

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, INFORMÁTICA Y MECÁNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



INFORME TÉCNICO

**CÁLCULO DE PRESUPUESTO ÓPTICO PARA EL
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE REDES FTTH**

PRESENTADO POR:

BR. SUNI MENDOZA, Reinier

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELÉCTRÓNICO**

**BAJO LA MODALIDAD POR SERVICIOS A
NIVEL PROFESIONAL**

CONSEJERO:

Mgt. MILTON JHON VELASQUEZ CURO

CUSCO – PERU
2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: "CALCULO DE PRESUPUESTO OPTICO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE REDES FTTH" presentado por: REINIER SUNI MENDOZA con DNI Nro 42782188 para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO ELECTRÓNICO.

Informe que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 3 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 29 de JULIO de 2024



Firma

Milton Jhon Velasquez Curo

Nro. de DNI 41053102

ORCID del Asesor 0000-0001-7521-8846

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid: 27259:370729598** ✓

NOMBRE DEL TRABAJO

**INFORME_TECNICO_REINIER_SUNI_MEN
DOZA.pdf**

AUTOR

Reinier

RECUENTO DE PALABRAS

17883 Words

RECUENTO DE CARACTERES

107094 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

130 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.7MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 29, 2024 8:53 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 29, 2024 8:54 PM GMT-5**● 10% de similitud general**

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

- 6% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

DEDICATORIA

Con la ayuda de Dios en primer lugar, dedico el siguiente trabajo a mi madre por su presencia, apoyo incondicional, dedicación, consejos y paciencia en las distintas etapas de mi vida, y a mi padre, quien nos cuida desde lo alto. A mis hermanas Elva, Dayana y Kely que siempre creyeron en mí. A mi compañera Aracely por ser fuerte y darme su apoyo finalmente a esa luz de mi vida Gia Alessa que desde que llego a nuestras vidas se convirtió en mi motor y motivo cada amanecer.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios y mi familia por su apoyo en todo momento y todo aspecto.

Agradecer a nuestra primera casa de estudios la Universidad Nacional San Antonio Abad Del Cusco por acogerme en sus aulas universitarias. A los ingenieros de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica por ser desprendidos y compartir sus conocimientos en todos los años de estudios universitarios. Así mismo mi agradecimiento a mi consejero el Msc. Milton Jhon Velasquez Curo.

También agradecer a las empresas en las que laboré y absolutamente a todos mis compañeros de trabajo porque de esa manera pude desenvolver y desarrollar mi carrera profesional.

INDICE

INDICE DE FIGURAS.....	1
INDICE DE TABLAS	5
ACRONIMOS.....	6
RESUMEN	7
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	9
1.1. DATOS DE LA EMPRESA	9
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	10
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	11
1.4. OBJETIVOS	12
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	12
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.5. ALCANCES	13
1.6. JUSTIFICACIÓN	13
1.7. LÍMITES DE TRABAJO.....	13
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	14
2.1. HISTORIA DE FIBRA OPTICA	14
2.1.1. FUNDAMENTOS DE LAS REDES FTTH.....	15
2.1.2. REDES FTTH BALANCEADAS Y NO BALANCEADAS	18
2.1.2.1. REDES FTTH BALANCEADAS O SIMETRICOS:.....	18
2.1.2.2. REDES FTTH NO BALANCEADAS O ASIMETRICOS	19
2.1.3. PARTES DE LA FIBRA OPTICA	21
2.1.4. TIPOS DE FIBRA OPTICA	23
2.1.4.1. FIBRA OPTICA AUTOSPORTADA ADSS	23
2.1.4.2. FIBRA OPTICA DROP	23
2.1.5. CLASIFICACIÓN DE LA FIBRA OPTICA	24
2.1.5.1. FIBRA OPTICA MONOMODO	24
2.1.5.2. FIBRA OPTICA MULTIMODO.....	26
2.1.6. PERDIDAS EN LA FIBRA OPTICA	29
2.1.6.1. PERDIDAS POR FUSION	29
2.1.6.2. PERDIDAS POR EMPALME MECÁNICO.....	30
2.1.6.3. PERDIDAS EN CONECTORES.....	30
2.1.6.4. PERDIDAS EN DIVISORES(SPLITTERS).....	31
2.1.6.5. PERDIDAS POR DISTANCIA	33
2.1.7. ATENUACION EN LA FIBRA OPTICA.....	34

2.1.7.1. ATENUACION INTRINSECA.....	34
2.1.7.2. ATENUACIÓN EXTRINSECA.....	35
2.2. CLASIFICACION DE EQUIPOS EN UNA RED FTTH:	36
2.2.1. EQUIPOS ACTIVOS	36
2.2.1.1. DENTRO DE PLANTA INTERNA(PDI).....	36
2.2.1.1.1. ROUTER.....	36
2.2.1.1.2. OLT.....	37
2.2.1.1.2.1. TRANSCEIVER.....	38
2.2.1.1.2.1.1. TIPOS DE TRANSCEIVER.....	39
2.2.1.2. DENTRO DEL CLIENTE:.....	39
2.2.1.2.1. ONT.....	39
2.2.2. EQUIPOS PASIVOS.....	39
2.2.2.1. ODF.....	40
2.2.2.2. MUFA.....	40
2.2.2.3. CAJAS NAP.....	41
2.3. FTTH (FIBRA HASTA EL HOGAR).....	41
2.4. PLANTA INTERNA (PDI).....	42
2.5. PLANTA EXPERNA (PEX).....	43
CAPITULO III: LEVANTAMIENTO DE INFORMACION Y ANALISIS DE LA ZONA EN	
ESTUDIO.....	44
3.1. CALCULO DE PRESUPUESTO OPTICO DE UNA RED FTTH:.....	44
3.2. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION.....	47
3.2.1. ANALISIS DE RUTA DE LA RED TRONCAL.....	47
3.2.1.1. HERRAMIENTAS A USAR EN EL LEVANTAMIENTO DE	
INFORMACION.....	50
3.2.1.1.1. ODOMETRO.....	50
3.2.1.1.2. GEO TRACKER.....	51
3.2.1.1.3. GOOGLE EARTH.....	55
3.2.2. ANALISIS DE USUARIOS POTENCIALES.....	58
3.3. EQUIPOS ACTIVOS USADOS EN LA RED, FTTH PLANO CZSJ016.....	63
3.3.1. OLT.....	63
3.3.2. TRANSCEIVER.....	65
3.3.3. ONU.....	66
3.4. EQUIPOS PASIVOS USADOS DE UNA RED FTTH.....	68
3.4.1. CAJA DE EMPALME O MUFA.....	68
3.4.2. XBOX.....	69
3.4.3. HUBBOX.....	70

3.4.4. FATs	70
3.4.5. FIBRA OPTICA DROP.....	71
3.5. HERRAMIENTAS USADAS Y FERRETERIA INSTALADA EN POSTES PARA DESPLIEGUE DE LA RED FTTH.....	71
3.5.1. HERRAMIENTAS:	71
3.5.1.1. ZUNCHADORA Y MARTILLO	72
3.5.1.2. POLEAS:	72
3.5.1.3. PORTABOBINA	73
3.5.2. FERRETERIA	73
3.5.2.1. HEBILLAS	73
3.5.2.2. FLEJE DE ACERO INOXIDABLE	73
3.5.2.3. HERRAJE DE TENSION TIPO D(CLE) Y AISLADOR:.....	74
3.5.2.4. GANCHO OMEGA.....	75
3.5.2.5. PREFORMADOS	75
CAPITULO IV: IMPLEMENTACION Y CALCULO DEL PRESUPUESTO OPTICO DEL PLANO CZSJ016 (AMERICA MOVIL).....	76
4.1. DATOS DEL PLANO CZSJ016	76
4.2. ANALISIS Y CALCULO DEL PRESUPUESTO OPTICO PARA EL FAT 4.....	80
4.2.1. ANALISIS Y CALCULO DEL PRESUPUESTO OPTICO PARA LA CAJA NAP 4 USANDO COMPONENTES GENERICOS	80
4.2.2. ANALISIS Y CALCULO DE PRESUPUESTO OPTICO PARA EL FAT 4 USANDO COMPONENTES PRECONECTORIZADOS (EQUIPOS CLARO).....	83
4.2.3. ANALISIS Y COMPACION DE LOS DOS CASOS.....	86
4.3. ANALISIS Y CALCULO DE PRESUPUESTO PARA EL FAT 42.....	87
4.3.1. ANALISIS Y CALCULO DEL PRESUPUSTO OPTICO PARA LA CAJA NAP 42 USANDO COMPONENTES GENERICOS	87
4.3.2. ANALISIS Y CALCULO DEL PRESUPUESTO OPTICO PARA EL FAT 42 USANDO COMPONENTES PRECONECTORIZADOS (EQUIPOS CLARO)	90
4.3.3. ANALISIS Y COMPARACION DE LOS DOS CASOS	94
CAPITULO V: COSTOS DE IMPLEMETNACION.....	95
5.1. RECOPIACION DE INFORMACION DE CANTIDADES DE RESIDENCIAS EN EL PLANO CZSJ016.....	95
5.2 CALCULO DE PRESUPUESTO ECONOMICO PARA LA CONSTRUCCION DEL PLANO CZSJ016	96
5.3 VIABILIDAD ECONOMICA.....	99
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES.....	102

ANEXOS	103
--------------	-----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Topologia de una red fth	14
Figura 2. Izquierda – topología punto multi punto. Derecha – punto a punto	14
Figura 3. Canales downstream y upstream de uan red fth	15
Figura 4. Modo de multiplexacion.....	16
Figura 5. Splitter balanceada.....	17
Figura 6. Splitter no balanceado.	18
Figura 7. Splitter mixto	18
Figura 8. Partes de la Fibra óptica	19
Figura 9. Fibra autosportada adss	21
Figura 10. Bobina de fibra drop.....	22
Figura 11. Fibra monomodo	23
Figura 12. Fibra multimodo	25
Figura 13. Detalle de un empalme por fusión.....	27
Figura 14. Detalle de un empalme mecanico.....	28
Figura 15. Tipos de conectores de fibra óptica	29
Figura 16. Splitter balanceado 1X2	30
Figura 17. Diagrama de perdida de red.....	31
Figura 18. Dispesión de la luz a causa de las fluctuaciones de la composicion	32
Figura 19. Perdida por curvatura de la fibra óptica34	34
Figura 20. Parte posterior de un router Cisco 1841	35
Figura 21. Puertos de salida de una OLT.....	36
Figura 22. Transceiver gpon tipo C++.....	36
Figura 23. ONT HDV	37
Figura 24. ODF HDV	38
Figura 25. Partes de una mufa.....	38
Figura 26. Caja nap de 8 puertos de salida	39
Figura 27. Topologia de una red FTTH	40
Figura 28. Partes de una red FTTH.....	43
Figura 29. Grafico de enlace OLT y ONT	44
Figura 30. Proyecto CPE0005807 – America Movil.....	46
Figura 31. Site San Jeronimo	46

Figura 32. Planos del proyecto CPE0005807	47
Figura 33. Odometro	49
Figura 34. Aplicativo Geo Tracker	50
Figura 35. Geo Tracker	50
Figura 36. Inicio de grabacion en aplicativo Geo Tracker.....	51
Figura 37. Geo Tracker caja de apuntes.....	51
Figura 38. Geo Tracker	52
Figura 39. geo Tracker opcon de formato.....	52
Figura 40. Recorrido de la troncal	53
Figura 41. Plano CZSJ016	56
Figura 42. Levantamiento de informacion por manzana	58
Figura 43. Levantamiento de informacion por lotes	58
Figura 44. Lotes con servicio del Fat 04	60
Figura 45. Recorte del diseño de AutoCad. Cobertura del FAT 4.....	60
Figura 46. Poste instalado de America Movil.....	61
Figura 47. Poste agrietada de la empresa electrica (no apto para uso)	62
Figura 48. OLT HUAWEI EA5800 x2.....	63
Figura 49. Traseiver Huawei C++.....	64
Figura 50. ONT Huawei modelo HG 8546m.....	65
Figura 51. Rango de funcionamiento OLT y ONT	67
Figura 52. Caja de empalme	67
Figura 53. XBOX del plano CZSJ025	68
Figura 54. HUBBOX 02 del plano CZSJ16.....	69
Figura 55. Fat 03 del plano CZSJ016	69
Figura 56 Fibra drop de 100 metros.....	70
Figura 57. Zunchadora y martillo	71
Figura 58. Polea de aluminio 5” 0.4 ton	71
Figura 59. Portabobina de fibra óptica.....	72
Figura 60. Hebilla 5/8	72
Figura 61. Fleje de acero inoxidable 5/8.....	73
Figura 62. Herraje de tension tipo D y asilador ceramico	73
Figura 63. Gancho omega.....	74
Figura 64. Preformado	75
Figura 65. Plano CZSJ016 de la red FTTH de America Móvil	76

Figura 66. Diagrama de bloques del plano CZSJ016	77
Figura 67. Diagrama de bloque del HUBBOX 1	78
Figura 68. Diagrama de la corrida 1 del Hubbox 1.....	79
Figura 69. Distribucion de cajas nap 1, 2, 3 y 4 en cascada	79
Figura 70. Zona de cobertura de la caja nap 4	79
Figura 71. Diagrama de bolques para la caja nap 4	81
Figura 72. Conectividad de la OLT a ONT	82
Figura 73. Distribucion de cobertura para los fat 1, 2, 3, 4	83
Figura 74. Zona de cobertura de la caja fat 4.....	83
Figura 75. Diagrama de bloques para el fat 4	84
Figura 76. Diagrama de conectividad OLT y ONU.....	85
Figura 77. Corrida 3 del Hubbox 3	86
Figura 78. Distribución de cajas nap 39, 40, 41, 42 en cascada	87
Figura 79. Zona de cobertura de la caja nap 42	87
Figura 80. Diagrama de bloques para la caja nap 42	88
Figura 81. Diagrama de conectividad OLT y ONU.....	89
Figura 82. Distribucion de las cajas fat 39, 40, 41, 42.....	90
Figura 83. Cobertura del fat 42	90
Figura 84. Diagrama de bloques para la caja fat 42.....	91
Figura 85. Diagrama de conectividad OLT y ONU.....	92
Figura 86. Cantidad de residencias del plano CZSJ016	94
Figura 87. Equipos pasivos del plano CZSJ016	95
Figura 88. Instalacion de postes.....	106
Figura 89. Instalacion de pozos a tierra	106
Figura 90. Instalacion de tableros electricos.....	107
Figura 91. Instalacionde nodos opticos en la construccion de redes FHC.....	107
Figura 92. Calibracion de nodos opticos en la construccion de redes FHC	108
Figura 93. Mantenimiento correctivo en Sites.....	108
Figura 94. Conectividad en instalacion corporativa	109
Figura 95. Tendido de Fibra Optica.....	109
Figura 96. Construccion de redes FHC.....	110
Figura 97. Area de instalaciones y mantenimiento domiciliario	110
Figura 98. Intalacion del NAT Ninancuyo	111
Figura 99. Retenidas instaladas.....	112

Figura 100. Sangrado en una fibra de 144H	112
Figura 101. Fusionadora Sumitomo Q102-CA.....	113
Figura 102. Datasheet fusionara sumitomo Q 102-CA.....	113
Figura 103. Datasheet fusionara sumitomo Q 102-CA	114
Figura 104. Datasheet fusionara sumitomo Q 102-CA	115
Figura 105. Datasheet fusionara sumitomo Q 102-CA	116
Figura 106. Datasheet fusionara sumitomo Q 102-CA	117
Figura 107. Datasheet fusionara sumitomo Q 102-CA	118
Figura 108. TIA-492CAAA	119
Figura 109. TIA-492CAAB	119
Figura 110. TIA-492CAAAA-B.....	120
Figura 111. TIA-492CAAAB	120
Figura 112. TIA-492CAAAD	121
Figura 113. TIA-492CAA AE	121
Figura 114. Medicion Reflectometrica de una troncal de Fibra Optica.....	122

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rangos de perdidas en splitter desbalanceados	32
Tabla 2. Rango de perdidas den splitter simetricos	32
Tabla 3. Perdidas por longitud de onda	33
Tabla 4. Tabla de perdida por tipo de fibra.....	35
Tabla 5. Tipos de transceiver gpon.	39
Tabla 6. Lista de postes electricos a usas.....	57
Tabla 7. Ficha tecnica OLT Huawei EA5800 X2.....	64
Tabla 8. Ficha tecnica de Transeiver Huawei C++.....	66
Tabla 9. Ficha tecnica de ONT Huawei modelo OHG8546m.....	67
Tabla 10. Tabla de calculo de perdida para la caja nap 4	82
Tabla 11. Tabla de calculo de perdida para el fat 4	85
Tabla 12. Analilis y comparacion de los dos casos	86
Tabla 13. Tabla de calculo de presupuesto optico para la caja NAP 42.....	89
Tabla 14. Tabla de calculo de presupuesto optico para el fat 42	92
Tabla 15. Analilis y comparacion de los dos casos	94
Tabla 16. Costo de equipos pasivos y ferreteria	97
Tabla 17. Costo de herramientas y EPPs	98
Tabla 18. Costo de personal y movilidad.....	98
Tabla 19. Costo total	99
Tabla 20. Calculo del ingreso en bruto mensual.....	100
Tabla 21. Calculo del ingreso liquido mensual.....	100

ACRONIMOS

ADSS	: (All Dielectric Self Supporting) Todo Dieléctrico Autoportante.
CDI	: Centros de distribución Intermedio.
DS	: Downstream Canal de bajada.
DHCP	: Protocolo de configuración de huésped dinámico.
DMS	: Distancia Mínima de Seguridad.
FAT	: Es una caja de distribución, interiormente tiene un splitter balanceado 1:8.
FTTH	: Fiber To The Home (Fibra Hasta el Hogar).
HFC	: Híbrido Fibra Coaxial.
HHPP	: (Home Pass): Paso de casas.
HUBBOX	: Es una caja de distribución de Fibra Óptica que posee un splitter simétrico 1:4.
LAN	: (Local Área Network): Red de Área Local.
NAP	: (Network Access Point): Punto de Acceso a la Red.
ODF	: (Óptica Distribution Frame): Distribuidor de Fibra Óptica.
ODN	: Red de Distribución Óptica.
ONU	: Unidad de Red Óptica.
OLT	: Terminal de Línea Óptica.
ONT	: Terminal de Línea Óptica
OTDR	: Reflectómetro en el Dominio del Tiempo Óptico.
PEX	: Planta Externa.
PDI	: Punto De Interconexión.
QAM	: Modulación por amplitud en cuadratura.
TRANSCIEVER	: Punto de acceso a la terminal.
TDM	: Multiplexación por división de tiempo.
US	: (Upstream): canal de subida.
WDM	: (wavelength Division Multiplexing): Multiplexación Por División De Longitud De Onda.
WAN	: (Wide Área Network): Red de Área Extendida.
XBOX	: Es una caja de empalme con la misma función de una Mufa, cuya función es proteger la Fibra Óptica.

