionalmente se añade el total costos de materiales del proyecto zona 9 que logística Nubyx tendrá que comprar. La lista a continuación detalla materiales por metro u unidad. La fibra óptica se vende por bobinas completas de 4 kilómetros y no por metros, por el ello el precio total del material de fibra óptica. En almacén se nos brinda el metraje necesario solo para el proyecto.

Otros materiales vienen en unidades por paquetes por lo que el saldo final es el costo de 1 paquete total y/o de ser necesario 2.

		NUBIX		
PLANO y/o CODIGO		LI.HUACHO.013		
FECHA		16-jul		
UNIDAD	PEXT	MATERIALES	COSTO	SALDO
UND	AISLADORES	146	S/ 19.00	S/ 2,774
MTS	ALAMBRE DEVANAR			S/ -
MTS	ALAMBRE MEN 3/16			S/ -
UND	BRAZOS EXTENSORES 80CM	10	S/ 50.00	S/ 500
UND	BRAZO EXTENZOR 120 CM			S/ -
MTS	CINTA ACERADA 3/4	195.00	S/ 111.44	S/ 557
UNI	CRUZETA	5	S/ 33.54	S/ 168
UND	TEMPLADORES	5	S/ 1.71	S/ 9
MTS	F. OPTICA 4 H			S/ -
MTS	CABLE RISER			S/ -
MTS	F. OPTICA 12H 100-FIBERHOME	1,641	S/ 9,454,000	S/ 9,454,000
MTS	F. OPTICA 12H 200-LS			S/ -
MTS	F. OPTICA 24H 120-LS	1,900	S/ 11,762,000	S/ 11,762,000
MTS	F. OPTICA 24H 200-LS			S/ -
MTS	F. OPTICA 48H 120-LS	322	S/ 15,132,000	S/ 15,132,000
MTS	F. OPTICA 96H 120-LS			S/ -
UND	GRILLETES			S/ -
UND	HEBILLA ACERADA 3/4	278	S/ 149.08	S/ 298
UND	PORTALINEAS	146	S/ 7.08	S/ 1,034
UND	PREFORMADO 3/16			S/ -
UND	PREFORMADOS 1/2	20	S/ 3.73	S/ 75
UND	PREFORMADOS 3/8	246	S/ 5.59	S/ 1,375
UND	PREFORMADOS 5/8			S/ -
UND	CAJAS NAP	41	S/ 36.90	S/ 1,513
UND	CTO INTERNAS			S/ -
UND	MUFAS 96 HILOS	2	S/ 115.16	S/ 230
UND	SPLITTER OPRICO 1*8 C/C APC	19	S/ 123.62	S/ 2,349
UND	SPLITTER SIN CONECTOR1*16	41	S/ 62.99	S/ 2,583
UND	MUFA 48 HILOS			S/ -
UND	STICKER AMARILLO PARA ROTULA	145	S/ 100.00	S/ 100
				S/ 36,361,564

Figura 40. Listado del costo total de materiales a utilizar en el proyecto zona 9 Plaza de Armas de Huacho.

Fuente: División logística Nubyx

En la Figura 41 y Tabla 6 se observa en detalle la mano de obra de la contrata Serfitec por mufas, cajas y tendido de fibra óptica por metros realizados.

N°	COD - PLANO	CLIENTE	MUFAS TRABAJADAS	CAJAS NAP	MUFAS MANIPULADAS	TENDIDO	ROTULADO DE CAJA NAP Y MUFAS	FECHA EJECUCION	COSTO
1	LI.HUACHO.013	AMPLIACION FTTH - LI.HUACHO.013 - PLAZA DE ARMAS 9	2	41	2	3863	43	03/12/2023	S/ 9,398.50
								TOTAL	S/ 9,398.50

Figura 41. Mano de obra de la contrata SERFITEC en el proyecto zona 9 Plaza de Armas de Huacho.

Fuente: División logística Nubyx

En la Tabla 6 se observa el costo de mano de obra por manipulación de equipo durante el proyecto.

Tabla 6

Mano de obra de la contrata Serfitec

MANO DE OBRA DE LA CONTRATA SERFITEC POR MATERIAL	
CAJA NAP INSTALADAS	S/ 75.00
Rotulado de Caja/ Mufa	S/ 3.00
MUFA INSTALADA	S/ 100.00
TENDIDO POR METRO	S/ 1.50
MUFA INTERVENIDA	S/ 100.00

Fuente: División logística Nubyx

Permisos para la construcción de la red

Los procedimientos legales para este proyecto incluyen la petición de autorización para la utilización de los postes eléctricos a la empresa Enel y la obtención de permisos por parte de la municipalidad del distrito de Huacho. Es importante destacar que la autorización para el uso de los postes se logró en su totalidad gracias a la prudente evaluación del ingeniero de campo, quien descartó cualquier poste que no cumpliera con los requisitos necesarios. En caso contrario, habría sido necesario llevar a cabo una reconfiguración del diseño.

3.2.3 Ejecución

Comienza después de obtener la aprobación de la municipalidad para llevar a cabo la ejecución del proyecto. Además, se establece la logística para el transporte de materiales hacia el sector 9 Huacho.

La ejecución se inicia desde el sitio (SITE) y se divide en 2 componentes: Instalación de la red alimentadora con comunicación al nodo Huacho - 043 y la creación de la red de distribución.

Instalación de la red Alimentadora

La red alimentadora se comunica con el nodo Hacho-043 de forma aérea hacia las mufas existentes mostradas en el diagrama unifilar, este tendido se realiza con una fibra ADSS 96 hilos (BB-00119270_DISFO 02). Como se explicó anteriormente la red alimentadora ya fue tendida por ROP en un proyecto anterior llamado Huacho.014.

En la Figura 42 se muestra la conexión del nodo Huacho-043 a través de la fibra aérea existente de 96 hilos BB-00119270_DISFO 02 hacia la mufa SC-00176739.