RESUMEN

Desde tiempo inmemorables el hombre siempre buscó la forma más rápida y eficiente de comunicarse, recordemos tiempos donde los griegos señalizaban con antorchas la victoria de guerras. El hombre uso globos, espejos, balizas, etc. para dar señales diversas. Hasta la primera transmisión de radio y los tiempos actuales donde se transmiten señales de radiofrecuencia, laser, etc. Se sabe que la luz tiene la velocidad más rápida y en los años 60 se comprende que era la mejor forma de transmitir información. El espacio libre no es el medio más adecuado para transmitir señales ópticas, por tanto se tuvo que esperar el desarrollo de un medio guiado que actualmente es la FIBRA OPTICA. Es así que en estos tiempos uno de los mejores medios de transmisión es Fibra Óptica, este informe trata de los trabajos realizados en la planta externa (PEX) de América Móvil - CLARO y previamente se realizaron los cálculos de las potencias ópticas necesarias para ofrecer servicios de internet, cable y telefonía fija utilizando redes FTTH (Fiber to the Home o Fibra Hasta el Hogar) en la ciudad de Cusco. La construcción de nuevas redes FTTH a fin de coberturar toda la ciudad del Cusco es una de las metas de América Móvil Perú SAC de esta manera poder lograr la conectividad del mundo hasta cada hogar. Para la construcción de nuevas redes FTTH implicó desde la recopilación de datos referente a la cantidad de HHPPs (Home Pass) que viene a ser la cantidad de familias que serían beneficiadas con la nueva red. Seguido del diseño de la red propiamente dicha, aquí se ve el tema de PRESUPUESTO OPTICO donde se hacen los cálculos para que finalmente llegue al cliente la potencia óptica adecuada. Luego se tiene el proceso de construcción de la red que implica desde el izado de nuevos postes, instalación de ferretería, montado de la fibra DROP, instalación de equipos pasivos (MUFAS, XBOX, HUBBOX y FATs), finalmente la medición de potencia. por ello, los personales a cargo de estas

diferentes tareas debieron de contar con los conocimientos necesarios para trabajos asignados y así tener resultados óptimos.

Palabras clave: Redes FTTH, Fibra Óptica, Multiplexación, Redes Gpon, Splitter

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 DATOS DE LA EMPRESA

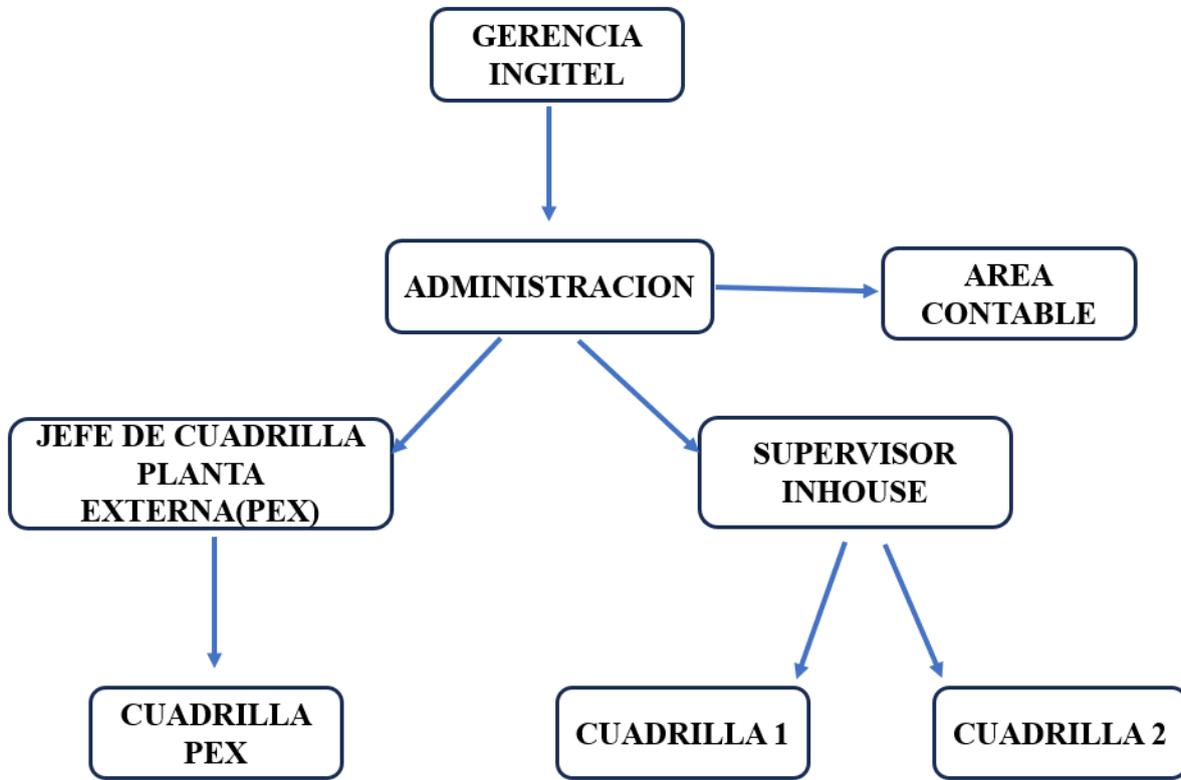
En INGITEL empresa dedicada al área de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones se desarrollaron diversos trabajos, pero más enfocado en este último. Presta servicios tanto para el sector estatal como privados entre ellos tenemos: EMINCOSUR SAC, QUANTA SERVICES SAC, GRUPO LPS, CICSA PERU SAC, MUNICIPALIDADES, etc. (ANEXO A)

Realiza trabajos de instalación de tableros eléctricos, así como las conexiones de la red respectiva, instalación de pozos a tierra tanto verticales y horizontales, con conectores Copperweld y soldadura exotérmica, realiza mediciones y certificaciones de los mismos. Instalación de retenidas, instalación es de gabinetes en Sites, aterramiento de los mismos. Construcción de Redes HFC, instalación de ferretería, tendido de cable 500, instalación de equipos activos como nodos ópticos, fuentes de alimentación, amplificadores, e instalación de equipos pasivos como insertores de poder, divisores acopladores, TAPs. Finalmente, la activación, calibración y puesta en funcionamiento de estas redes.

Posteriormente con la evolución de tecnología de redes actualizándose en FTTH realizo trabajos para CICSA SAC, LPS INGENIEROS, tanto en tendido de troncales, construcción de planos, etc. Realizo trabajos en Quillabamba, Cusco, Puerto Maldonado, Urubamba, Juliaca, Puno.

De esta manera la empresa esta comprometida a realizar trabajos en el área de telecomunicaciones. En la empresa existen dos áreas, una que es planta externa en la cual nos enfocaremos y la otra es el área de instalaciones y mantenimientos (INHOUSE).

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Desde siempre el hombre tuvo la necesidad de comunicarse con sus homólogos a largas distancias y cualquier hora, más aún desde que el mundo se vio asechado por el COVID19 prácticamente nos hemos visto obligados a aprender y manejar más la tecnología de las telecomunicaciones desde clases virtuales, conferencias por Zoom, video llamadas, compras en línea etc. Entonces el servicio de internet tiene una creciente demanda por parte de la ciudadanía en general y también en zonas rurales no son ajenas a estos cambios. Es así que el área de telecomunicaciones ha tenido un incremento inmenso estos últimos 4 años, Según el informe de Osiptel, el organismo encargado de supervisar las inversiones privadas en telecomunicaciones, un aumento del 14.4% en el número de líneas de internet fijo conectadas fue

reportado al cierre del año 2020, alcanzando un total de 2,751,658 líneas. Un crecimiento del 16.3% en la expansión del servicio de internet fijo en el sector residencial fue observado comparando con el anterior año según la información obtenida por Osiptel (NOTA. OSIPTEL). Esto lleva a que América Móvil Perú S.A.C (Claro) tome cartas en el asunto Asignando a CICSA PERU SAC muchas zonas del país para ampliaciones de redes FTTH (Fiber To The Home) Fibra Hasta El Hogar. CICSA PERU SAC a su vez asigna a INGITEL planos ya diseñados para su construcción. Tener en cuenta que en la ciudad del Cusco que solo ofrecía servicio en una pequeña zona céntrica en servicio de INTERNET-CABLE-TELEFONIA FIJA incluso en la tecnología anterior FHC (HIDRIDO FIBR-COAXIAL) siendo así que se diseñaron y construyeron planos para diferentes distritos y actualmente se tiene una gran parte de la ciudad del Cusco con servicio. De la misma manera hay ciudades como es el caso de Urubamba, Calca que fueron coberturadas desde cero, allí no existían redes de América Móvil (Claro) y actualmente se encuentran con cobertura en su totalidad.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La demanda actual por el servicio de INTERNET-CABLE-TELEFONIA FIJA aumentaron y las secuelas del COVID19 hicieron incluso que muchas actividades antes presenciales ahora se llegaron a virtualizar. Se incrementarán los teletrabajos siendo así que muchas empresas optaron por no tener un centro laboral o minimizarlo debido a ello los trabajadores tuvieron que pedir el servicio de internet en caso no lo tuvieran. Las clases primaria, secundaria, superior de igual manera también optaron por no ser clases presenciales siendo así incluso que ponencia y sustentaciones de tesis ahora son virtuales. Muchos trámites administrativos actualmente se hacen por sistema mas no era así antes del 2020. Frente a lo cual América Móvil Perú SAC – Claro convencido que el tema de

conectividad es importante en la actualidad ha desplegado mucha fibra óptica en la ampliación de redes FTTH en la ciudad de Cusco y en el país. Actualmente cubriendo casi en su totalidad de la ciudad, de esta manera INGITEL trabajo en diferentes distritos realizando la construcción de estas nuevas redes.

En este informe se presenta la construcción de dichos planos, así como también se verá el diseño y CALCULO DEL PRESUPUESTO OPTICO para la construcción de estas redes.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Precisar el desarrollo del cálculo del presupuesto óptico para el diseño y construcción de las redes FTTH en el distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar el proceso de las diferentes pérdidas y atenuaciones en la señal de la fibra óptica así tenemos pérdidas por distancias, fusiones, conectores, empalmes mecánicos.
- Describir el proceso de levantamiento de información de la zona Pillao Matao del distrito de San Jerónimo en la ciudad del Cusco.
- Indicar el proceso de cálculo del presupuesto óptico a ser usado en la zona de estudio Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo en la ciudad del Cusco.
- Describir la forma de despliegue de fibra DROP y ADSS así como la ubicación los equipos pasivos en la zona de estudio y estimar costos de instalación de esta red FTTH.

1.4. ALCANCES

EL CALCULO DE PRESUPUESTO OPTICO para la construcción de redes FTTH es esencial puesto que mediante este se logrará llevar la potencia adecuada hasta el cliente final. Para ello se usarán diferentes equipos intermedios, estos son para distribuir, resguardar, administrar la fibra óptica en PLANTA EXTERNA(PEX). Así como también al pasar por área de ingeniería se verá la recopilación de datos y cálculos para administrar las potencias.

1.5. JUSTIFICACIÓN

Mediante este informe se pretende mostrar desde la recopilación de datos hasta el despliegue de fibra óptica para poder lograr la conectividad de internet a los usuarios.

1.6. LÍMITES DE TRABAJO

- El informe aborda de forma general el diseño de una red FTTH
- En la parte inicial se tiene la recopilación de datos.
- Se abordará el tema de diseño de la red a construirse
- Se verá el rema de cálculo y presupuesto de potencias usas
- Así mismo la construcción de estos planos

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. HISTORIA DE FIBRA OPTICA

La fibra óptica puede parecer una innovación relativamente nueva debido a sus recientes avances a gran escala, pero en realidad es una tecnología que ha pasado por décadas de perfeccionamiento. El físico Narinder Kapany inició en los años cincuenta su investigación sobre la transmisión por fibra óptica. Durante esa época, Kapany, junto con el físico Harold Hopkins de nacionalidad británica, lograron avances revolucionarios transmitiendo imágenes a través de fibras ópticas, empleando una técnica que se consideró revolucionaria. Al mismo tiempo, el científico holandés Bram van Heel desempeñó un papel fundamental en las transmisiones modernas al desarrollar un revestimiento óptico, que es esencial para confinar la luz al núcleo de las fibras. (MINTIC, 2021)

El año 1970 fue testigo de un avance fundamental en el ámbito de las fibras ópticas, cortesía de un equipo de investigadores de Corning Glass. Este grupo, formado por Robert Maurer, Donald Keck y Peter Schultz, produjo con éxito la primera versión de fibras ópticas modernas. Estas fibras tenían longitudes impresionantes, se extendían cientos de metros y estaban elaboradas a partir de un material significativamente más puro en comparación con sus predecesoras. Como resultado, las pérdidas sufridas durante la transmisión se redujeron a tan sólo 17 dB/km. Los posteriores refinamientos de la tecnología de fibra condujeron a avances aún mayores, logrando pérdidas notablemente bajas de sólo 0,5 dB/km. La culminación de estos esfuerzos de investigación, junto con los avances en la tecnología de emisión de luz, encontró el camino para el establecimiento de las telecomunicaciones ópticas tal como las conocemos hoy. Sin embargo, es importante señalar que a pesar de la presencia omnipresente de la fibra óptica en nuestra vida diaria y su creciente integración en diversos sectores, esta tecnología aún no ha alcanzado su máximo potencial. Aún en la actualidad, se llevan a cabo

estudios en el ámbito óptico, los cuales tienen el potencial de aportar innovaciones aplicables a la fibra óptica. Solo con el tiempo se revelará qué nuevas fronteras alcanzará la fibra óptica en el porvenir. (ZMSCABLES, s.f.)

2.1.1. FUNDAMENTOS DE LAS REDES FTTH

Entre los diversos sistemas de transmisión FTTx en la industria del campo de las telecomunicaciones, las redes FTTH (Fiber To The Home) destacan por su capacidad para entregar rápidamente un volumen sustancial de datos a los usuarios finales. Esto fue posible al usar como medio de transmisión a la fibra óptica, permitiendo así la conectividad directa con el hogar.

La fibra óptica muestra diversidad de diferencias en comparación con el cable coaxial:

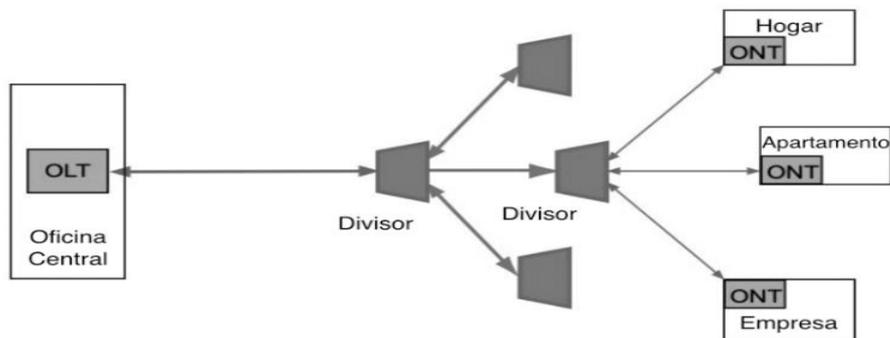
- Capacidad de transmisión de datos: La fibra óptica puede transmitir datos a velocidades mucho más altas y con un mayor ancho de banda que el cable coaxial, permitiendo una transferencia de información más eficiente y rápida.
- Distancia de transmisión: La fibra óptica puede enviar señales a distancias significativamente mayores sin necesidad de amplificadores o repetidores, a diferencia del cable coaxial, que requiere refuerzos frecuentes debido a la atenuación de la señal.
- Interferencia y seguridad: La fibra óptica es inmune a la interferencia electromagnética y proporciona una mayor seguridad contra el acceso no autorizado, ya que no disipa ninguna señal electromagnética que puedan ser interceptada, a diferencia del cable coaxial que es susceptible a interferencias y este puede ser fácilmente interceptado. (MINTIC, s.f.).

Cuando se compara con sistemas inalámbricos, se encuentra que puede presentar:

La fibra óptica ofrece velocidades mucho más altas que los sistemas inalámbricos, alcanzando hasta 100 Gbps frente a los 10 Gbps del 5G. Además, la latencia de la fibra óptica es significativamente menor, con menos de 5 ms, en comparación con los 20-30 ms de los sistemas inalámbricos. La fibra óptica también es inmune a radiaciones e interferencias electromagnéticas, mientras que los sistemas inalámbricos son susceptibles a ellas. (MINTIC, 2021)

Figura 1

Topología de una red FTTH.

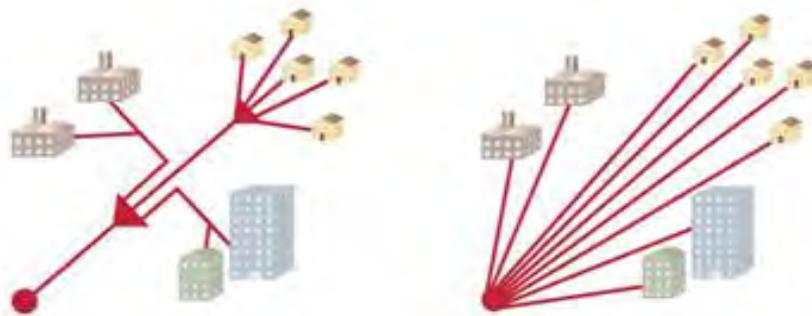


Fuente: Handbook FTTH Council Arquitectura de Red (2017)

La provisión de un sistema específico de cada componente hasta el servicio es realizada por la arquitectura de red, tiene diferentes configuraciones de topología como "Punto a Multipunto" y "Punto a Punto".