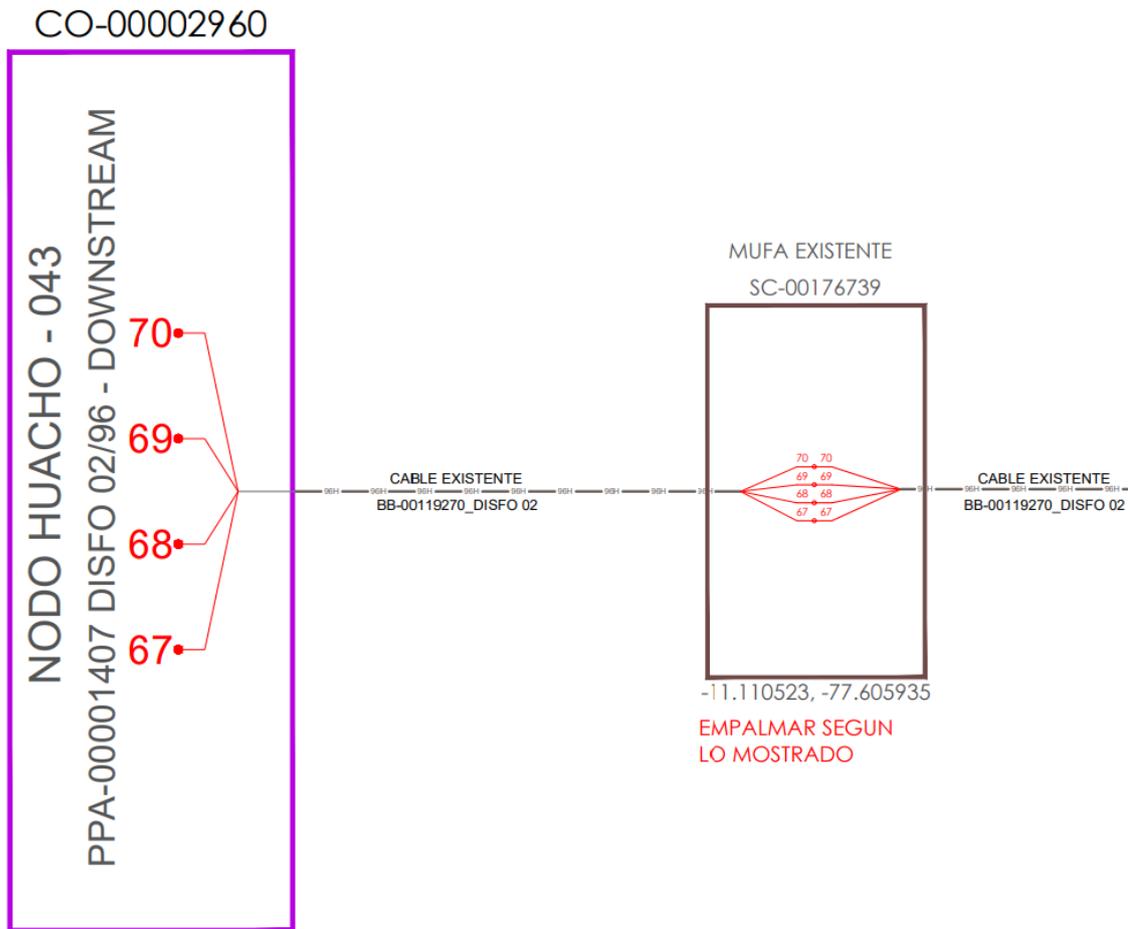


Figura 42. Red alimentadora parte 1.

Fuente: (Nubyx)

En la figura 43, se detalla la segunda parte del diagrama unifilar perteneciente a ROP, se observa la comunicación de las 2 mufas SC-00176863 y SC-00176862 existentes del proyecto Huacho.014 a través del LA-04060041 de 24 hilos.

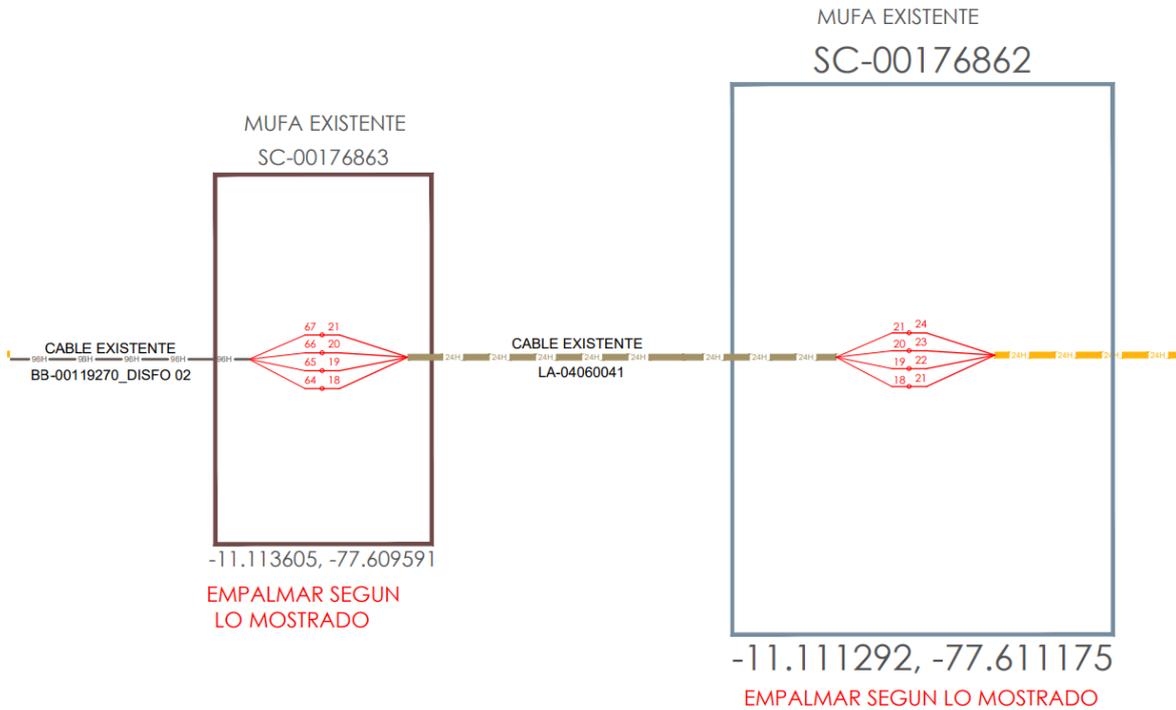


Figura 43. Red alimentadora parte 2.

Fuente: (Nubyx)

Implementación del SITE (Huacho-043)

La implementación del cuarto técnico en el SITE fue realizada en el proyecto Huacho.014 y anteriores, sin embargo, para que este nuevo proyecto Huacho.013 sea alimentado por la OLT ubicado en el SITE de HUACHO se debe concluir el despliegue de la red de distribución hasta las mufas proyectada SC-00176968 y SC-00176967. Ello para que personal de Nubyx realice los empalmes de la red de alimentación y la red de distribución como se muestra en el diagrama unifilar, fusionando el LA-04060450 de 24 hilos con los hilos correspondientes al LA-04060041 en mufa existente SC-00176862 (ver Figura 42).