Figura 2

Izquierda – topología punto multi punto. Derecha – punto a punto

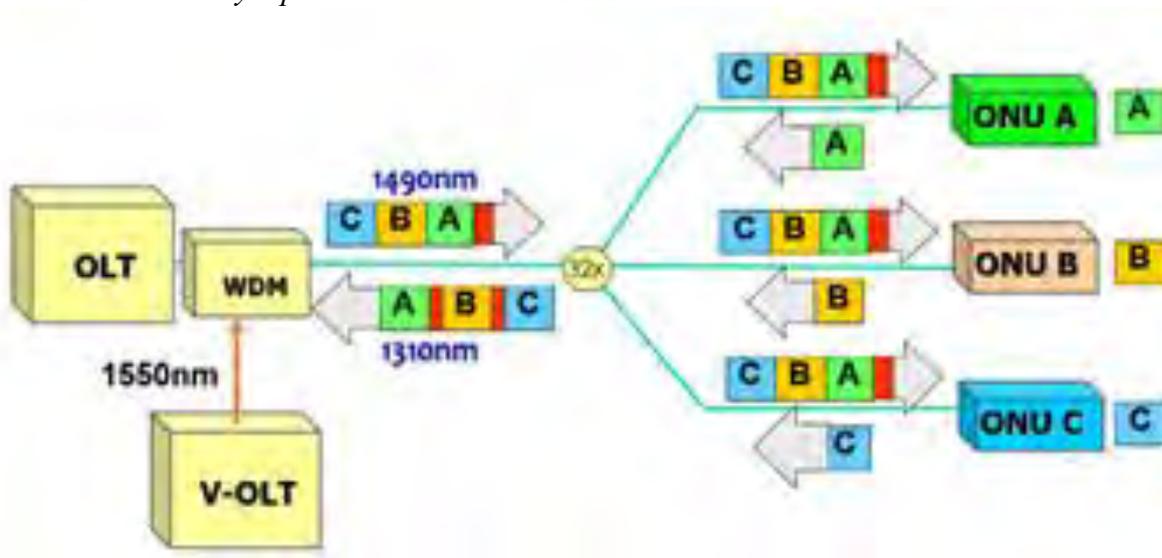


Fuente: Handbook FTTH Council Arquitectura de Red (2017)

¿Pero cómo es transmitida la información? Para responder a esta incógnita, es muy necesario entender que en las redes FTTH generalmente se utilizan dos canales descendentes (Downstream) que se encarga de transmitir video y datos desde la OLT hasta la ONU en el cliente, y el otro es ascendente (Upstream), que es el canal de retorno, por aquí es enviada la información del cliente hacia la red. La siguiente figura nos ayudará a entender mejor este concepto.

Figura 3

Canales Downstream y Upstream de una red FTTH

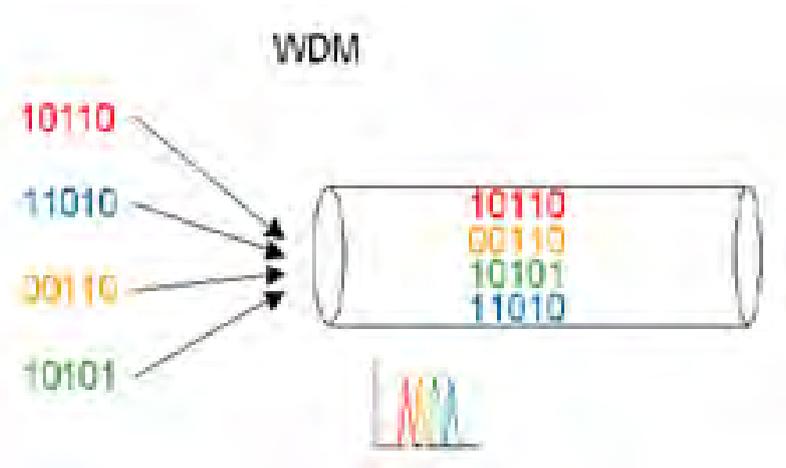


Fuente: Handbook FTTH Council Arquitectura de Red (2017)

En la gráfica anterior, se puede observar que los dos canales descendentes (downstream) están ubicados en 1550nm y 1490nm, mientras que el canal de subida emplea una longitud de onda de 1310nm. La forma de evitar colisiones de datos, se utilizan técnicas de multiplexación, así tenemos la multiplexación por longitud de onda (WDM, Wavelength Division Multiplexing), que permite la transmisión de un tren de datos por una longitud de onda. (GARCIA, 2023)

Figura 4

Modo de multiplexación



Fuente: Handbook FTTH Council Arquitectura de Red (2017)

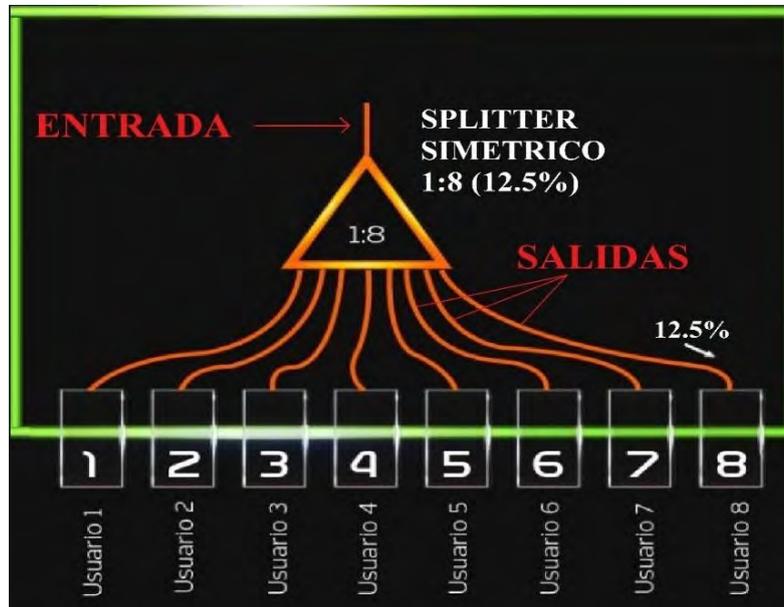
2.1.2. REDES FTTH BALANCEADAS Y NO BALANCEADAS

2.1.2.1. REDES FTTH BALANCEADAS O SIMÉTRICOS:

Las redes FTTH balanceadas o simétricas que utilizan splitters ópticos se destacan por separar la señal que entra en señales múltiples de salida de forma equitativa, manteniendo una velocidad de transmisión uniforme tanto en el sentido descendente como ascendente. Un splitter óptico típicamente recibe una única señal de entrada y la distribuye entre varias salidas sin degradar la calidad del servicio. Esto asegura que cada usuario conectado recibe la misma capacidad de ancho de banda, lo cual es crucial para aplicaciones que requieren un rendimiento simétrico en ambas direcciones, como videoconferencias, servicios en la nube y transmisiones en vivo, ofreciendo así una experiencia de usuario óptima y equilibrada. (HERMOSILLO, 2022)

Figura 5

Splitter balanceado.



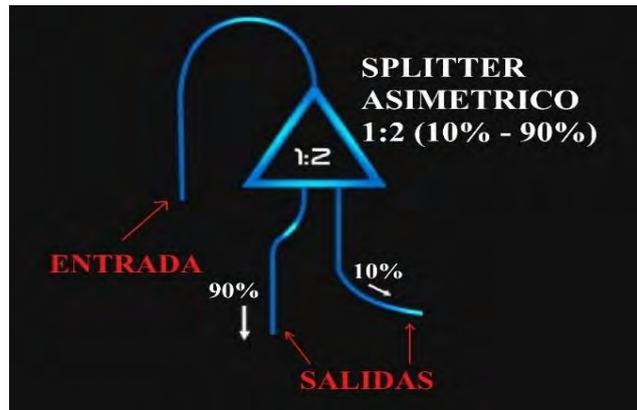
Fuente: Todofibraoptica (s.f.)

2.1.2.2. REDES FTTH NO BALANCEADAS O ASIMETRICOS

Las redes FTTH no balanceadas o asimétricas que utilizan splitters ópticos se caracterizan por ofrecer velocidades de transmisión diferentes en el sentido descendente (descarga) y ascendente (subida). En estas redes, el splitter óptico recibe una señal de entrada y la distribuye a múltiples salidas, pero la capacidad de ancho de banda no es igual en ambas direcciones. Generalmente, se proporciona un mayor ancho de banda para la descarga que para la subida, lo cual es adecuado para aplicaciones como la navegación web y el streaming de video, que requieren más capacidad de descarga. Sin embargo, esta configuración puede no ser ideal para aplicaciones que demandan altas velocidades de subida, como las videoconferencias y la carga de archivos grandes. (SYSCOMBLOG, 2022)

Figura 6

Splitter no balanceado.

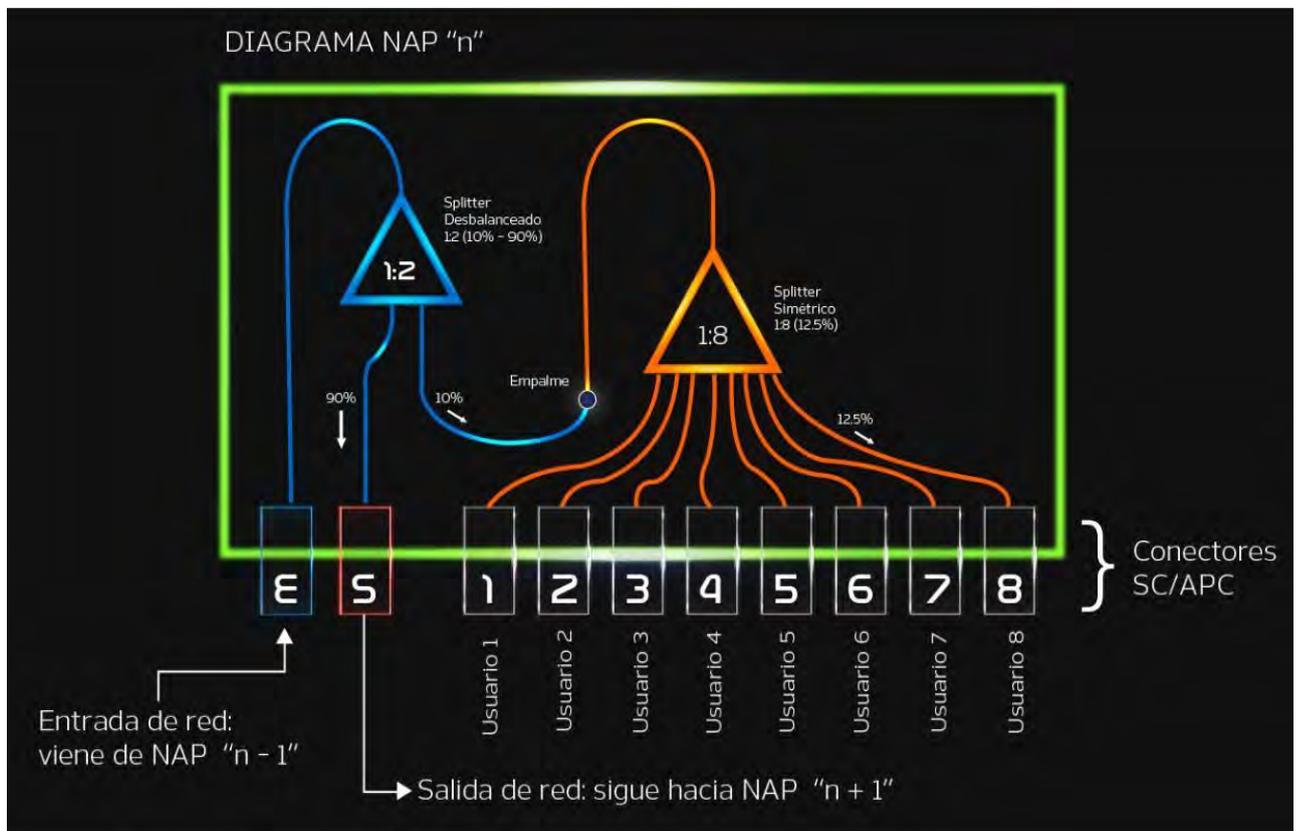


Fuente: Todofibraoptica (s.f.)

SPLITTER MIXTOS: Son splitter que tienen internamente un divisor simétrico y otro asimétrico:

Figura 7

Splitter mixto

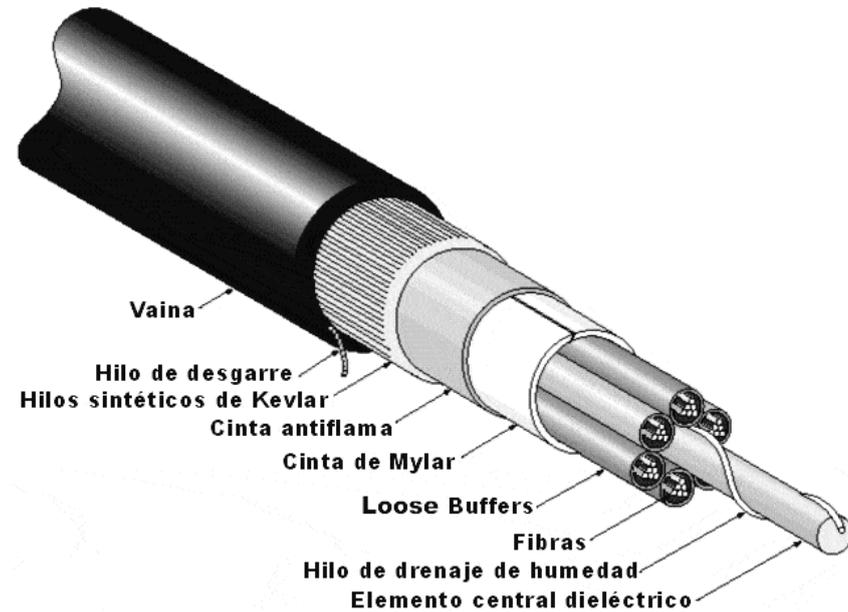


Fuente: Todofibraoptica (s.f.)

2.1.3. PARTES DE LA FIBRA OPTICA

Figura 8

Partes de la Fibra óptica



Fuente: Win (s.f.)

- **Cubierta exterior (vaina o revestimiento):** Es la capa más externa del cable, la que normalmente queda a la vista del instalador y del usuario. Esta vaina exterior tiene por objeto proteger los componentes internos del cable, así como mantenerlos unidos para un perfecto funcionamiento. Normalmente está compuesta de materiales plásticos aislantes, como el policloruro de vinilo (PVS).
- **Hilos de desgarre:** También llamados cuerdas de desgarre, forman parte de la capa más externa del cable de fibra óptica. Tienen como fin mantener la consistencia del cable, para que siempre mantenga un diseño compacto.
- **Armadura (filamentos sintéticos):** Existe un elemento muy importante a tomar en cuenta en la creación de los cables en general, y es la fuerza de tracción. Básicamente, esta fuerza indica la máxima carga o longitud que pueden soportar los cables instalados sin peligro de dañarse o romperse. Para soportar su fuerza de tracción lo mejor posible,

el cable de fibra óptica lleva una armadura protectora de hilos sintéticos. Estos filamentos están hechos de un material llamado aramida (conocido comercialmente como kevlar), son livianos, muy resistentes al calor, y tienen una gran capacidad para soportar el estiramiento de los hilos.

- **Recubrimiento anti flama:** Como su nombre lo indica, es un recubrimiento de cinta que sirve para reducir los efectos del calor en las partes internas. Es importante especialmente en ambientes donde el cable de fibra óptica será sometido a altas temperaturas.
- **Cinta aislante (cinta de Mayer):** Viene a ser una capa fina que sirve como aislante de la electricidad y es de poliéster. Ante cualquier eventualidad su función es impedir que la electricidad ingrese a las partes internas del cable y altere su funcionamiento.
- **Buffer:** También conocido como buffer de pérdidas, es un recubrimiento compuesto de pequeños tubos montados alrededor de la fibra principal. Este recubrimiento es completamente opaco, y su función es impedir el escape y dispersión de los impulsos de luz que se transmiten a través de la fibra. En algunos casos el buffer contiene un gel que ayuda a la contención.
- **Núcleo (fibras de transmisión):** Es la parte puramente funcional y la más importante del cable de fibra óptica. La transmisión de la información a través de pulsos de luz es realizada por las fibras de transmisión de luz, las cuales son un elemento central de la tecnología. Estas fibras son fabricadas con cristales de silicio de alta pureza o plástico. Los impulsos de luz se reflejan y refractan a lo largo de todo el sistema de fibras hasta llevar la información a toda velocidad a su destino.
- **Sistema de drenaje:** El sistema de drenaje no siempre está presente en todos los cables de fibra óptica. Viene a ser un filamento que reconduce la humedad existente en la fibra óptica hacia el exterior sin afectar los demás componentes.

- Elemento central dieléctrico: Algunas veces llamado núcleo, este elemento se compone de un hilo que no conduce la electricidad, y cuya función es dar consistencia al cable en su totalidad. (WIN, s.f.)

2.1.4. TIPOS DE FIBRA OPTICA

2.1.4.1. FIBRA OPTICA AUTOSPORTADA ADSS

De las siglas ADSS (ALL DIELECTRIC SELF SUPPORTING) viene a ser un cable autoportante totalmente dieléctrico diseñado para ser usado en estructuras aéreas y que pueden estar a la intemperie, generalmente son las redes eléctricas (postes o torres) ya sean de baja tensión (BT), media tensión(MT) o alta tensión(AT). Su diseño y materiales también permiten soportar las condiciones de canalizados donde hay existencia de humedad. Tiene materiales que soportan su tensión en tramos largos como torres.

Figura 9

Fibra Autosoportada ADSS



Fuente: Win (s.f.)

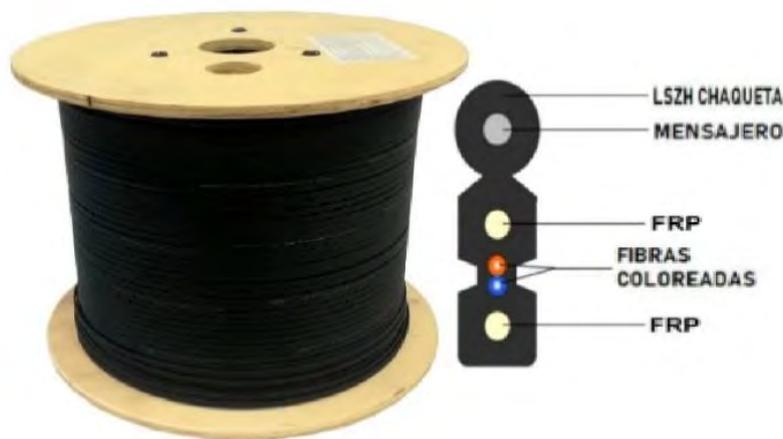
2.1.4.2.FIBRA DROP

La fibra drop también conocida como fibra de caída, es un componente crucial en las redes FTTH (Fiber to the Home). Esta fibra conecta el punto de distribución óptica hasta el

hogar del usuario final, asegurando una transmisión eficiente de datos. Fabricada con materiales duraderos y flexibles, la fibra drop está diseñada para soportar condiciones ambientales adversas y facilitar la instalación en entornos residenciales. Su capacidad para mantener la calidad de la señal óptica sin degradación la convierte en una pieza fundamental para proporcionar servicios de alta velocidad y fiabilidad en aplicaciones de banda ancha doméstica.

Figura 10

Bobina de fibra drop



Fuente: Importfiber (s.f)

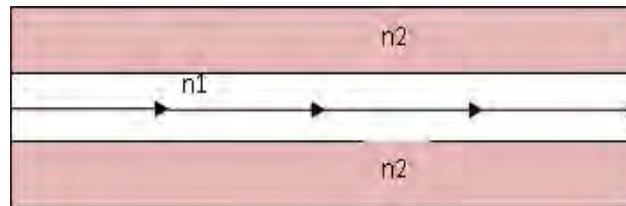
2.1.5. CLASIFICACIÓN DE LA FIBRA OPTICA

2.1.5.1. FIBRA OPTICA MONOMODO

La fibra óptica monomodo, a diferencia de la fibra multimodo, limita la propagación de la luz a una sola trayectoria, es decir, que permite la transmisión de los impulsos de luz en un solo modo. Esta característica particular convierte a este tipo de cable de fibra óptica en el ideal para la transmitir las señales a alta velocidad a largas distancias, ya que tiene una dispersión mucho menor. (BLACKBOX, s.f.)

Figura 11

Fibra monomodo



Fuente: Blackbox (s.f.)

Cable de fibra monomodo OS1

La fibra óptica monomodo OS1, también conocida como fibra óptica monomodo estándar 1, esta fibra óptica fue diseñado para poder transmitir señales de luz a través de un núcleo de fibra muy delgado y de un solo modo. Esta especificación de fibra óptica está definida por el estándar TIA-492CAAA (ANEXO F), y se usa para cables de fibra óptica que están destinados para aplicaciones de interiores, como entornos de centro de datos, oficinas y aplicaciones similares. La principal característica del OS1 es su baja atenuación, lo que quiere decir que las señales de luz pueden ser transmitidas a distancias más largas sin sufrir degradación significativa. En cuanto a características técnicas, la fibra óptica monomodo OS1 se caracteriza por tener un diámetro del núcleo de aproximadamente 9 micrómetros, tener un diámetro total de la fibra óptica de aproximadamente 125 micrómetros y tener una baja atenuación. En cuanto a aplicaciones, el cable de fibra óptica OS1 se utiliza comúnmente en aplicaciones que requieren altas velocidades y largas distancias en la transmisión, así tenemos ejemplo las redes de área amplia (WAN), redes de larga distancia y enlaces de comunicación de alta velocidad. También se usa en aplicaciones de telecomunicaciones y transmisión de datos de alta velocidad.

Cable de fibra monomodo OS2

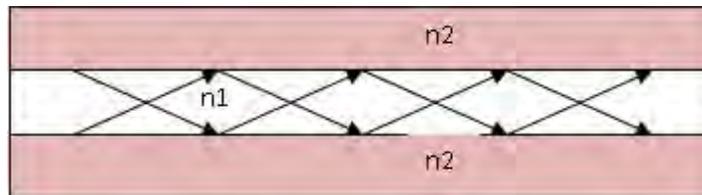
Este es otro tipo de cable de fibra óptica que se utiliza para aplicaciones específicas que requieren una mayor capacidad de transmisión y que deben funcionar en entornos más exigentes. Al igual que la fibra óptica OS1, la fibra óptica mono modo OS2 también utiliza un solo modo de luz para poder transmitir datos por medio de un núcleo de fibra extremadamente delgado. La especificación de fibra óptica OS2 está mencionada en el estándar TIA-492CAAB(ANEXO G), y está diseñada para aplicaciones que requieren una mayor capacidad de transmisión y un mayor rendimiento. Es adecuada para aplicaciones en exteriores y puede soportar distancias de transmisión aún más largas que OS1. En cuanto a características técnicas, el cable de fibra óptica OS2 incluye una atenuación extremadamente baja, el núcleo con un diámetro aproximadamente de 9 micrómetros y un diámetro total de la fibra de aproximadamente 125 micrómetros, que es igual al de OS1. Además, generalmente tiene un recubrimiento que es muy resistente a la intemperie, al sol y los rayos UV, lo que la hace muy adecuada y recomendada para instalarlo en entornos exteriores. En cuanto a aplicaciones, la fibra OS2 se utiliza en conexiones de fibra óptica en zonas externas y a la intemperie, como conexiones de larga distancia en redes de área amplia (WAN), instalaciones de enlace en campus, conexiones de fibra óptica de larga distancia y conexiones submarinas.(BLACKBOX, s.f.)

2.1.5.2. FIBRA OPTICA MULTIMODO

El cable de fibra multimodo permite la transmisión de los impulsos de luz en varios modos, es decir que, en lugar de un solo rayo de luz, son varios rayos los que viajan a través de la fibra al mismo tiempo. Los rayos rebotan en la fibra con ángulos de incidencia ligeramente distintos, y por lo tanto, siguiendo distintas trayectorias. Todo esto convierte a este cable de fibra óptica en una excelente opción para distancias cortas.

Figura 12

Fibra multimodo



Fuente: Blackbox (s.f.)

Cable de fibra multimodo OM1

Este cable de fibra óptica OM1 logra transmitir a una distancia máxima de hasta 550 metros a 1 Gbps. El diámetro de su núcleo es de 62.5 micrómetros y tiene una longitud de onda de 850 nanómetros. Este cable de fibra está definido por el estándar TIA-492AAAA-B (ANEXO H). Solía usarse generalmente en redes locales (LAN) de corta distancia y velocidades bajas, se ha vuelto menos común en comparación con las especificaciones más nuevas por capacidad de ancho de banda baja, además de una limitada distancia de transmisión.

Cable de fibra multimodo OM2

El cable de fibra óptica OM2 puede lograr una distancia máxima de hasta 550 metros a 1 Gbps. El diámetro de su núcleo es de 50 micrómetros y tiene una longitud de onda de 850 nanómetros. Este cable de fibra óptica está definido por el estándar TIA-492AAAB(ANEXO I). El cable OM2 es similar al OM1 en cuanto a distancia y velocidad, pero ofrece un ancho de banda ligeramente mejorado debido a su núcleo más angosto. Aún se utiliza en algunas aplicaciones LAN multimodo.

Cable de fibra multimodo OM3

El cable de fibra óptica OM3 puede lograr una distancia máxima de hasta 300 metros a 10 Gbps. El diámetro de su núcleo es de 50 micrómetros y tiene una longitud de onda de 850

nanómetros. El cable OM3 está definido por el estándar TIA-492AAAC. Ideal para aplicaciones y transmisiones en redes de alta velocidad, como Ethernet de 10 Gbps, en distancias muy cortas. Esta opción es muy usada para conexiones en centros de datos y redes tipo corporativos y empresariales.

Cable de fibra multimodo OM4

Este tipo fibra óptica puede lograr una distancia máxima de hasta 400 metros a 10 Gbps y hasta 100 metros a 40/100 Gbps. El diámetro de su núcleo es de 50 micrómetros y tiene una longitud de onda de 850 nanómetros.

El cable OM4 está definido por el estándar TIA-492AAAD(ANEXO J). Es una especificación de fibra de alto rendimiento que permite velocidades más altas a distancias más largas. Es ampliamente utilizado en aplicaciones de muy alta velocidad y redes de centro de datos, como Ethernet de 40/100 Gbps.

Cable de fibra multimodo OM5

El cable de fibra óptica OM5 puede lograr una distancia máxima de hasta 400 metros a 40/100 Gbps. El diámetro de su núcleo es de 50 micrómetros y tiene una longitud de onda de 850 nanómetros. El cable de fibra OM5 está definido por el estándar TIA-492AAAE(ANEXO K). Este cable representa la última especificación de fibra multimodo y se utiliza específicamente para aplicaciones de fibra multimodo de múltiples modos (MMF) de muy alto rendimiento, especialmente en entornos como centros de datos con conexiones de largas distancias y alta velocidad. (Blackbox. s.f.)

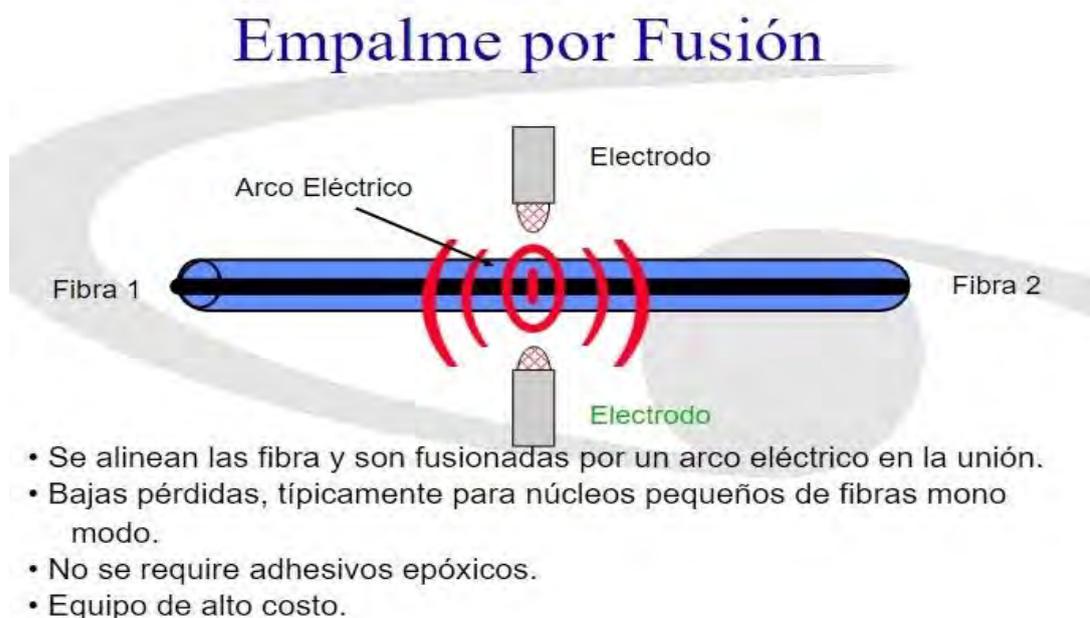
2.1.6. PERDIDAS EN LA FIBRA OPTICA

2.1.6.1. PERDIDAS POR FUSION

El empalme por fusión es una técnica esencial en instalaciones y mantenimientos de redes de fibra óptica, este consiste en la unión permanente de dos fibras ópticas mediante el uso de calor. Este método utiliza un arco eléctrico para fundir y fusionar las puntas de las fibras, creando una conexión continua que minimiza la pérdida de señal y la reflexión. El empalme por fusión es altamente valorado por su capacidad para proporcionar conexiones de baja pérdida y alta fiabilidad, lo que es crucial para el rendimiento óptimo de las redes de comunicación que se transmiten a alta velocidad. Un gráfico OTDR (Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo) (ANEXO L) es utilizado para evaluar la calidad del empalme, detectando la ubicación precisa y cuantificando la pérdida en la unión, asegurando que se cumplan los estándares de calidad que se requieren para el funcionamiento eficaz de la red. (ROCHELEAU, e. l. 2020)

Figura 13

Detalle de un empalme por fusión



Fuente: Volition Network Solution (2001)

2.1.6.2. PERDIDAS POR EMPALME MECÁNICO

Las pérdidas por empalme mecánico se refieren a la atenuación de la señal que ocurre cuando dos fibras ópticas se unen utilizando métodos mecánicos en lugar de la fusión por calor. Este tipo de empalme utiliza conectores especiales que alinean las fibras ópticas con precisión, pero a menudo no logran la misma calidad de alineación que el empalme por fusión. Como resultado, se producen pérdidas de inserción, típicamente en el rango de 0.2 a 0.75 dB, debido a pequeños desajustes, espacios de aire y diferencias en el índice de refracción entre las fibras conectadas. Aunque los empalmes mecánicos son más rápidos y fáciles de realizar, especialmente en el campo, su fiabilidad y desempeño a largo plazo pueden ser inferiores, incrementando la pérdida de señal y afectando potencialmente la eficiencia de la red de fibra óptica. (FOCENTER, 2019)

Figura 14

Detalle de un empalme mecánico.



Fuente: Volition Network Solution (2001)

2.1.6.3. PERDIDAS EN CONECTORES

Los conectores de fibra óptica son componentes clave en el cableado de fibra óptica. Estos conectores se usan para acoplar y conectar cables de fibra óptica en sistemas de comunicación y otros dispositivos, con lo que aseguran una eficiente transmisión de los haces de luz a través de la fibra óptica y una conexión confiable.

Figura 15

Tipos de conectores de fibra óptica



Fuente: Fiber Optical Networking (s.f.)

Veamos algunos de los conectores de fibra óptica que existen:

- Conector FC (Conector de regatón)
- Conector ST (Conector de punta recta)
- Conector ST (“Straight Tip”)
- Conector LC (Conector pequeño)
- Conector SC (Conector de suscriptor)
- El conector SC (“Suscriptor Connector”)
- Conector MTP/MPO

2.1.6.4. PERDIDAS EN DIVISORES(SPLITTERS)

Si tuviéramos para ejemplo básico un splitter de una entra y dos salidas, tendríamos las siguientes escalas de potencia:

Figura 16

Splitter balanceado 1X2



Fuente: Koc (s.f.)

Tabla 1

Rangos de pérdidas en splitters desbalanceado

RANGO	Mayor pérdida dB	Menor pérdida dB
1:99	21.6	0.3
2:98	18.7	0.4
5:95	14.6	0.6
10:90	11	0.7
15:85	9.3	1
20:80	7.9	1.4
25:75	6.95	1.7
30:70	6	1.9
35:65	5.35	2.3
40:60	4.7	2.7
45:55	4.15	3.15
50:50	3.7	3.7

Fuente: Huawei (s.f.)

Tabla 2

Rango de pérdidas en splitters simétricos

ATENUACIONES FTTH	
EQUIPAMIENTOS	dB Perdida
Splitter 1 x 2	-3,7
Splitter 1 x 4	-7,1
Splitter 1 x 8	-10,7
Splitter 1 x 16	-13,7
Splitter 1 x 32	-16,9
Splitter 1 x 64	-21

Fuente: Huawei (s.f.)

2.1.6.5. PERDIDAS POR DISTANCIA

Las pérdidas en distancia en redes de fibra óptica se refieren a esa progresiva atenuación de los pulsos de la señal óptica a medida que se transmite mediante el largo de la fibra óptica. Esta atenuación se da por diversos factores, como la absorción de los haces de luz en el material de la fibra, la dispersión y las microcurvaturas o imperfecciones en la fibra. Las pérdidas se miden en decibelios por kilómetro (dB/km) y varían según la longitud de onda de la luz utilizada y el tipo de fibra. Por ejemplo, una fibra óptica típica puede tener pérdidas de alrededor de 0.21 dB/km para 1550 nm, una de las longitudes de onda más eficientes para transmisión a larga distancia. Minimizar estas pérdidas es crucial para mantener la calidad y potencia de la señal. (FOCENTER, 2019)

Tabla 3

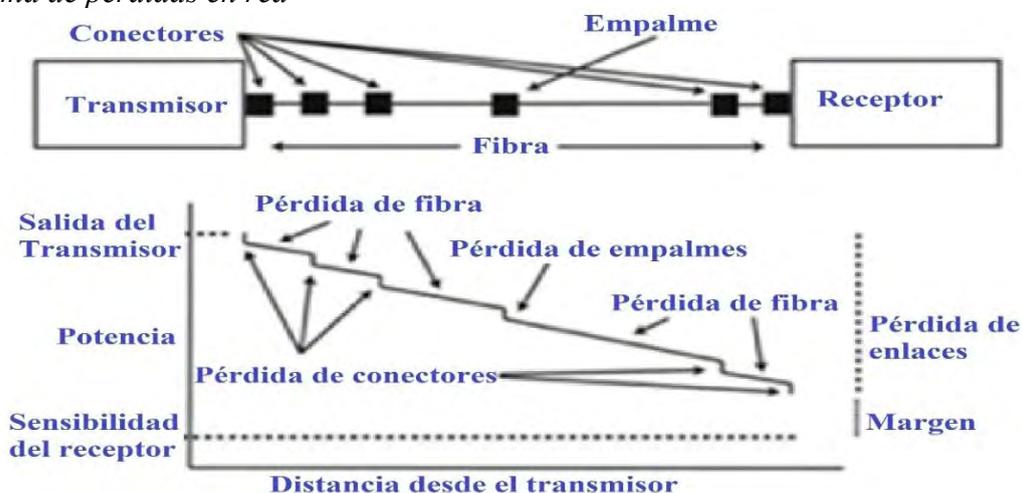
Pérdidas por longitud de onda

Atenuación Máxima	
LONGITUD DE ONDA (nm)	ATENUACION (dB/km)
1310	0.33 – 0.35
1383±3	0.31 – 0.35
1490	0.21 – 0.24
1550	0.19 – 0.20
1625	0.20 – 0.23

Fuente: Thefoa (s.f.)

Figura 17

Diagrama de pérdidas en red



Fuente: Thefoa (s.f.)