Como se detalla en la Figura 44 y Figura 45, la fibra monomodo ADSS de 96 hilos BB-00119270_DISFO 02, llega al cuarto técnico a través de una escalerilla metálica hacia los 2 gabinetes. En uno se instalaron los equipos activos y en otro el ODF de

distribución. Las fotos a continuación tienen una breve leyenda en la base inferior derecha debido al aplicativo móvil que manejan los técnicos en campo.

La leyenda muestra la ubicación geográfica del técnico durante la foto con sus coordenadas respectivas.



Figura 44. Ubicación del OLT en gabinete en el SITE Huacho - 043

Fuente: Fotografía tomada por la contrata Serfitel.



Figura 45. Cuarto térmico donde se ubican la OLT y ODF en el SITE Huacho - 043.
Fuente: Fotografía tomada por la contrata Serfitel.



Figura 46. Ubicación del ODF en el SITE Huacho - 043.

Fuente: Fotografía tomada por la contrata Serfitel.

Implementación de la red distribuidora

La implementación de la red distribuidora fue realizada por la contrata SERFITEL, el equipo todas las mañanas y antes de iniciar su jornada laboral tiene una charla de 5 minutos liderada por el supervisor en sitio.

Dicha charla abarcan los temas de cuidado en el uso de herramientas y protección personal usando correctamente los equipos de protección personal (EPP) asignados. La Figura 47 describe la charla de 5 minutos antes de iniciar la jornada laboral.



Figura 47. Supervisor de la contrata SERFITEL brindando charla de seguridad

Fuente: Fotografía tomada por la contrata Serfitel.

Posterior a ello, es necesario proceder con la señalización de la zona de trabajo antes de comenzar el tendido. Esto se hace para prevenir posibles inconvenientes con la municipalidad, lo cual podría resultar en alteraciones en el cronograma de actividades debido a una posible paralización.

La implementación de la red distribuidora inicia los tendidos posteriores a las 3 mufas (SC-00176739, SC-00176863, SC-00176862) instalados en un proyecto

anterior Huacho.014. Para permitir la instalación de los cables de alimentación, se descienden las mufas al suelo como se detalla en la Figura 48. La mufa SC-00176862 tipo DOMO posee una protección ante ambientes hostiles. Rescatar que las imágenes enviadas, son tomadas con las coordenadas de ubicación de la mufa, similar al unifilar enviado por el área de diseño.



Figura 48. Contrata Serfitel realizando el aprovisionamiento de la mufa SC-00176862

Fuente: Fotografía tomada por la contrata Serfitel.

En la Figura 49 se detalle la cantidad de bandejas y la posición final del correcto aprovisionamiento de los cables de fibra óptica dentro de la caja de empalme óptico o mufa.

La calidad de instalación de los equipos de FTTH es sumamente importante, por ello se solicita una gran cantidad de fotos e información en campo de cómo quedaría la posición final de estos.

Todo ello para evitar posibles problemas de atenuación durante la parte final de las validaciones, el coordinador de proyectos insiste en los buenos estándares de calidad de instalación. La mufa para este caso debe tener su código de identificación y sticker amarillo con logotipo e información de los laterales propios de la operadora Nubyx.

Los trabajos de fusión de fibra óptica en la mufa, se realizan sobre una mesa sobre el suelo para un mejor trabajo y siguiendo los estándares de calidad de la operadora Nubyx e ITU.

Figura 49 , detalle aprovisionamiento final de la mufa.



Figura 49. Contrata Serfitel realizando el aprovisionamiento de la mufa SC-00176862

Fuente: Fotografía tomada por la contrata Serfitel.

La Figura 50, detalla la ubicación final de la mufa, como se indicó en las recomendaciones anteriores, solo se toma infraestructura eléctrica para el tendido de fibra óptica.



Figura 50. Poste eléctrico, propiedad de ENEL donde ira finalmente la mufa.

Fuente: Fotografía tomada por la contrata Serfitel.

La Figura 51 muestra la instalación final de la mufa junto a su reserva de 5 metros, pegatina amarilla de identificación de fibra y cruceta color morado insignias de la marca Nubyx.



Figura 51. Aprovisionamiento final de la mufa

Fuente: Fotografía tomada por la contrata SerfiteL.

Posterior al proceso de instalación de mufas, se inicia con la instalación de cajas FAT. Como se detalla en la Figura 52 cada caja FAT se ubica en postes eléctricos, estratégicamente colocados por la demanda de viviendas en la zona y el acceso a internet. El código 043 es el código del nodo perteneciente a este proyecto.



Figura 52. Rotulación e instalación final de caja FAT con divisor óptico de 1x16

Fuente: Fotografía tomada por la contrata Serfitel.

Posteriormente a la instalación de las cuarenta y uno cajas FAT y la fibra de distribución, el supervisor lleva a cabo la validación del despliegue, asegurándose de cumplir con las directrices establecidas por la operadora. En la Figura 53 se observa la instalación final de una caja FAT en poste eléctrico ENEL.

Figura 43, mostrando poste eléctrico y caja FAT final.



Figura 53. Foto final del aprovisionamiento de la caja FAT.

Fuente: Fotografía tomada por la contrata Serfitel.

3.2.4 Verificación de la red

Terminada la etapa de ejecución de la red FTTH, la empresa Nubyx junto a la contrata Serfitel y de acuerdo a los parámetros de recepción óptimos que debe aceptar la ONT del cliente según recomendaciones de la UIT-T G.983.3, se lleva a cabo la verificación de la red mediante la prueba de pérdida de inserción y reporte iOLM. Adicionalmente en la Tabla 7, se detalla el rango de potencia óptima aceptable en caja FAT por la operadora Nubyx, dicho rango es establecido según las recomendaciones de la UIT-T G.983.3 y la potencia mínima de recepción del equipo ONT (-27dBm a -29dBm) que usa la división logística de Nubyx.

Tabla 7

Verificación de la red FTTH mediante prueba de medición y rango de potencias optimas

Método y rango de potencia	Tipo	Intervalo de tomas
Prueba de pérdida de Inserción (IL) 1490 nm Potencia optima de -13.00 hasta - 22.00 dBm	Bidireccional	Mediciones de puertos de las cajas FAT
Medición de OTDR	Unidireccional	

Fuente: (Elaboración propia)

La contrata Serfitel, una vez concluida la instalación de la fibra distribuidora y cajas FAT, procede a realizar las mediciones de potencia en cada puerto disponible de las cajas usando el equipo de medición Power Meter.