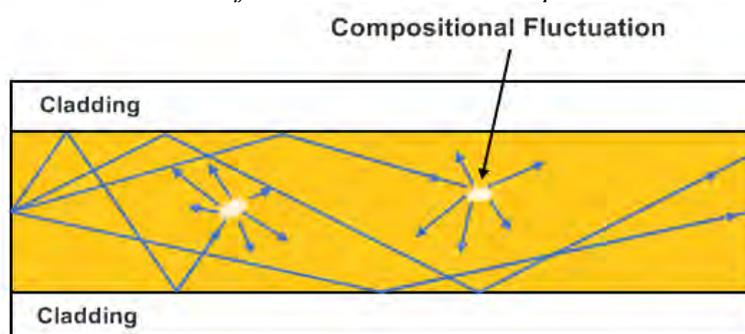
2.1.7. ATENUACION EN LA FIBRA OPTICA

2.1.7.1. ATENUACION INTRINSECA

La atenuación intrínseca que se da en la fibra óptica se refiere a esas pérdidas de señal inherente al propio material y diseño de la fibra, que ocurre independientemente de las condiciones externas. Esta atenuación es causada principalmente por dos factores: la absorción y la dispersión. La absorción es el resultado de las impurezas en el material de la fibra, que absorben parte de la luz transmitida, mientras que la dispersión se debe a la variación en la densidad del material y las microcurvaturas de la fibra, que dispersan la luz en diferentes direcciones. La atenuación intrínseca se mide en decibelios por kilómetro (dB/km) y es una característica crucial en el performance de las redes con fibra óptica. Por ejemplo, en las fibras de alta calidad, la atenuación puede ser tan baja como 0.2 dB/km a una longitud de onda de 1550 nm. Minimizar esta atenuación es esencial para poder garantizar una transmisión eficiente así como de alta calidad en aplicaciones de telecomunicaciones y redes de datos a larga distancia.

Figura 18

Dispersión de la luz a causa de las fluctuaciones de la composición



Fuente: Mooc Uc (2020)

Los tres factores mencionados anteriormente constituyen las pérdidas de atenuación inherentes a las fibras ópticas. De acuerdo con la norma EIA/TIA-568, las pérdidas de fibra para los diferentes tipos de fibras ópticas son las siguientes:

Tabla 4*Tabla de perdida por tipo de fibra.*

Tipos de fibra	Longitud de onda	Pérdida de fibra
Multimodo 50/125 μm (OM2/OM3/OM4)	850 nm	3.5 dB/km
Multimodo 62.5/125 μm (OM1)	850 nm	3.5 dB/km
Monomodo de 9 μm	1310 nm	0.4 dB/km
Monomodo de 9 μm	1550 nm	0.3 dB/km

Fuente: Mefiberoptic, (2020)

2.1.7.2. ATENUACIÓN EXTRINSECA

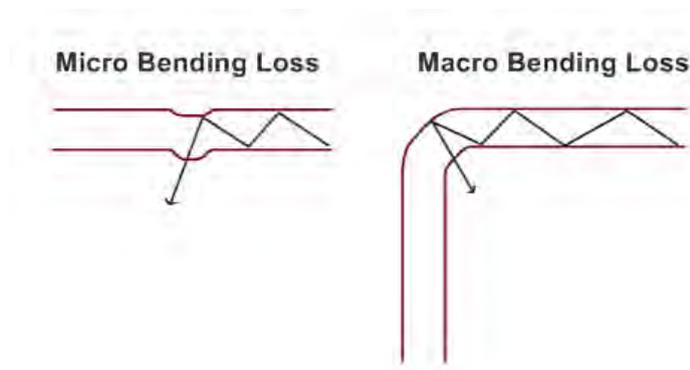
La atenuación extrínseca en la fibra óptica se refiere a la pérdida de señal causada por factores externos a la propia fibra, en contraste con la atenuación intrínseca que se debe a las propiedades del material de la fibra. Esta atenuación puede ser provocada por una variedad de condiciones externas, como las conexiones deficientes, los empalmes mal alineados, las microcurvaturas inducidas por la manipulación inadecuada, o como la contaminación de los conectores y visores ópticos. Además, las fibras ópticas pueden experimentar pérdidas adicionales debido a la exposición a tensiones mecánicas y ambientales, como cambios de temperatura, humedad y presión, que pueden afectar la alineación y la integridad de la señal óptica. Estas pérdidas extrínsecas pueden variar, pero típicamente se encuentran en el rango de 0.1 a 0.5 dB por evento, dependiendo de la severidad de las condiciones externas.

Otra fuente común de atenuación extrínseca es la presencia de macrobendings, o curvas pronunciadas en la fibra, que hacen que una parte de la señal optica se escape del núcleo de la fibra y se pierda en el revestimiento. Estos macrobendings suelen ocurrir cuando las fibras no se instalan correctamente, siguiendo radios de curvatura mínimos recomendados. Estas

pérdidas pueden ser significativas, llegando a ser mayores a 1 dB por curva si los radios de curvatura son extremadamente pequeños. Para mitigar la atenuación extrínseca, es esencial realizar instalaciones cuidadosas, mantener una correcta limpieza de los conectores y utilizar equipos de empalme y conexión de alta calidad. Además, el mantenimiento y monitoreo regular de las redes de fibra óptica ayudan a identificar y corregir rápidamente cualquier problema que pueda causar pérdidas, asegurando así un rendimiento óptimo de la red. (UIT, s.f.)

Figura 19

Perdida por curvatura de la fibra óptica



Fuente: Mefiberoptic, (2020)

2.2. CLASIFICACION DE EQUIPOS EN UNA RED FTTH:

2.2.1 EQUIPOS ACTIVOS: Son aquellos equipos que necesitan de energía eléctrica para su funcionamiento. Entre ellos y para nuestro caso tenemos:

2.2.1.1 DENTRO DE PLANTA INTERNA (PDI):

2.2.1.1.1. ROUTER:

Un router como dispositivo electrónico es fundamental en las redes, se encarga de redirigir el tráfico entre diferentes redes, así mismo garantiza que los paquetes de información enviados lleguen al destino correcto. Funciona utilizando direcciones IP para determinar la ruta más eficiente para cada paquete de datos, gestionando la entrada

tanto como la salida de información entre redes locales e internet. Los routers también pueden ofrecer funciones adicionales como la asignación de direcciones IP mediante DHCP, el filtrado de tráfico mediante firewalls y la gestión de redes inalámbricas. Su papel es crucial en la creación y mantenimiento de redes eficientes y seguras, permitiendo la interconexión de múltiples dispositivos y el acceso fluido a servicios y recursos en línea. (xataka, 2018)

Figura 20

Parte posterior de un router CICSO 1841



Fuente: Cisco, (s.f.)

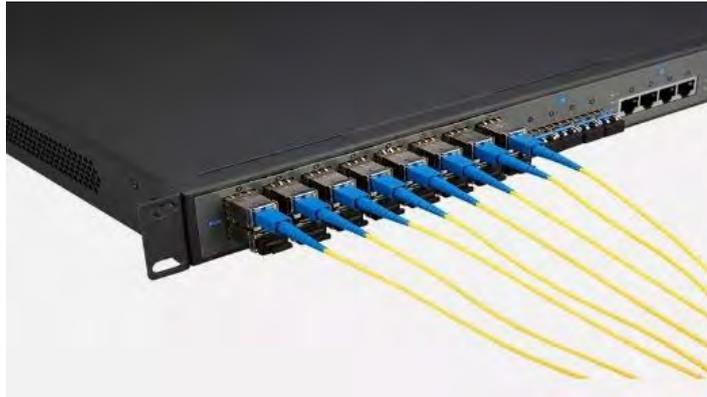
2.2.1.1.2. OLT

Una Optical Line Terminal (OLT) viene a ser un dispositivo importante en las redes con fibra óptica FTTH (Fiber to the Home). Su principal función es convertir las señales eléctricas provenientes del proveedor de servicios en señales ópticas que se transmiten por medio de las redes de distribución óptica hasta los hogares(clientes). La OLT gestiona múltiples conexiones PON (Passive Optical Network), coordinando el tráfico de datos de manera eficiente y además asegura que las señales de internet, televisión y teléfono lleguen sin interrupciones. Además, la OLT proporciona funciones de control y monitoreo, permitiendo la gestión remota de la red y garantizando un alto nivel de calidad del servicio. La capacidad de la

OLT para manejar grandes volúmenes de datos y su fiabilidad hacen de este un componente esencial en la infraestructura de telecomunicaciones moderna. En este equipo se aloja el TRASCEIVER. (xataka, 2018)

Figura 21

PUERTOS DE SALIDA DE UN OLT



Fuente: Tutorfiber, (s.f.)

2.2.1.1.2.1. TRANSCEIVER: Llamado también TRANSCEPTOR (transmisor-receptor) es un dispositivo compuesto por un receptor y un transmisor. Se encargan de transformar las señales digitales o electricas en señales ópticas y viceversa.

Figura 22

Transceiver gpon de tipo c++



Fuente: Huawei, (s.f.)

2.2.1.1.2.1.1. TIPOS DE TRANSCEIVER: En tecnología GPON tenemos:

Tabla 5

Tipos de transceiver gpon

clase	tipo	Longitud de onda	velocidad	Tx mínimo	Tx máximo	Potencia media	Alcance máximo
C+	Bidireccional 1 fibra	Tx: 1490 nm Rx: 1310 nm	Tx: 2.49 Gbps Rx: 1.24 Gbps	3 dBm	7 dBm	5 dBm	20 km
C++	Bidireccional 1 fibra	Tx: 1490 nm Rx: 1310 nm	Tx: 2.49 Gbps Rx: 1.24 Gbps	6 dBm	9 dBm	6.8dBm	20 km
C+++	Bidireccional 1 fibra	Tx: 1490 nm Rx: 1310 nm	Tx: 2.49 Gbps Rx: 1.24 Gbps	7 dBm	10 dBm	8.2dBm	20 km

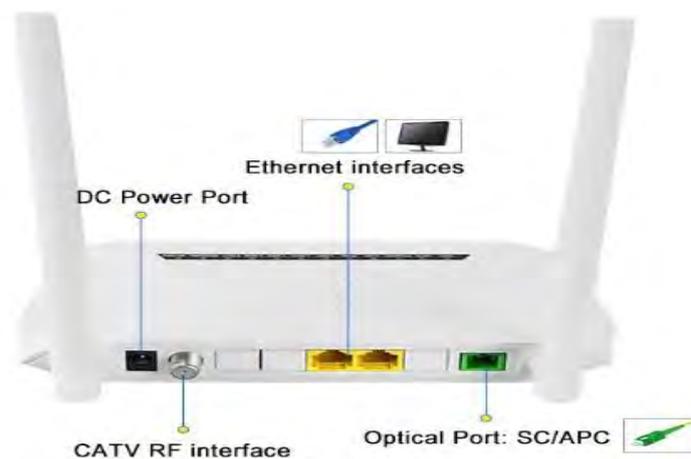
Fuente: Elaboración propia

2.2.1.2 DENTRO DEL CLIENTE:

2.2.1.2.1. ONT: Terminal de Línea Óptica. Es un equipo activo encargado de enlazar la red del interna del cliente la central del proveedor y también convierte la señal que transporta la fibra óptica en una señal de banda ancha de orden de los Gigabit. (XATAKA, 2018)

Figura 23

ONT HDV



Fuente: HDV FIBER (s.f.)

2.2.2 EQUIPOS PASIVOS

Los equipos pasivos son aquellos que no necesitan energía eléctrica para su funcionamiento, por lo tanto, no necesitan de una fuente de alimentación externa.

2.2.2.1. ODF: Son las siglas de DISTRIBUIDOR DE FIBRA OPTICA viene a ser un equipo pasivo se encuentra en planta interna y utilizado en sistemas de fibra óptica para gestionar y distribuir las conexiones de fibras ópticas. Este equipo va instalado entre la OLT y la fibra ADSS que sale hacia planta externa. (ASELCOM, s.f.)

Figura 24

ODF HDV



Fuente: HDV FIVER (s.f.)

2.2.2.2. MUFA: Llamado también caja de empalme, es un elemento pasivo utilizado para albergar y proteger a las uniones de fibra óptica, garantizando una conexión segura sin interrupciones. Existen mufas de acuerdo al número de hilos de la fibra óptica (mufa para 96 hilo, mufa para 144 hilos) (MULTIPLAY, s.f.)

Figura 25

Partes de una mufa

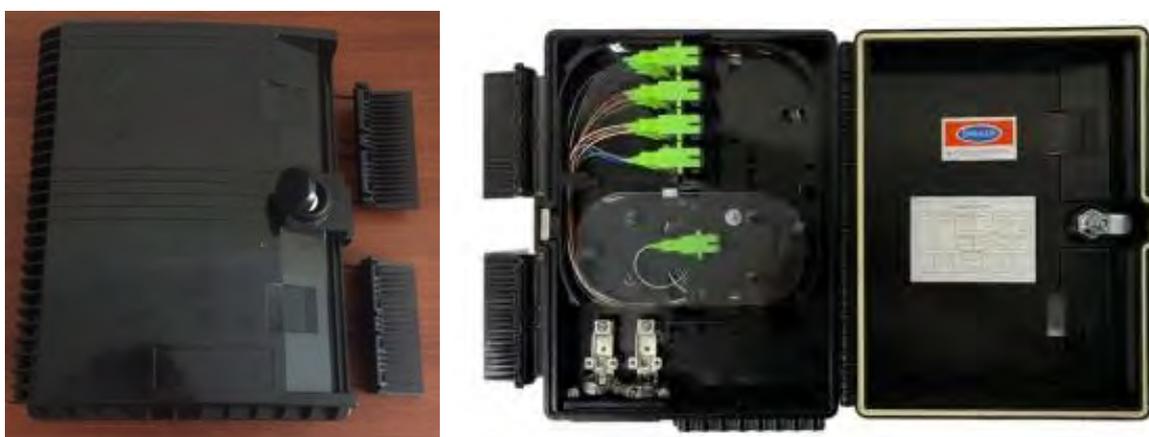


Fuente: Redesdeaccessouisrael (2017)

2.2.2.3. CAJAS NAP: Significa Punto de Acceso a la Red (Network Access Point) son elemento de distribución de la señal en las redes FTTH. Este equipo realiza la transición de la red óptica de alimentación a la red del usuario, esta cajas se pueden instalar en postes, muros, interiores o exteriores, Estas cajas al ser un punto de terminación de la red alberga un splitter que elijamos, siendo básicamente u divisor de señal, tiene puertos de salida para conectar una acometida al cliente (8 puertos, 16 puertos, etc) (MULTIPLAY, s.f.)

Figura 26

Caja NAP de 8 puertos de salida



Fuente: Elaboración propia

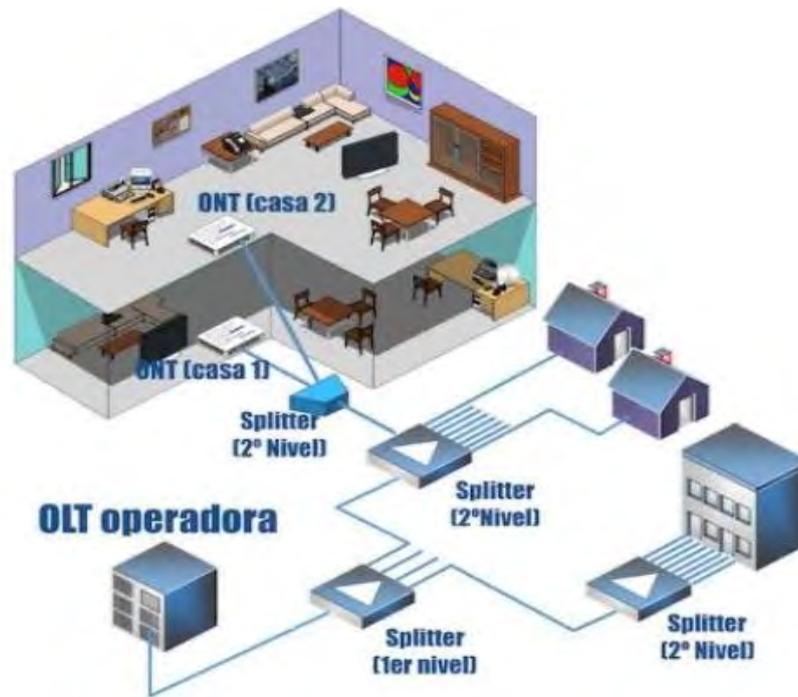
2.3. FTTH (FIBRA HASTA EL HOGAR)

Fibra hasta el Hogar o Fiber to the Home, es una tecnología avanzada del área de telecomunicaciones que lleva directamente transferencia de datos desde la cabecera, PDI, o Site hasta la residencia del usuario final. Este tipo de redes con tecnología gpon logra la transmisión de datos a velocidades muy altas, superando ampliamente las capacidades de las conexiones tradicionales de cobre o coaxiales. FTTH proporciona una conectividad muy estable y de banda ancha muy rápida, permitiendo a los usuarios disfrutar de servicios como internet de alta velocidad, televisión en alta definición y telefonía de manera simultánea y sin interrupciones. La implementación de FTTH también mejora redes y su capacidad para manejar

el creciente consumo de datos, ofreciendo una buena solución escalable y preparada para el futuro de las comunicaciones digitales. (IPTEL, 2016)

Figura 27

Topología de una red fith



Fuente: Escallon (2018)

2.4. PLANTA INTERNA (PDI)

Llamado también PDI (Punto De Interconexión) y como su nombre lo indica se encuentra dentro de instalaciones, son de estos puntos donde sale la fibra con señal óptica hacia PLANTA EXTERNA(PEX). En planta interna casi nunca se usa fusiones en los equipos, sino se usan más los conectores entre equipos. Un PDI puede el punto de recepción de una Fibra Óptica dorsal que puede provenir de otra ciudad y de aquí se distribuyen para los diferentes planos a construirse.

Una red de plana interna es considerada un conjunto de elementos que con lleva en la integración de varios sistemas activos como; routes, switch, servidores, OLTs, ODFs etc.

2.5. PLANTA EXTERNA (PEX)

Se refiere a Planta externa la red FTTH al finalizar el PDI, inicia con el despliegue de la fibra troncal y seguidamente consta de todos los equipos existentes (mufas, cajas nap, hubbox, fats, etc), incluye todo lo relacionado con la ferretería, retenidas, postes etc.

CAPITULO III: LEVANTAMIENTO DE INFORMACION Y ANALISIS DE LA ZONA EN ESTUDIO.

3.1 CALCULO DE PRESUPUESTO OPTICO DE UNA RED FTTH:

El cálculo de presupuesto óptico en una red FTTH (Fiber to the Home) es un proceso crítico que asegura que la red pueda transmitir datos de manera eficiente y confiable desde el PDI hasta los hogares de los usuarios. Este cálculo implica determinar la pérdida total de señal a lo largo de toda la ruta óptica, que inicia en la OLT (Optical Line Terminal) hasta la ONT (Optical Network Terminal) en la residencia del usuario. Para empezar, se deben considerar las pérdidas intrínsecas de la fibra óptica, que incluyen la atenuación del cable a lo largo de su longitud, medida en decibelios por kilómetro (dB/km). Así tenemos por ejemplo, una fibra estándar puede tener una atenuación de 0.21 dB/km a 1550 nm.

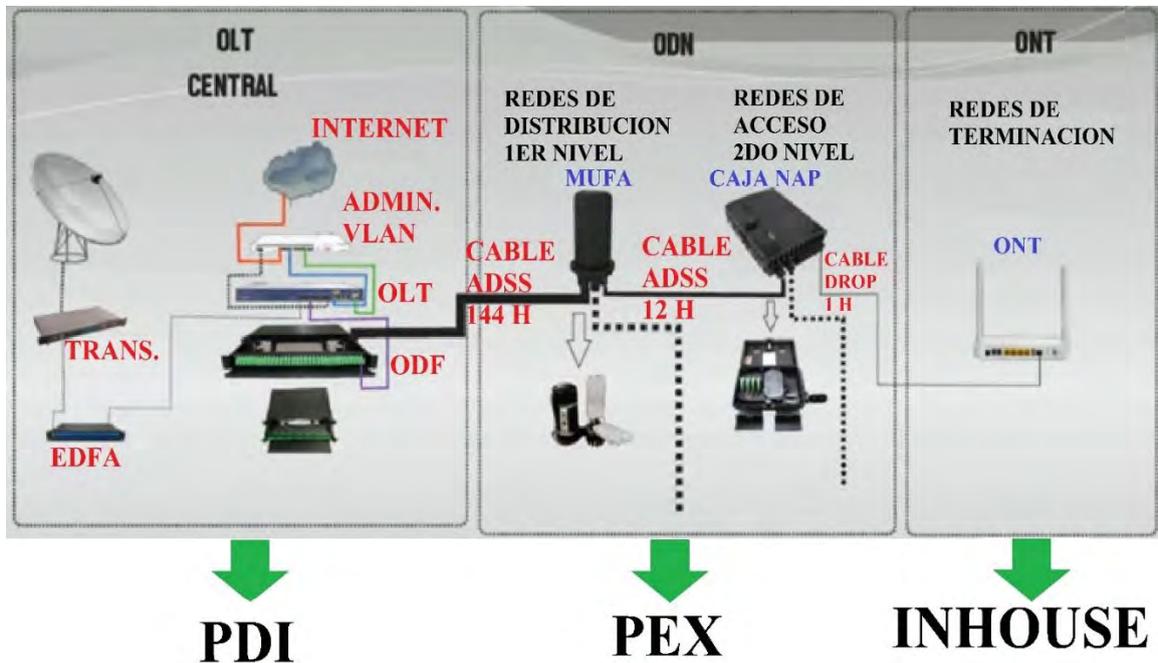
Además de las pérdidas intrínsecas, se deben incluir las pérdidas extrínsecas causadas por empalmes y conectores a lo largo de la red. Cada empalme de fusión puede añadir aproximadamente 0.1 dB de pérdida, mientras que los empalmes mecánicos pueden añadir entre 0.2 y 0.75 dB. Los conectores, dependiendo de su calidad y tipo, pueden añadir alrededor de 0.2 a 0.5 dB cada uno. También es crucial considerar las pérdidas introducidas por splitters ópticos, que dividen la señal en varios caminos para llegar a varios usuarios. Un splitter 1x32, por ejemplo, puede introducir una pérdida de alrededor de 15 a 18 dB.

Una vez que todas estas pérdidas se han contabilizado, se debe comparar la pérdida total con el presupuesto óptico disponible del sistema, que es la diferencia entre la potencia de salida de la OLT y la sensibilidad de recepción de la ONT. Si la pérdida total es menor que el presupuesto óptico, la red se considerará viable. De lo contrario, se deberán tomar medidas para reducir las pérdidas, como mejorar la calidad de los empalmes y conectores, o reducir la distancia total de la fibra. Este análisis detallado y preciso es esencial para asegurar que la red FTTH pueda ofrecer servicios de alta calidad y cumplir con las expectativas de rendimiento de los usuarios.

Dicho esto, es importante entender las partes en general de una red FTTH, así podemos ver tres partes principalmente

Figura 28

Partes de una red FTTH



Fuente: Elaboración propia

Para nuestro caso nos enfocaremos en la conectividad entre la OLT y la ONU estos como elementos extremos y se verá la potencia de pérdida entre estos dos, así tenemos:

OLT : Conformado por equipos activos y esta proveerá la potencia total transmitida a la red

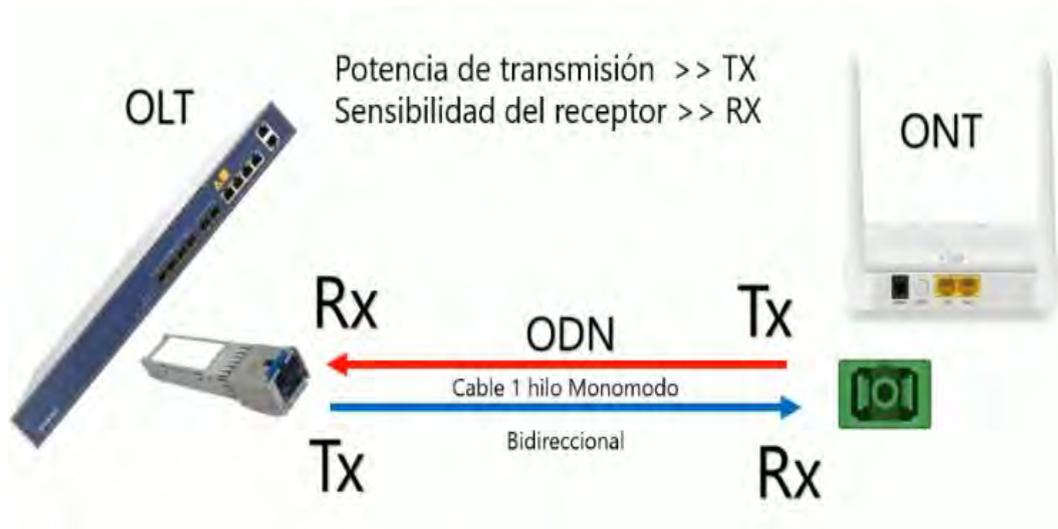
ODN : Conformado por equipos pasivos, es en esta etapa donde habrá pérdidas

ONT : Es un equipo activo el cual necesita recepciona la señal transmitida por la OLT

Pero esta señal debe estar en un rango que dependerá del modelo y marca.

Figura 29

Gráfico de enlace OLT y ONT



Fuente: Elaboración propia

Dicho esto la tarea es hallar las potencias perdidas en la ODN(PEX), para lo cual tenemos existe una serie de procedimientos, que comienzan desde el levantamiento de información hasta el cálculo perdidas de potencia propiamente dicho. Así mismo podemos observar de la Figura 28 y 29 que la señal óptica parte del OLT que se encuentra en el PDI mas exactamente desde el transceiver, entonces esta potencia total entregada ira atenuándose al pasar por la ODN que tiene diversos elementos que generaran perdidas, además de la distancia de Red Troncal que generalmente son rutas largas, entonces el procedimiento es obtener estas perdidas y restarle a la potencia total entregada por el transceiver, pero debemos hacerlo de tal manera que llegue los niveles adecuados a la ONT en el cliente para así poder realizar la comunicación entre estos.

Así tenemos la siguiente relación matemática como base para poder entender en que consiste el cálculo del presupuesto óptico.

$$P_{ONT} = P_{TX} - P_{PEX}$$

Donde:

- P_{ONT} : Potencia que llega a la ONT
 P_{TX} : Potencia emitida por transmisor (transceiver)
 P_{PEX} : Potencia total perdida en la red desplegada o planta externa

A su vez tenemos:

- P_{PEX} : Es la suma de la potencia perdida en fusiones, empalmes mecánicos, conectores, distancia de la fibra óptica etc.

3.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACION

3.2.1 ANALISIS DE RUTA DE LA RED TRONCAL

América Móvil selecciona zonas sin servicio para así poder coberturar y proveer INTERNET-CABLE-TELEFONIA FIJA, para nuestro caso es el proyecto CPE0005807 tiene una zona asignada en distrito de San Jerónimo(veamos la zona color rojo de la siguiente figura). Este sector global asignado debe de seccionarse por zonas más pequeñas de tal manera que cada zona será un plano diferente. Esta partición se hace en base a la cantidad de residencias existentes, para América Móvil Perú SAC se toma en cuenta todas las residencias existentes, sea el caso o no que estas residencias opten por tener el servicio, esto deja un gran margen de poder seguir captando clientes a futuro es decir que se trabaja en mirar al crecimiento demográfico, además de que esta red es susceptible a ampliaciones futuras.

Figura 30

Proyecto CPE0005807- América móvil



Fuente: Elaboración propia

Esta zona tendrá como punto de partida y lugar donde se proveerá de señal de internet al SITE SAN JERONIMO (paradero Miraflores)

Coordenadas site San Jerónimo-Cusco: -13.544766, -71.896263

Figura 31

SITE San Jerónimo



Fuente: Elaboración propia

De esta manera la zona asignada para coberturar se dividió en 4 planos, esto tomando en cuenta la cantidad de usuarios, calles y avenidas que faciliten el diseño del mismo, quedando distribuido de la siguiente manera:

Figura 32

Planos del proyecto cpe0005807



Fuente: Elaboración propia

PLANO CZSJ0016: ZONA COLOR AZUL

COORDENADAS: **-13.547323, -71.901924**

HHPPs : 360 USUARIOS

PLANO CZSJ0017: ZONA COLOR AMARILLO

COORDENADAS: **-13.546188, -71.897649**

HHPPs: 360 USUARIOS

PLANO CZSJ0018 : ZONA COLOR VERDE

COORDENADAS: **-13.544472, -71.895986**

HHPPs: 240 USUARIOS

PLANO CZSJ0019 : ZONA COLOR NARANJA

COORDENADAS: **-13.548024, -71.894782**

HHPPs: 352 USUARIOS

Se muestra el proyecto CPE0005807 con los puntos donde irán ubicados los XBOXs de cada plano, estos equipos son donde llega la fibra óptica con señal proveniente de la OLT alojado el SITE SAN JERONIMO. Por tal razón la siguiente tarea es realizar el recorrido de la fibra troncal que pueda distribuir señal a estos XBOXs y por ende a cada plano.

Generar la ruta de la Fibra Troncal consiste en buscar la mejor ruta para el recorrido de la Fibra Óptica Troncal que inicia en PDI (Punto De Interconexión) o site en nuestro caso (Estación Radio Base). Esta ruta tiene su recorrido por los postes de la empresa eléctrica (ELSE-ELECTRO SUR ESTE S.A.A). En esta etapa se necesitará el apoyo de herramientas físicas y electrónicas.

3.2.1.1 HERRAMIENTAS A USAR EN EL LEVANTAMIENTO DE

INFORMACION: Para poder obtener los datos mencionados se usaron básicamente dos herramientas:

3.2.1.1.1. ODOMETRO

Conocido también como rola, el cual permite medir la distancia de poste a poste.

Figura 33

Odómetro



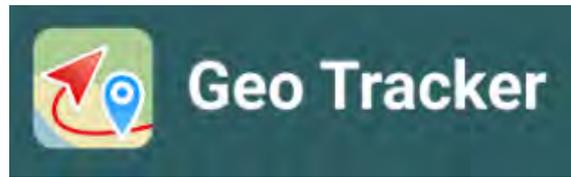
Fuente: Truper, (s.f.)

Si bien cierto que se puede realizar esta actividad desde el ordenador, El recorrido presencial de la zona es importante porque se puede determinar también el estado de los postes, es decir poder evaluar si un poste está apto o no para su uso. Nos hemos encontrado muchas veces con poste con la base agrietada o postes inclinados los cuales podría colapsar en un futuro no muy lejano. En caso de que un poste de la empresa eléctrica (ELSE-ELECTRO SUR ESTE S.A.A.) no este apto se proyecta la instalación de un poste propio de América Móvil. Así como también existen casos donde se debe de instalar una retenida vertical(ANEXO B) que es un elemento mecánico cuya función es equilibrar las fuerzas de tensión originadas vano o vanos adyacentes.

3.2.1.1.2. GEO TRACKER: Es un aplicativo de los tantos que existen que nos permite tomar las coordenadas en tiempo real del punto en el que nos encontramos, permite grabar de forma rápida y amigable una ruta recorrida, también permite tomar apuntes de cada lugar deseado, Permite guardar los archivos en extensión KMZ(archivo usado para señalar lugares en Google Earth).

Figura 34

Aplicativo Geo Tracker



Fuente: Geo Tracker, (s.f.)

¿COMO USAR EL GEO TRACKER?: Para poder tomar datos del recorrido de red troncal que proporcionara la señal de internet a nuestro plano nos ubicamos en el punto de inicio, es decir según Figura en el poste número 1. Luego:

- a) Abrimos el aplicativo
- b) Presionamos el boto de ubicación, así nos posicionara en el lugar donde nos encontramos en tiempo real. Este punto vendría s ser el lugar donde iniciaremos nuestro recorrido, para nuestro caso de la Figura 40 el poste nro. uno.

Figura 35

Aplicativo Geo Tracker

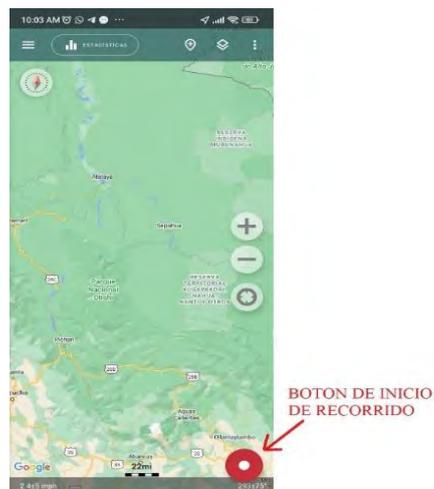


Fuente: Elaboración propia

- c) Presionar el botón rojo (parte inferior derecha) así iniciara la grabación de nuestra ruta.

Figura 36

Inicio de grabación en aplicativo Geo Tracker

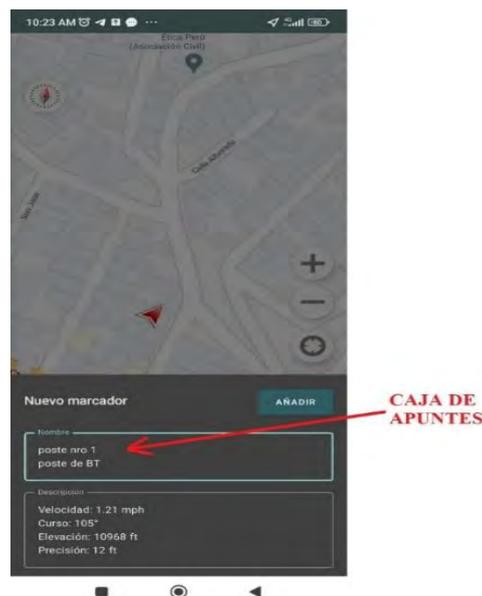


Fuente: Elaboración propia

- d) Para obtener las coordenadas del punto o poste seleccionado presionamos el botón superior con el signo más. De esta manera se desplegará una pantalla donde podemos tomar apuntes sobre el lugar y poste seleccionado. De esta manera se toman los datos de cada poste por el cual recorrerá la fibra óptica.

Figura 37

Geo Tracker, caja de apuntes



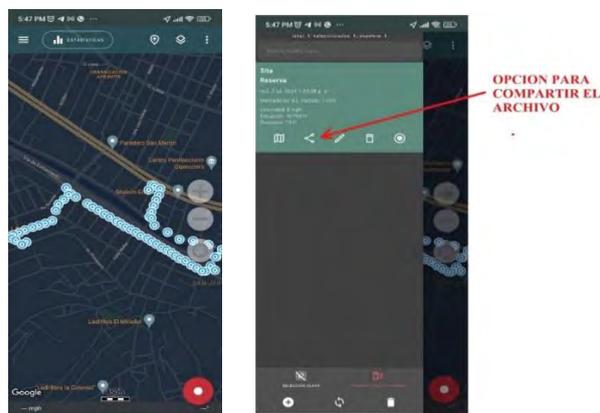
Fuente: Elaboración propia

De esta manera se toman todos los puntos deseados a registrar, tanto en coordenadas, así como anotando detalles de la infraestructura de los postes.

- e) Una vez terminado nuestro recorrido, pinchamos en el menú que se encuentra en la parte superior izquierda, allí tendremos la opción de poner nombre a nuestro proyecto, así como de compartir nuestro archivo.

Figura 38

Geo Tracker

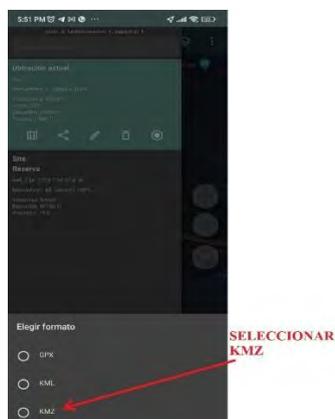


Fuente: Elaboración propia

- f) Finalmente, para compartir podemos elegir opciones de extensión elegimos KMZ que posteriormente podemos abrirlo en Google Earth y hacer la edición respectiva.