En la Figura 54, se observa la potencia de llegada del SITE HUACHO-043 a la caja FAT-00200323, dicha potencia cumple con los parámetros establecidos por la operadora Nubyx.

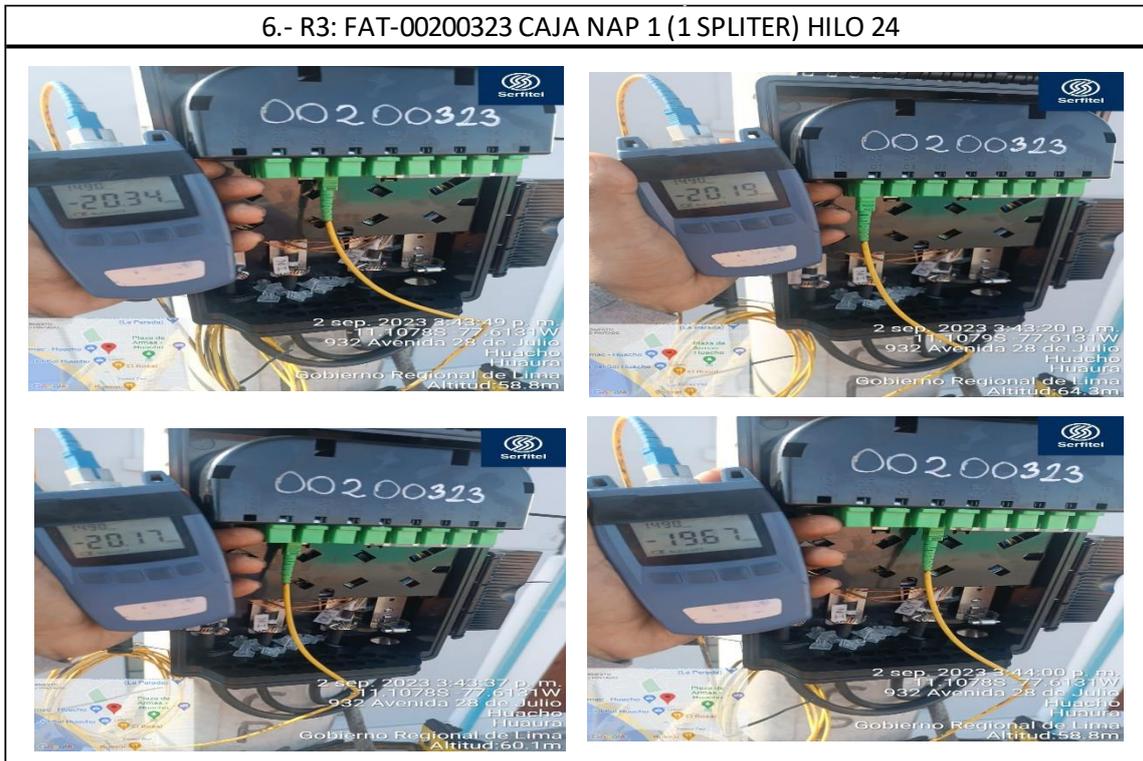


Figura 54. Caja FAT-00200323 (Máximo permitido hasta -23dBm).

Fuente: Fotografía tomada por la contrata Serfitel

Finalmente, durante proceso de verificación de la red y como se muestra en la Figura 55, se adjunta los resultados de reporte iOLM de la caja FAT, donde se detalla gráficamente 3 divisores ópticos y la pérdida del tramo.

Resultados de iOLM

Longitud de tramo: 2,127.8 m
 Estado de adquisición: Finalizada

Longitud de onda (nm)	Pérdida de tramo (dB)	ORL de tramo (dB)
1310	20.947	64.28
1550	20.508	63.14

Vista de tramo

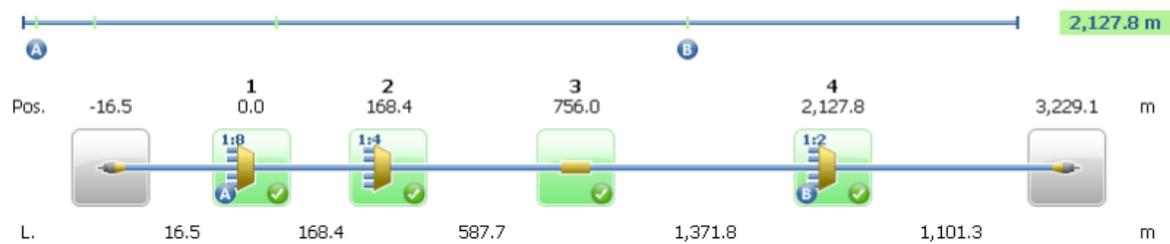


Figura 55. Prueba de iOLM en caja FAT- 00200323

Fuente: Nubyx

3.3 Resultados

- El proyecto Plaza de Armas de Huacho zona 9, tiene una validación de los equipos de medición de potencia dentro del rango óptimo de potencias de cada uno de los puertos de la caja FAT, aprobados por la operadora Nubyx e ITU, En la Tabla 8 se detalla la lista final de potencias optimas de cada caja FAT.
- Para culminar, se observa en Figura 56 que el proyecto zona 9 Plaza de Armas de Huacho tiene una presencia del 48.6% en el mercado hasta el mes de Septiembre 2023.

Presencia de HP beneficiados con internet de fibra óptica en la zona 9.