Figura 39

Geo Tracker, Opción de formato



Fuente: Elaboración propia

3.2.1.1.3. GOOGLE EARTH: Una vez exportado este archivo KMZ lo abrimos en Google Earth allí podemos ver con más detalle los puntos registrados, así como también podemos corregir y arreglar nuestro recorrido, a partir de este punto los trabajos siguiendo con el proceso de diseño lo haremos en esta plataforma que es un sistema de información geográfica donde nos muestra el globo terráqueo, también nos permite observar la múltiple cartografía, su información está basado en imágenes satelitales, además nos permite la creación de:

- Líneas: Estos serán las rutas de la red troncal como de distribución y drop.
- Polígonos: Permitirá delimitar los planos diferenciándolos con colores y contrastes.
- Iconos personalizados: Serán nuestros equipos como las cajas nap, mufas, etc.
- Permite delimitar y resaltar vías como calles y avenidas
- Permite medir distancias satelitales

Es así como obtenemos la siguiente imagen en el computador:

Figura 40

Recorrido de la troncal



Fuente: Elaboración propia

Al momento de tomar estos puntos, es decir cada poste de la empresa eléctrica (ELSE-ELECTRO SUR ESTE S.A.A.) también se toman otros datos así tenemos:

Coordenadas del poste a usar

Distancia de vanos (distancia de poste a poste)

Código de poste

Identificación de tipo de poste (BT. MT)

Cantidad de apoyos existentes (ferretería existente)

Identificación de equipos existentes (mufas, cajas de paso de otras cableras)

Así mismo también se proponen los postes donde irán las reservas (en este caso 50 metros de Fibra Óptica), Las reservas son tramos de fibra óptica que se ubican en postes determinados generalmente a 500 metros y en cruces de avenidas, la función de estas reservas es poder tener ligerea en poder desplegar esa reserva en caso de ruptura de fibra sea por cualquier situación de contingencia(caída de poste, vehículos que sobrepasen el DMS, etc.) cuando sucede un acontecimiento de estos en esa reserva ira ubicado una caja de empalme en la cual se hicieron fusiones de reparación de la red.

Estos datos se digitalizarán en un Excel de esta manera se obtiene la longitud total de Fibra Óptica a usarse.

En este proceso registramos en todo nuestro recorrido 63 postes en total, en 4 de ellos irán ubicados los XBOXs de los planos CZSJ016, CZSJ017, CZSJ018, CZSJ019 que como indicamos es el nexo entre la red troncal y los planos a construirse.

3.2.2 ANALISIS DE USUARIOS POTENCIALES

Básicamente consiste en encontrar el total de USUARIOS POTENCIALES se conoce Como Conteo de HHPPs(home pass). Para nuestro caso como se mencionó nos enfocaremos en el plano CZSJ016 cuya zona a cubrir es la de la figura siguiente.

Figura 41

Plano CZSJ016



Fuente: Elaboración propia

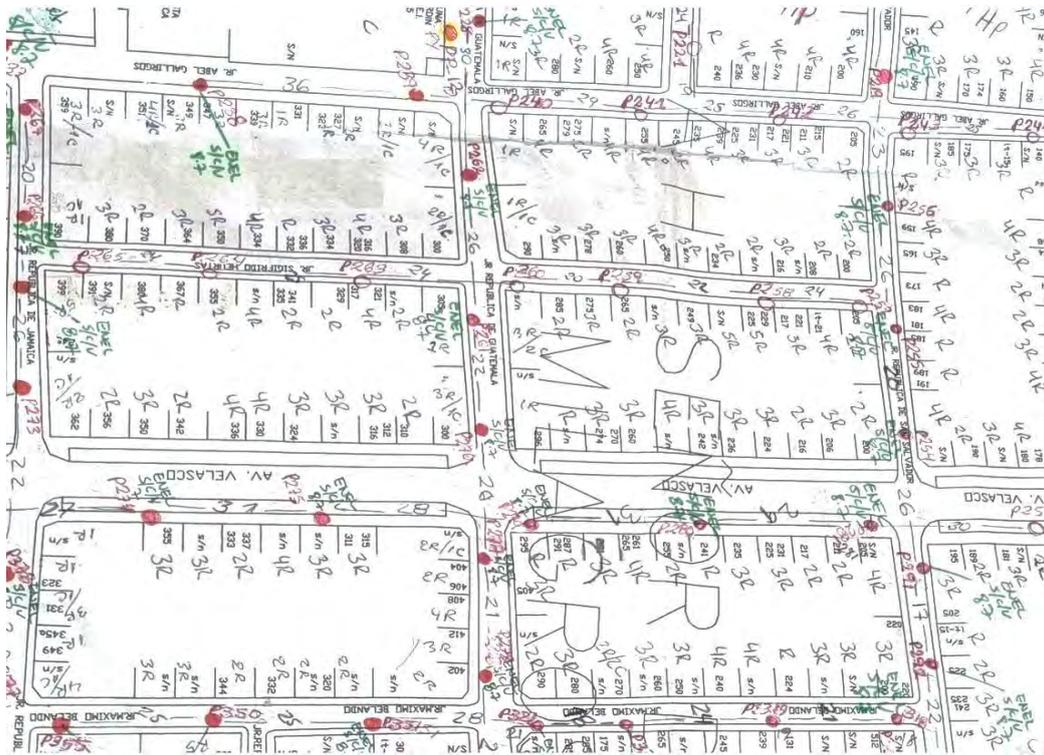
El levantamiento de información consiste recopilar datos de las residencias y se prosigue de las siguientes maneras:

- Cada lote como residencias se deben representar con “R”, si son 2 residencias “2R”, de esta manera sucesivamente, la identificación de residencias es mediante medidores de Luz instalados y/o medidores de gas, timbres.
- Los lotes con tienen algún tipo de comercios se deben representar con “C”, si son 2 comercios “2C”, así de manera sucesiva.
- Existen lotes mixtos es decir de residencia y comercios, estos deben ser representados utilizando las premisas indicadas, de la siguiente manera. Ejemplo: “2R/C”.
- Los lotes con edificios deben ser representados indicando que es un edificio con la letra “E”, debajo de esta debe colocarse la cantidad de niveles existentes colocando primero la letra P seguido de la cantidad “4P”, también abajo de este se pone los departamentos seguido de la letra D “5D”, y debajo de esta se coloca la cantidad de comercios seguido de la letra C “2C”. Ejemplo (2R / 2C IV): Es una construcción de 2 residencias con 2 comercios y tiene 4 pisos.
- Este levantamiento de información hace referencia de los lotes especiales (entidades del estado, comercios varios, universidades, empresas se servicio, empresas grandes)

Se solicita un plano catastral actualizado a la municipalidad correspondiente, en este plano físico se tomas los apuntes a mano alzada recorriendo todo el plano. Para poder realizar este levantamiento de información de manera ordenada y rápida generalmente se forma grupos de 2 personas, mientras uno toma los apuntes de cada residencia ya mencionados anteriormente su compañero realiza la toma de fotografías y estas deben ser con fecha, hora, coordenadas, lugar de trabajo, nombre del proyecto, etc.

Figura 42

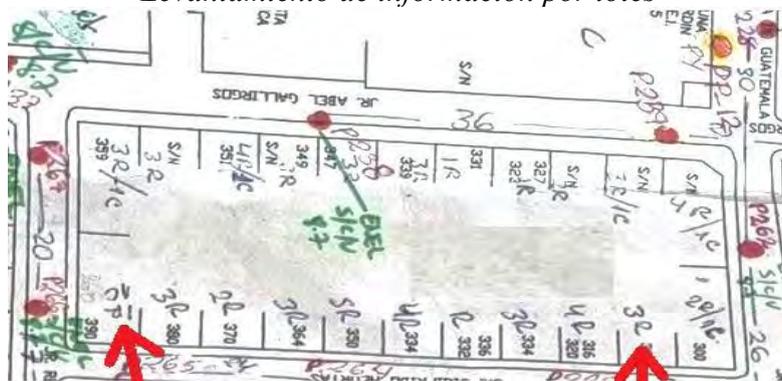
Levantamiento de información por manzana



Fuente: Elaboración propia

Figura 43

Levantamiento de información por lotes



LOTE 384
1 RESIDENCIA
1 COMERCIO

LOTE 306
3 RESIDENCIAS

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, esta información se plasma en el plano, seleccionando grupos de o lotes y más exactamente 8 residencias 8R se ubica un equipo FAT que tiene 8 puertos de salida para

proveer de servicio a este grupo.

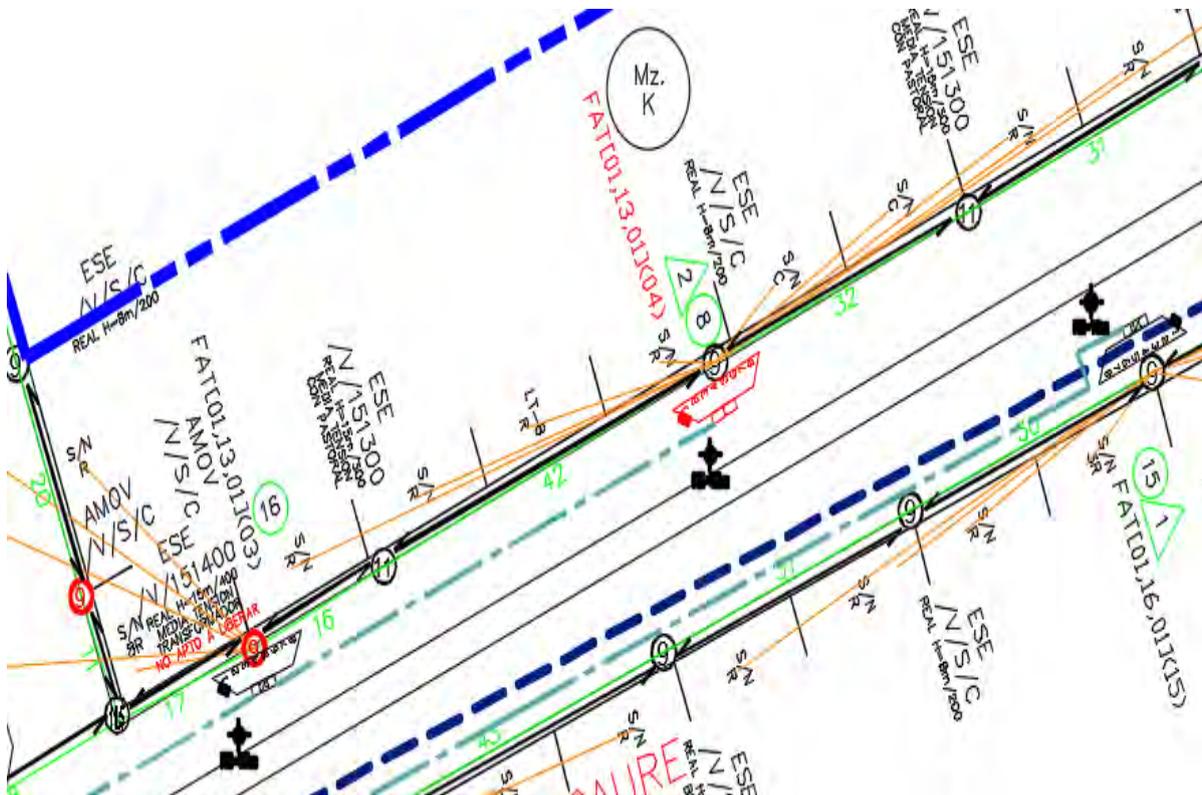
Figura 44

Lotes con servicio de Fat 04



Fuente: Elaboración propia

Figura 45: Recorte del diseño en AutoCad. Cobertura del FAT 4



Fuente: America Movil

En la figura anterior se observa el FAT 04 ubicado de tal forma que pueda proveer servicio a las residencias de color amarillo. Tenemos 07 lotes con una residencia cada una residencia (R1) y 01 lote con dos residencias (2R). La distancia del equipo FAT a las residencias no debe de exceder de 150 metros incluido la parte interior.

Entre otras actividades en levantamiento de información tenemos que rolear(medir) los vanos, que consiste en medir las distancias de poste a poste, en el diseño se sumaran estos metrados y se verá las atenuaciones por distancias. Es el mismo procedimiento realizado en levantamiento de información de la red troncal.

Inspeccionar los postes aptos, consiste en verificar el estado de los postes de la empresa eléctrica (ELSE – ELECTRO SUR ESTE S.A.A.) a usarse TANTO EN LA RUTA DE LA TRONCAL Y EL PLANO A CONSTRUIRSE. Si un poste está deteriorado en la base, si está inclinado, saturado, etc entonces no se tomará en cuenta el uso de este, se instalará un nuevo poste perteneciente a América Móvil (Claro), Este proceso también se vuelve a realizar en presencia de un personal de la empresa eléctrica (ELSE – ELECTRO SUR ESTE S.A.A)

Figura 46

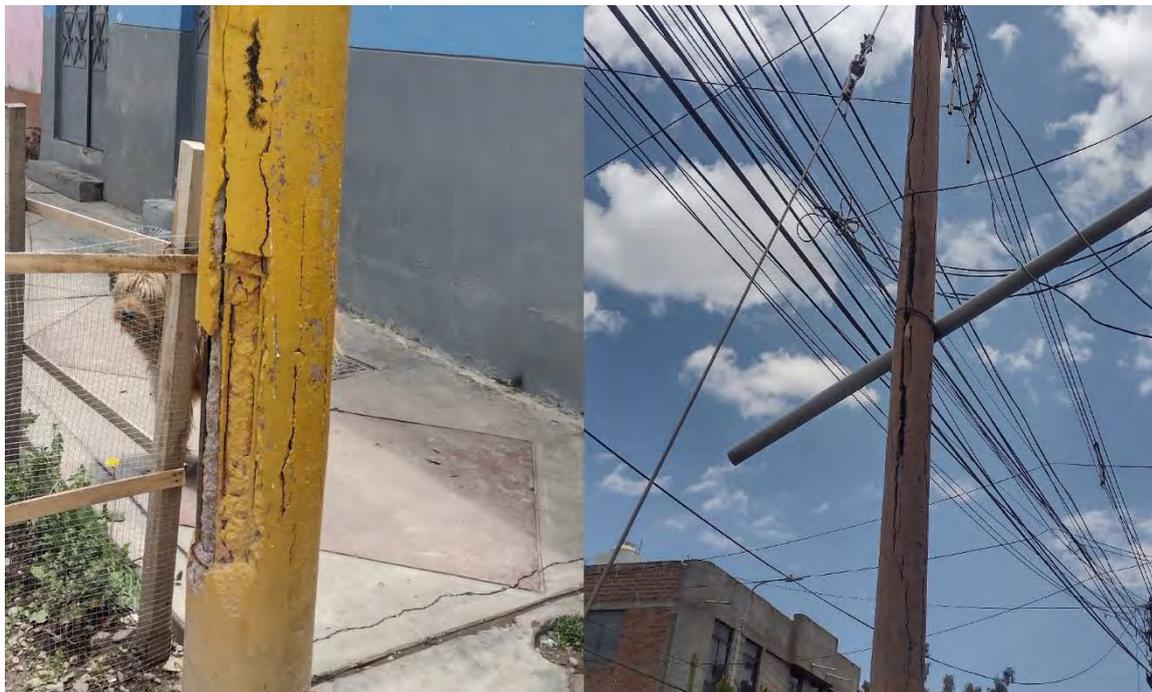
Poste instalado de America Movil(Claro)



Fuente: Elaboración propia

Figura 47

Poste de la empresa eléctrica agrietado (no apto para uso)



Fuente: <https://www.rotafono.pe>

De la figura anterior podemos comentar que las bases de los postes antes de su instalación reciben un proceso de tratamiento con pintura IGOL, el cual es una pintura que se usa en los asfaltos así de esta manera no permite que se impregne la humedad, ósea se impermeabiliza.

También se debe de reconocer zonas arqueológicas, alcantarillas, y otros que no permitirían la construcción de la red, para tal efecto se verán otras alternativas y así poder coberturar la zona con el servicio.

3.3 EQUIPOS ACTIVOS USADOS EN LA RED, FTTH PLANO CZSJ016

3.3.1 OLT: Como ya mencionamos es de las siglas TERMINAL DE LINEA OPTICA. Para nuestro caso en la instalación del SITE SAN JERONIMO se usó la OLT siguiente:

Figura 48

OLT HUAWEI EA5800 X2



Fuente: Huawei, (s.f.)

Tabla 7

Ficha técnica OLT HUAWEI EA5800 X2

Marca	Huawei
Modelo	EA5800-X2
Gabinetes compatibles	N63E-22
Dimensiones	2U alto y 19 pulgadas de ancho
(Ancho x Fondo x Alto)	Excluyendo soportes de montaje: 442 mmx 268.7 mmx 88.1 milímetros
Peso máximo (incluyendo soportes de montaje)	9.4 kg
Corriente de entrada máxima	Fuente de alimentación DC: 20A
	fuelle de alimentación de CA: 8A
Modos de fuente de alimentación	Soporte de alimentación CC (doble para respaldo)
	fuelle de alimentación de CA + batería de respaldo
Rango de voltaje de trabajo	Fuente de alimentación DC: -38.4V a -72V
	fuelle de alimentación de CA: 100V a 240V
Tensión nominal	Fuente de alimentación DC: -48V/-60V
	fuelle de alimentación de CA: 110V/220V
Capacidad de conmutación del tablero de control (modo de carga compartida)	480 Gbit/s
Ancho de banda máximo por ranura de servicio (modo de carga compartida)	80 Gbit/s
Capa del sistema 2 Tasa de reenvío de paquetes (modo de carga compartida)	714 diputados
Número máximo de usuarios simultáneos de vídeo 4K	2,000
Número máximo de direcciones MAC	262,143
Número máximo de entradas ARP/enrutamiento	131,072
Puertos GPON/XG(S)-Puertos PON	32
Puertos GE/FE	96
10 Puertos GE	16

Fuente: Huawei, (s.f.)

Este equipo viene con otras características como:

- Huawei SmartAX EA5800 X2 presenta una arquitectura distribuida y proporciona a los usuarios una sistema de transmisión unificada que tiene banda ancha, video, así como servicios de vigilancia.
- Huawei SmartAX EA5800 X2 soporta GPON, XG-PON, XGS-PON, GE, y permite múltiples modos en la construcción de la red, incluyendo, FTTH, FTTB, y FTTC. Una red óptica cubre todos los servicios.
- Huawei SmartAX EA5800 X2 está disponible en tamaño pequeño, medio, y grandes especificaciones, haciéndolo adecuado para cada escenario.
- Alta fiabilidad.