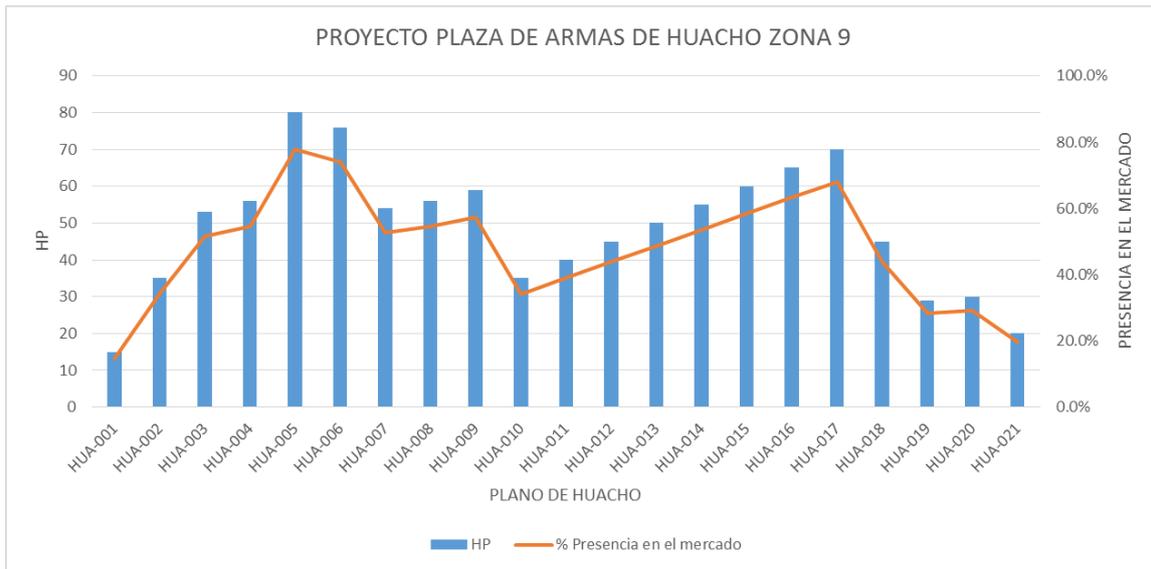


Figura 56. Gráfico de HP y presencia en el mercado del proyecto zona 9 Plaza de Armas de Hucho

Fuente: Nubyx

En la Tabla 8, se observa las mediciones de potencia por puerto de cada caja FAT, en ella se detalla que hay potencias diferentes, pero todas dentro del rango óptimo. La variación de potencia en puerto por caja FAT dependerá de la calidad de la instalación; entre ellas los detalles finales será el de revisar, estado del equipo, saturación del puerto de la OLT, posición final de la fibra, empalme, conectores sucios etc.

Tabla 8

Lista final de potencias optimas del total de puertos por caja FAT, ubicadas en la zona 9 Plaza de Armas de Huacho.

Fuente: Contrata Serfitel

En la Figura 57, se observa el orden del total de cajas FAT desde la más cercana a la OLT a la última en orden de proximidad. En la gráfica se aprecia una tendencia a una mayor pérdida de potencia en la caja FAT más alejada a la OLT.

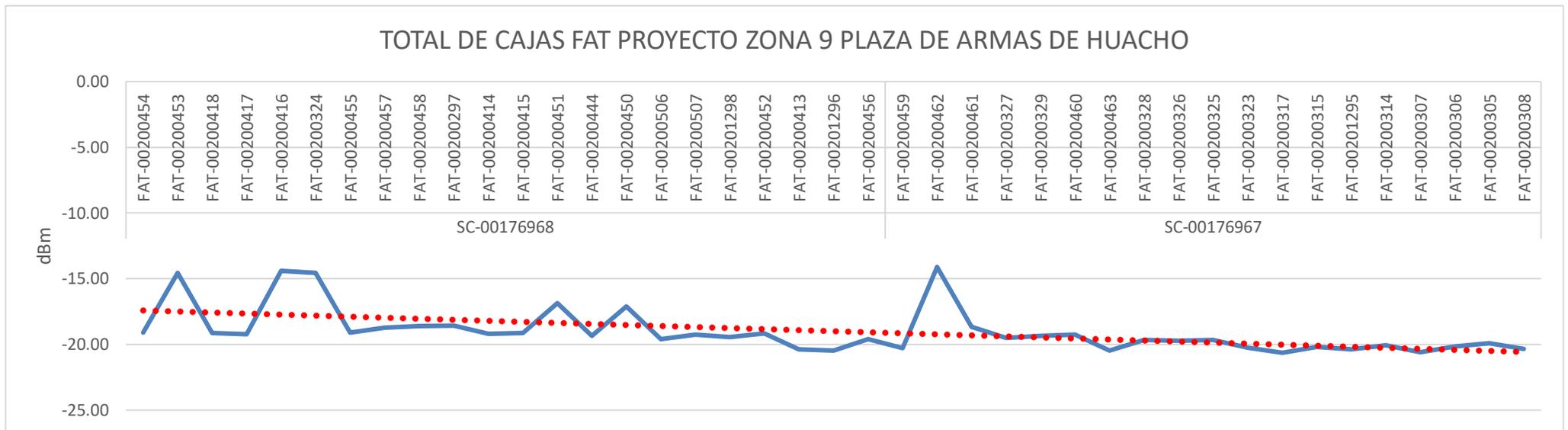


Figura 57. Gráfico del promedio de potencias de salida de todas las cajas FAT

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, luego del proceso de instalación de la red FTTH desde el SITE a la última CAJA FAT y habiendo indicado en cuadros anteriores que todas las FAT disponibles para obtener directamente acceso a internet al hogar, se encuentra dentro de los parámetros óptimos de potencia de acuerdo a las directrices establecidas por la ITU-T G.984.X y el Grupo Fiberlux, se procedió a tomar capturas de la red de última milla para verificar la mejora de internet en el hogar a la anterior tecnología. Debido a que el proyecto aún está siendo adquirido por algunos usuarios y teniendo en cuenta la limitación de acceder a varios usuarios para obtener la información, se tomara de medición el test realizado a un suscriptor, para ello tomaremos como referencia un test de velocidad realizado en la plataforma speedtest para detallar la mejora de velocidad de la tecnología anterior de cobre a fibra óptica.



Figura 58. Test de velocidad de acceso a internet con tecnología de cobre HFC
Fuente: speedtest.net



Figura 59. Test de velocidad de acceso a internet con tecnología FTTH.
Fuente: speedtest.net

CONCLUSIONES

- Durante la etapa de obtención de datos realizada por el ingeniero a cargo, se observó que la nueva red FTTH era ventajosa debido a la existencia de una infraestructura eléctrica en buen estado logrando aminorar en costos de implementación de la red debido a que no se tuvieron que proyectar nuevos postes eléctricos.
- Se completó el diseño y la implementación del proyecto zona 9 Plaza de Armas de Huacho brindando internet a 931 HP y mejorando la calidad del mismo debido al uso de una mejor tecnología.
- La nueva red FTTH en la zona 9 Plaza de Armas del distrito de Huacho, se implementó sin desafíos significativos durante la etapa de ejecución, cumpliendo el diseño tal cual fue elaborado durante la etapa de diseño y cumpliendo las normativas tanto nacionales como internacionales.
- Se consiguieron mejoras significativas en las velocidades de acceso a Internet en comparación con los resultados previos.
- Finalmente, durante la etapa de validación, se confirmó la implementación exitosa de la red FTTH mediante pruebas de medición de potencia, de acuerdo a los parámetros óptimos de conectividad definidos la operadora Nubyx y la ITU-T G.984-x.

RECOMENDACIONES

- Durante la etapa de obtención de datos es recomendable que se realice por personal técnico experimentado en redes FTTH, esto debido su mayor conocimiento en el área y la rapidez durante el proceso.
- Es aconsejable que, durante la etapa de obtención de datos, personal técnico use equipos GPS altamente precisos y no teléfonos móviles ya que permite registrar la ubicación de los postes eléctricos de manera más rápida y precisa.
- Se recomienda que la ubicación de cuarto técnico donde se encuentra la OLT, este dentro de la zona de cobertura de la nueva red FTTH a proyectar, debido a que la proximidad garantice un óptimo funcionamiento de la red.
- Es aconsejable que la operadora Nubyx considere la instalación de red de alimentación canalizada para proyectos futuros, ya que esta infraestructura es responsable de transportar la información necesaria para las troncales a ser instaladas. Además, se sugiere llevar a cabo un despliegue de una red de respaldo en la alimentación principal, con el propósito de asegurar la continuidad del servicio en situaciones de fallos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abdellaoui, z., dieudonne, y., & aleya, a. (2021). *Design, implementation and evaluation of a fiber to the home (ftth)*. Recuperado el 08 de septiembre de 2023, de elsevier: <https://pdf.sciencedirectassets.com/320039/1-s2.0-s2590005621x00021/1-s2.0-s2590005621000060/main.pdf?X-amz-security-token=iqojb3j pz2lux2vjea0acxvzlwvhc3qtmsjhmeuciqdvwfxzcwhzqlu66%2fs16y6yucr1rlzuselxft46qfcbmwigxxwmxcryoieh2g3nsrqglobe%2fqx5noscscar530oz>
- Arias, j. (2015). *Diseño de una red ftth utilizando el estándar gpon para el distrito de magdalena del mar*. Recuperado el 10 de septiembre de 2023, de repositorio pucp: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/7506>
- Bijani, g. (2015). *Implantación y configuración de pasarelas*. Elearning.
- Carrera, m. (2022). *“diseño de una red de fibra óptica basado en el estándar xgpon para la expansión de cobertura ftth de la empresa sysmarc.net en la parroquia tumbabiro”*. Recuperado el 09 de septiembre de 2023, de repositorio digital universidad tecnica del norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13243/2/04%20red%20308%20trabajo%20de%20grado.pdf>
- Cedillo, c., & nieto, m. (2019). *“análisis para la optimización del presupuesto óptico sobre última milla, mediante pruebas dentro de la red gpon de cnt en la ciudad de azogues”*. Recuperado el 07 de septiembre de 2023, de repositorio institucional de la universidad politécnica salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17414/4/ups-ct008325.pdf>
- Corning. (2019). *Optical communications corning*.
- Crisp, j. (2001). *Introduction to fiber optics* (2 ed.). Newnes.
- Diccionario panhispánico del español jurídico. (2023). *Ftth*. Recuperado el 16 de septiembre de 2023, de diccionario prehispánico del español jurídico: <https://dpej.rae.es/lema/ftth#:~:text=tel.,de%20los%20operadores%20de%20cable.>
- Durand, m. (2020). *Propuesta de ejecución mediante el uso de la fibra óptica preconectorizada de una red ftth ubicada en el distrito de imperial provincia de cañete lima 2020*. Recuperado el 11 de septiembre de 2023, de repositorio institucional de la universidad nacional tecnologica de lima sur: <https://repositorio.untels.edu.pe/jsui/handle/123456789/777>

- Espinosa, n., & quisnancela , e. (16 de agosto de 2016). *Certificación de redes gpon, normativa itu g.984.x*. Recuperado el 15 de septiembre de 2023, de universidad tecnológica equinoccial: <https://www.redalyc.org/journal/5722/572261626002/html/>
- Farmer, j., lane, b., bourg, k., & wang, w. (2016). *Fttx networks. Technology implementation and operation*. Morgan kaufmann.
- Fiberlux. (2023). *Misión y visión*. Recuperado el 23 de septiembre de 2023, de fiberlux: <https://fiberlux.pe/nosotros/>
- Fibramarket. (2018). *Caja de empalme fibra optica*. Recuperado el 15 de septiembre de 2023, de fibramarket: <https://www.fibramarket.com/caja-de-empalme-fibra-optica/>
- Fibraopticahoy. (30 de octubre de 2018). *Cajas nap para fttth*. Recuperado el 14 de septiembre de 2023, de fibraopticahoy: <https://www.fibraopticahoy.com/blog/cajas-nap-para-fftth/>
- Francisco, r., & andres, r. (2023). *Arquitectura de una red fttth con tecnología gpon para habilitar el servicio de internet en el centro poblado de comatrana, ica 2022*". Recuperado el 06 de septiembre de 2023, de repositorio institucional unac: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/7791>
- Friel, j. (2012). *The power meter handbook*. Velo press.
- Fttth council europe. (2014). *Fttth-handbook* (6 ed.). D&o committee.
- Furukawua. (2023). *Concentrador optico olt standalone gpon lw3008c*. Recuperado el 11 de septiembre de 2023, de furukawua: <https://www.furukawatam.com/es/catalogo-de-productos-detalles/concentrador-optico-olt-standalone-gpon-lw3008c>
- Gallardo, s. (2015). *Elementos de sistemas de telecomunicaciones*. Paraninfo.
- Geronimo, c. (2015). *Manual de comunicaciones por fibra optica*.
- Grady, s. (2005). *El libro de fttx*. Outside plant magazine.
- Green, p. (2006). *Fiber to the home the new empowerment*. Wiley.
- Hanco, d. (2021). *Diseño e ejecución de una red fttth para mejorar el servicio de voz y datos en la etapa 1 del distrito de parcona – ica*. Recuperado el 10 de septiembre de 2023, de dspace jspui: https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/924/1/t088a_74156333_t.pdf
- Irving. (13 de mayo de 2021). *Componentes de la red de acceso fttth gpon*. Recuperado el 11 de septiembre de 2023, de fs community:

<https://community.fs.com/es/blog/components-and-architecture-of-gpon-ftth-access-network.html>

Itu. (2023). *Sobre la unión internacional de telecomunicaciones (uit)*. Recuperado el 18 de septiembre de 2023, de itu: <https://www.itu.int/es/about/pages/default.aspx>

Itu-t. (2012). *L.90 : topologías de las redes de acceso óptico para los servicios de banda ancha*. Recuperado el 11 de septiembre de 2023, de itu-t: <https://www.itu.int/rec/t-rec-l.90-201202-i/es>

James, k., & keith, r. (2010). *Redes de computadoras: un enfoque descendente*. Pearson educación.

Kaminow, i., & koch, t. (1997). *Optical fiber telecommunications iii*. Academic press.

Khatiwoda, n., & dawadi, b. (02 de abril de 2021). *A study on ftth implementation and migration in nepal*. Recuperado el 17 de septiembre de 2023, de institute of engineering,: https://www.researchgate.net/publication/349620536_a_study_on_ftth_implementation_and_migration_in_nepal

Kumar, s., & deen, j. (2014). *Fiber optic communications*. Wiley.

Library. (2023). *Tecnología fttx*. Recuperado el 10 de septiembre de 2023, de library: <https://1library.co/article/arquitectura-fttx-tecnologia-fttx-cap%c3%adtulo-marco-te%c3%b3rico-conceptual.zke1e04z>

Optical society of america. (2002). *Fiber optics handbook* (1 ed.). Mcgraw-hill.

Osiptel. (2023). *Papel de organismos reguladores es fundamental para impulsar la transformación digital en escenario post covid*. Recuperado el 10 de septiembre de 2023, de osiptel: (<https://www.osiptel.gob.pe/portal-del-usuario/noticias/papel-de-organismos-reguladores-es-fundamental-para-impulsar-la-transformacion-digital-en-escenario-post-covid/>).

Perez, w. (2010). *Redes ópticas. Evolucion en servicio y tecnología*. Recuperado el 11 de septiembre de 2023, de instituto tecnologico de buenos aires: <https://ri.itba.edu.ar/entities/tesis%20de%20maestr%c3%ada/31290709-80d9-42e7-841f-db5641e3afdf>

Quintanilla, j., & cifuentes, e. (2022). *Diseño de una red ftth con tecnología gpon para mejorar la conectividad de internet en el distrito de ayacucho provincia de ayacucho, 2022*. Recuperado el 05 de septiembre de 2023, de repositorio institucional urp: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/6102>

Spiegato. (2023). *¿qué es tdma?* Recuperado el 17 de septiembre de 2023, de spiegato: <https://spiegato.com/es/que-es-tdma>

Ufinet. (2023). *¿qué es fibra hasta el hogar, o fttth?* Recuperado el 16 de septiembre de 2023, de ufinet: <https://www.ufinet.com/es/servicios/ftth/#:~:text=home%20passed%20o%20hp%20significa,para%20la%20prestaci%3%b3n%20del%20servicio.>

Whitaker, j. (2005). *The electronics handbook* (2 ed.). Taylor & francis.

Wikipedia. (12 de marzo de 2023). *Fttx*. Obtenido de wikipedia: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/fttx.svg>

Worton. (06 de julio de 2021). *¿cuál es la diferencia entre fibra monomodo y multimodo?* Recuperado el 5 de septiembre de 2023, de fs community: <https://community.fs.com/es/blog/single-mode-vs-multimode-fiber-whats-the-difference.html>

ANEXOS

3.5 Anexo 2. Instalación planta horizontal, proyecto FTTH.



3. Foto de cada reserva y su ubicación georeferenciada.



4. Fotos de la instalación interna y externa de cada Caja de empalme y sus rótulos.

SE INTERVINO SC-00176862 MUFA 1 - SE EMPALMARON LOS 4 HILOS 24-21

4. SC-00176862 MUFA 1 - SE EMPALMARON LOS 4 HILOS 24-21



4. SC-00176862 MUFA 1 - SE EMPALMARON LOS 4 HILOS 24-21



4. SC-00176862 MUFA 1 - SE EMPALMARON LOS 4 HILOS 24-21



4. SC-00176862 MUFA 1 - SE EMPALMARON LOS 4 HILOS 24-21



SE INSTALO SC-00176968 MUFA 2 - SE INSTALO 2 SPLITERS PRINCIPALES HILOS 24-23

4. SC-00176968 MUFA 2 - SE INSTALO 2 SPLITERS PRINCIPALES HILOS 24-23



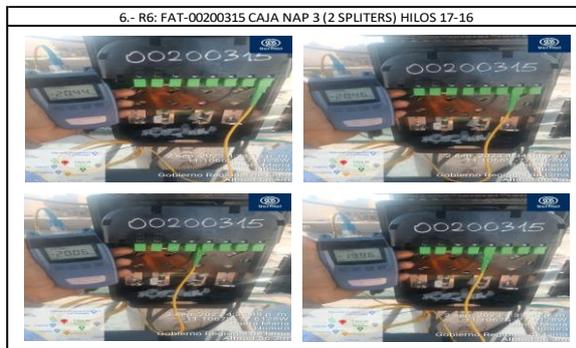
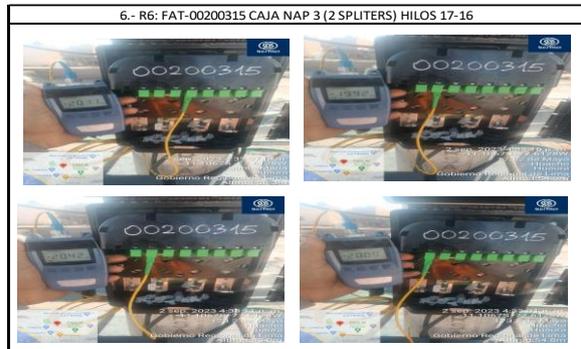
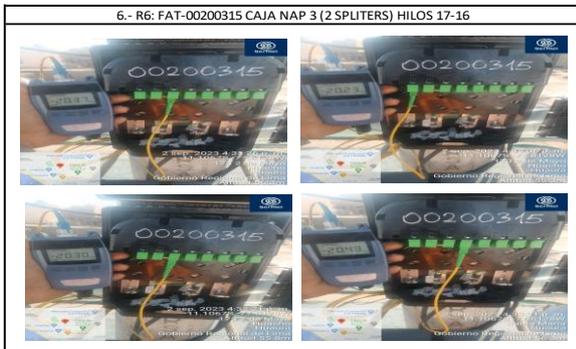
4. SC-00176968 MUFA 2 - SE INSTALO 2 SPLITERS PRINCIPALES HILOS 24-23



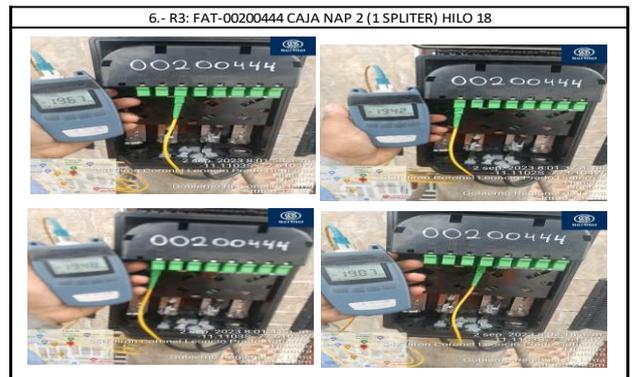
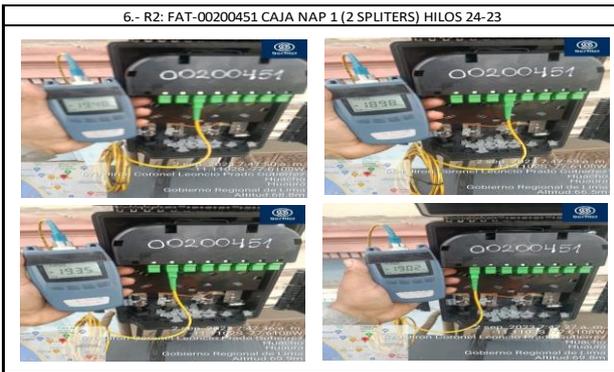
5. Foto de la instalación interna de la CAJA NAP, mostrando sus rótulos.



6. Fotos de la potencia de Cada Borne de la Caja NAP.



7. Fotos de la potencia de Cada Borne de la Caja NAP.



3.6 Anexo 3. Datasheet ONT EG8145V5 área comercial Nubyx



Datasheet

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

Interface Parameters

GPON port <ul style="list-style-type: none"> Class B+ Receiver sensitivity: -27dBm ~ -29dBm Overload optical power: -8 dBm Wavelengths: US 1310nm, DS 1490nm Wavelength blocking filter (WBF) of G.984.5 Flexible mapping between GEM Port and TCONT GPON: consistent with the SN or password authentication defined in G.984.3 Bi-directional FEC SR-DBA and NSR-DBA Type B (single-homing&dual-homing) 	POTS port <ul style="list-style-type: none"> Maximum REN: 4 G.711A/μ, G.729a/b, and G.722 encoding/decoding T.30/T.38/G.711 fax mode DTMF Emergency calls (with the SIP protocol)
Ethernet port <ul style="list-style-type: none"> Ethernet port-based VLAN tags and tag removal 1:1 VLAN, N:1 VLAN, or VLAN transparent transmission QinQ VLAN Limit on the number of learned MAC addresses MAC address learning Auto-adaptive 10 Mbit/s, 100 Mbit/s or 1000 Mbit/s Interoperable with 3rd party device. 	USB port <ul style="list-style-type: none"> USB2.0 FTP-based network storage File/Print sharing based on SAMBA DLNA function
	WLAN <ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.11 b/g/n (2.4G) IEEE 802.11 a/n/ac (5G) 2 × 2 MIMO (2.4G&5G) Antenna gain: 5 dBi WMM/Multiple SSIDs/WPS 2.4G&5G concurrent Air interface rate:300 Mbit/s (2.4G); 867 Mbit/s(5G)

Product Function

Smart interconnection <ul style="list-style-type: none"> Smart Wi-Fi coverage SIP/H.248 auto-negotiation Any port any service Parental control L2/L3 (IPv4) forwarding: 1G uplink, 2G downlink 	Smart O&M <ul style="list-style-type: none"> IPTV video quality diagnosis eMDI Rogue ONT detection and isolation from the OLT Call emulation, and circuit test and loop-line test PPPoE/DHCP simulation testing WLAN emulation 	Layer 3 features <ul style="list-style-type: none"> PPPoE/Static IP/DHCP NAT/NAPT Port forwarding ALG, UPnP DDNS/DNS server/DNS client IPv6/IPv4 dual stack, DS-Lite and IPv6 SPI Static/Default routes Multiple services on one WAN port 	Security <ul style="list-style-type: none"> SPI firewall Filtering based on MAC/IP/URL addresses Support WEP, 128-bit WEP, WPA2-PSK, WPA-PSK, WPA.
			Common O&M <ul style="list-style-type: none"> OMCI/Web UI/TR069 Variable-length OMCI messages Dual-system software backup and rollback
Multicast <ul style="list-style-type: none"> IGMP v2/v3 proxy/snooping MLD v1/v2 snooping 	Smart service <ul style="list-style-type: none"> Scheduled Wi-Fi shutdown Smart Wi-Fi sharing: Portal/802.1x authentication 	Power saving <ul style="list-style-type: none"> Indicator power saving COC V5 	QoS <ul style="list-style-type: none"> Ethernet port rate limitation 802.1p priority SP/WRR/SP+WRR Broadcast packet rate

	SoftGRE-based sharing		limitation
--	-----------------------	--	------------

Copyright © Huawei Technologies Co., Ltd. 2020. All rights reserved.

No part of this document may be reproduced or transmitted in any form or by any means without prior written consent of Huawei Technologies Co., Ltd.

Trademarks and Permissions

 HUAWEI and other Huawei trademarks are trademarks of Huawei Technologies Co., Ltd.

All other trademarks and trade names mentioned in this document are the property of their respective holders.

Notice

The purchased products, services and features are stipulated by the contract made between Huawei and the customer. All or part of the products, services and features described in this document may not be within the purchase scope or the usage scope. Unless otherwise specified in the contract, all statements, information, and recommendations in this document are provided "AS IS" without warranties, guarantees or representations of any kind, either express or implied.

The information in this document is subject to change without notice. Every effort has been made in the preparation of this document to ensure accuracy of the contents, but all statements, information, and recommendations in this document do not constitute a warranty of any kind, express or implied.

Huawei Technologies Co., Ltd.

Address: Huawei Industrial Base Bantian,
Longgang Shenzhen 518129 People's
Republic of China

Website: <http://www.huawei.com>