La conexión dual TypeB/TypeC logra una protección de respaldo de recuperación remota ante desastres, tableros de control principales duales, respaldo redundante de tarjetas de fuente de alimentación duales, protección de múltiples enlaces ascendentes, y proporcionar un entorno operativo seguro y confiable

Conjuntamente con la OLT va instalado el transceiver.

3.3.2 TRANSCEIVER

Figura 49

Transceiver Huawei C++



Fuente: Huawei, (s.f.)

Tabla 8

Ficha técnica de Transceiver Huawei c++

Compatible con Huawei	GPON-OLT-CLASS C ++	Nombre del vendedor	fibramall
Factor de forma	SFP	Velocidad de datos máxima	TX-2.5G / RX-1.25G
Longitud de onda	TX 1490nm / RX 1310nm	Distancia máxima	20km
Conector	SC simplex	Tipo de transmisor	DFB de 1490nm
Tipo de cable	SMF	Tipo de receptor	APD
Poder TX	+ 4.5 ~ + 10.0dBm	Sensibilidad del receptor	<-31.0dBm
Protocolos	Cumple con MSA	temperatura de operacion	0 a 70 ° C (32 a 158 ° F)

Fuente: Huawei, (s.f.)

La ficha técnica de este módulo SFP o TRASCEIVER nos indica que la potencia de transmisión es de +4.5dBm a +10dBm, para casos prácticos y no tener problemas con la potencia transmitida tomamos el promedio del valor max y mínimo esto quiere decir que consideraremos la salida de potencia +7dBm, este será el valor para nuestros cálculos de potencia óptica.

3.3.3 ONU

Significa UNIDAD DE RED OPTICA, equipo terminal que se encuentra en el cliente, América Móvil maneja varias marcas de ONTs u ONUs entre ellas tenemos:

Figura 50

ONT HUAWEI MODELO HG8546m

 HUAWEI
HG8546M



Fuente: Elaboración propia

La hoja técnica de esta ONT nos dará la información técnica completa desde la potencia eléctrica que consume hasta el peso de equipo, así podemos ver lo que más nos interesa:

Tabla 9

Ficha técnica ONT Huawei modelo OHG8546m

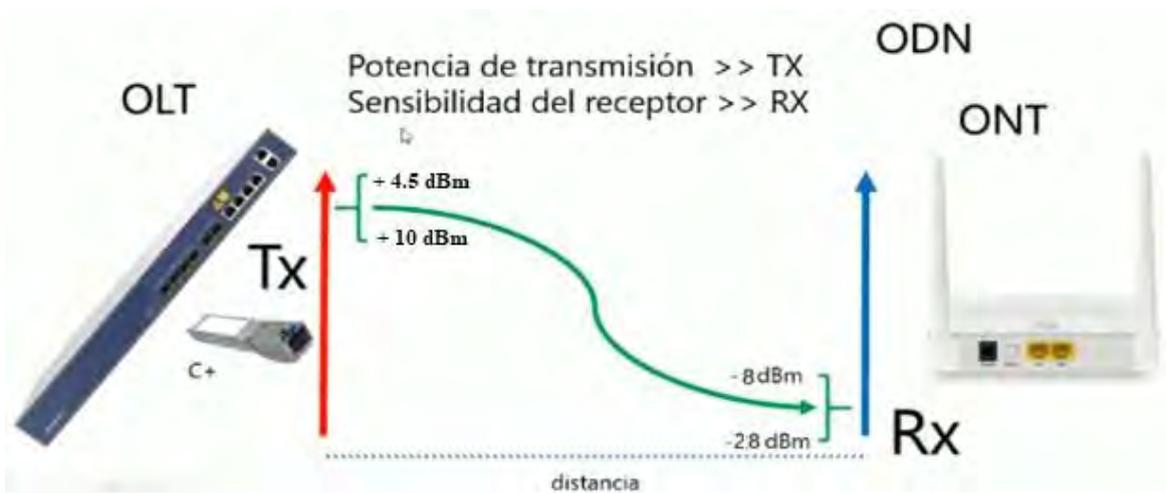
Ethernet	Standard	IEEE802.3 IEEE802.3au IEEE802.3x
	Speed	Downlink: 2.488Gbps Uplink: 1.244Gbps
GPON	Connector	SC/APC, pigtail
	Standard	ITU-T G.984.2 , Class B+
	Power level	Downlink <ul style="list-style-type: none"> - Wavelength: 1490nm - Sensitivity: -28dBm - Saturation: -8dBm Uplink <ul style="list-style-type: none"> - Wavelength: 1310nm - TX power: 0.5 ~ 5dBm
	Fiber	G.652 Single Mode Fiber

Fuente: Huawei, (s.f.)

Haciendo un análisis rápido del rango de potencia para los niveles de recepción con el cual este equipo puede trabajar de un Max de -8dBm hasta un min. De -28dBm fuera de este rango la ONT no podrá comunicarse con la OLT, incluso si llegara una señal mas fuerte de este rango podríamos dañar el equipo, he aquí la importancia del cálculo del presupuesto óptico que como ya indicamos consiste en lograr que llegue al equipo terminal la potencia óptica adecuada. Así deberíamos entender que la transmisión final será entre la OLT y ONU se optima.

Figura 51

Rango de niveles de funcionamiento OLT y ONT



Fuente: Tecnolibre, (s.f.)

3.4 EQUIPOS PASIVOS USADOS DE UNA RED FTTH

3.4.1 CAJA DE EMPALME O MUFA

Figura 52

Caja de empalme



Fuente: Elaboración propia

Esta caja de empalme de fibra óptica no es más sino que un dispositivo que sirve para proteger y almacenar de manera segura los empalmes y sangrados (ANEXO C) entre los

diferentes cables de fibra óptica de la red que estamos trabajando. Su objetivo principal es garantizar que los empalmes o sangrados realizados no sufran ningún daño, asegurando así la que la señal que se transmite no sufra atenuaciones. Para nuestro caso se tiene un CIERRE DE EMPALME FIBERHOME DE 144 HILOS modelo GJS-D006, esta mufa es de material plástico que tiene alta resistencia a la humedad, corrosión, e inclemencias del tiempo. Posee 7 puertos, 6 puertos para cable redondos de 20mm y un puerto ovalado de acceso para 1 cable de entrada y salida de 42mm y 2 cables de 20mm, tiene como capacidad máxima 144 núcleos, 6 bandejas de empalme.

3.4.2 XBOX: Es un equipo pasivo que se usa en las redes FTTH, viene a ser el nexo entre la troncal y el plano a construirse, de este equipo parte la distribución a todo el plano, básicamente funciona como una mufa, tiene una bandeja para la fusión de 144 hilos, en este equipo internamente se realiza el sangrado que es la acción de derivar de la troncal los hilos asignados para poder alimentar de señal óptica al plano. Este equipo es técnicamente conocido como:

CIERRE DE EMPALME XBOX SSC2807-FX-12-B

Figura 53

XBOX del plano CZSJ025



Fuente: Elaboración propia

3.4.3. HUBBOX: Equipo pasivo usado en redes FTTH, internamente tiene un splitter balanceado 1x4, es un equipo de segundo nivel. De aquí sale la señal a los FAT. Técnicamente este equipo se le conoce como:

CIERRE DE EMPALME SSC2823-SH-8B 14261249 H

Figura 54

HUBBOX 02 del plano CZSJ016



Fuente: Elaboración propia

3.4.4. FATs: Equipo final en PEX es de este equipo que el área de instalaciones derivara una acometida al cliente. Internamente tiene un splitter de una entrada y ocho salidas (ocho clientes). Su nombre técnico es:

CIERRE DE EMPALME FAT SSC2816-SM-11

Figura 55

FAT 03 del plano CZSJ016



Fuente: Elaboración propia

Este equipo final de nuestra red de planta se compota como el inicio de la red del área de instalaciones, es decir de aquí se deriva un cable acometida para el cliente.

3.4.5. FIBRA DROP: Es un cable de fibra el cual viene con conectores en los extremos y en tamaños fijos, en la parte de leyenda en los planos los encontramos con código de colores:

- Drop de 100 metros - color azul marino.
- Drop de 150 metros - color verde.
- Drop de 200 metros - color verde claro.
- Drop de 300 metros - color morado.

Figura 56

Fibra drop de 100 metros



Fuente: Elaboración propia

3.5. HERRAMIENTAS USADAS Y FERRETERIA INSTALADA EN POSTES PARA DESPLIEGUE DE LA RED FTTH

3.5.1. HERRAMIENTAS

3.5.1.1. ZUNCHADORA Y MARTILLO: La zunchadora tiene la función de ajustar el fleje de acero inoxidable el poste soportando un herraje de tensión tipo D, Gancho Omega, Tromboplatina etc. Una vez ajustado el fleje de acero se guillotina esta cinta y se asegura con la hebilla presionando sus seguros con martillo. De esta forma queda asegurado

la primera ferretería al poste.

Figura 57

Zunchadora y martillo



Fuente: Elaboración propia

3.5.1.2. POLEAS: Conocido también como roldanas, se usan para poder desplegar la fibra óptica y de esta manera esta solo se desplace sobre la rueda giratoria, generalmente ADSS y para nuestro caso usamos fibra de ADDS de 144 hilos SPAN 100.

Figura 58

Polea de aluminio, 5", 0.4 ton. De capacidad



Fuente: Elaboración propia

3.5.1.3. PORTABOBINA: Así como se ve en la figura sobre esta estructura se monta el carrete de fibra óptica que tiene por lo general 4000 metros. La portabobina se remolca con un vehículo para trasladar.

Figura 59

Portabobina de fibra óptica



Fuente: Elaboración propia

3.5.2. FERRETERIA: Entre ellas tenemos:

3.5.2.1. HEBILLAS: Fabricadas de acero inoxidable, su función es asegurar el fleje de acero, existen medias de 1/2 , 3/4, 5/8. Para nuestro caso usamos 5/8 tanto en hebillas y fleje de acero.

Figura 60

Hebilla de 5/8

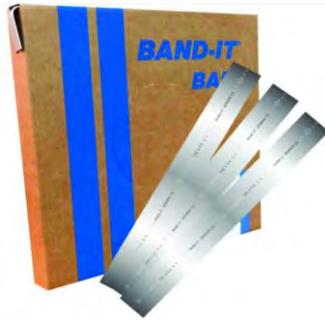


Fuente: Gabina band-it

3.5.2.2. FLEJE DE ACERO INOXIDABLE: Fabricado con acero inoxidable, cuya función es sujetar la ferretería seleccionada al poste, al igual que las hebillas viene de diferentes medidas

Figura 61

Fleje de acero inoxidable



Fuente: Página band it

3.5.2.3. HERRAJE DE TENSION TIPO D(CLE) Y AISLADOR: El herraje de Tensión tipo D es fabricado con acero galvanizado, por lo cual tiene gran resistencia a las condiciones extremas del clima como la corrosión, la humedad, lluvia, incorpora un mecanismo de seguridad que no permite que el abandono del perno de la posición de sujeción. Este componente se instala al poste con hebillas y fleje metálico.

Figura 62

Herraje de tensión tipo d y aislador cerámico



Fuente: Elaboración propia

3.5.2.4. GANCHO OMEGA: Este componente se instala en el poste y posteriormente se sujeta sobre esta la FIBRA DROPS o PRECONECTORIZADO.

Figura 63

Gancho omega

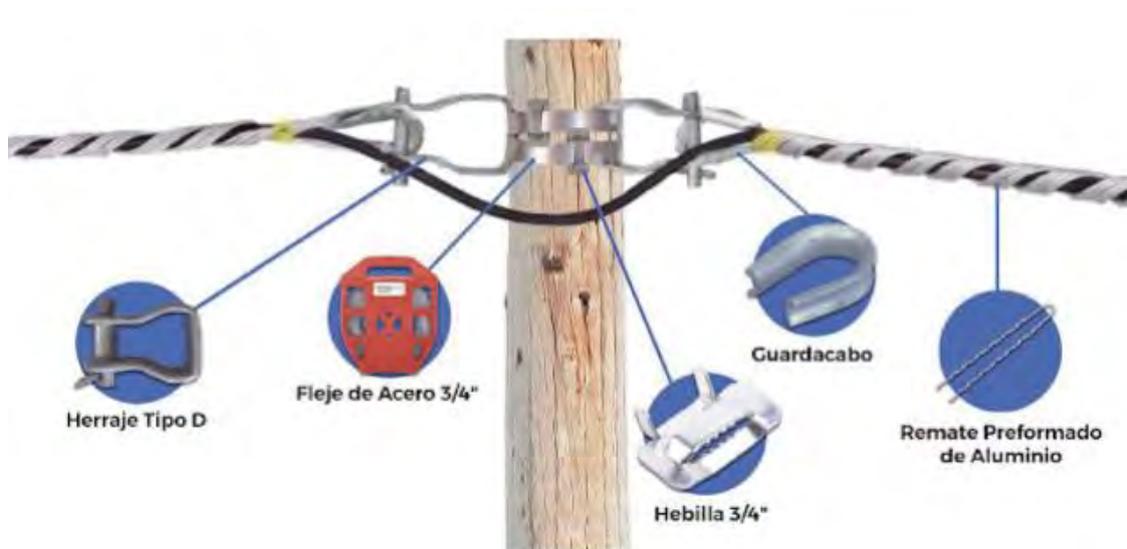


Fuente: Elaboración propia

3.5.2.5. PREFORMADOS: Una vez instalado los herrajes de tensión tipo D, se instala los preformados de tal manera que sujeta la fibra óptica ADSS.

Figura 64

Preformado y demás ferrería



Fuente: Syscomblog, (2022)

CAPITULO IV: IMPLEMENTACION Y CALCULO DEL PRESUPUESTO OPTICO DEL PLANO CZSJ016 (AMERICA MOVIL)

4.1. DATOS DEL PLANO CZSJ016

El “CALCULO DEL PRESUPUESTO OPTICO” de una red, viene a ser el cálculo que nos indica el alcance de los equipos activos a utilizar y la atenuación que vamos a tener en conjunto con todos los elementos pasivos que integran mi enlace, por lo que hay un presupuesto de potencia y un presupuesto de pérdida.

Las actividades en los trabajos de construcción de redes FTTH en el área de PEX (planta externa) son repetitivos. Para lo cual vamos a tomar un plano en el desarrollo de despliegue de fibra óptica drop e instalación de equipos.

PROY.	: CPE0005807
INICIO	: 02OCT22
FIN	: 02NOV22
PLANO	: CZSJ016
LUGAR	: PILLAO MATO – SAN JERONIMO – CUSCO – CUSCO
COORDENADAS	: -13.547295, -71.901903
HHPPs	: 360 (cantidad de usuarios)

Figura 65

Plano CZSJ016 de red FTTH América Móvil

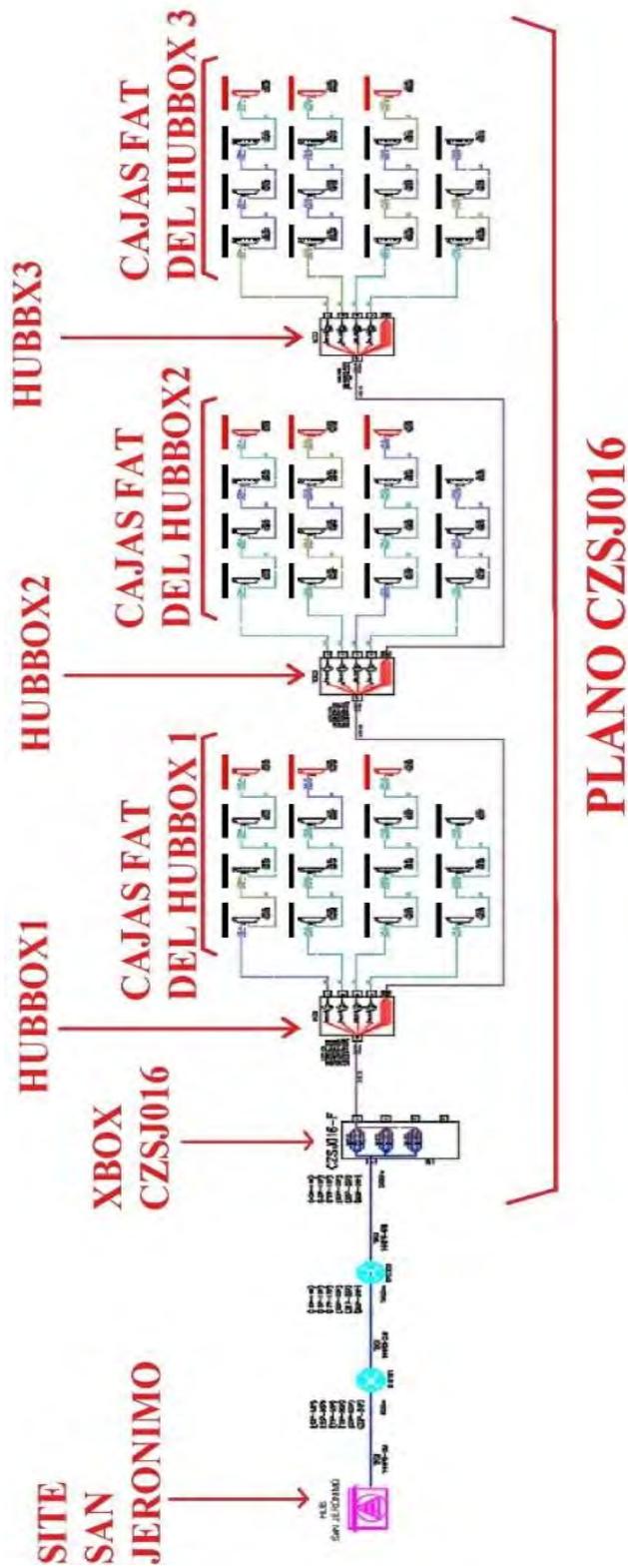


Fuente: América móvil, (s.f.)

Solo por cuestiones de entender el diseño de la red y el CALCULO DE PRESUPUESTO OPTICO adelantaremos el diagrama de bloques donde se muestras la distribución y las cajas FATS a instalarse. En este diagrama de boques se ve la estructura y jerarquía de cómo van instalados los equipos, iniciando en la mufa de sangrado, XBOX, HUBBOX y los FATS, así como las fibras drops.

Figura 66

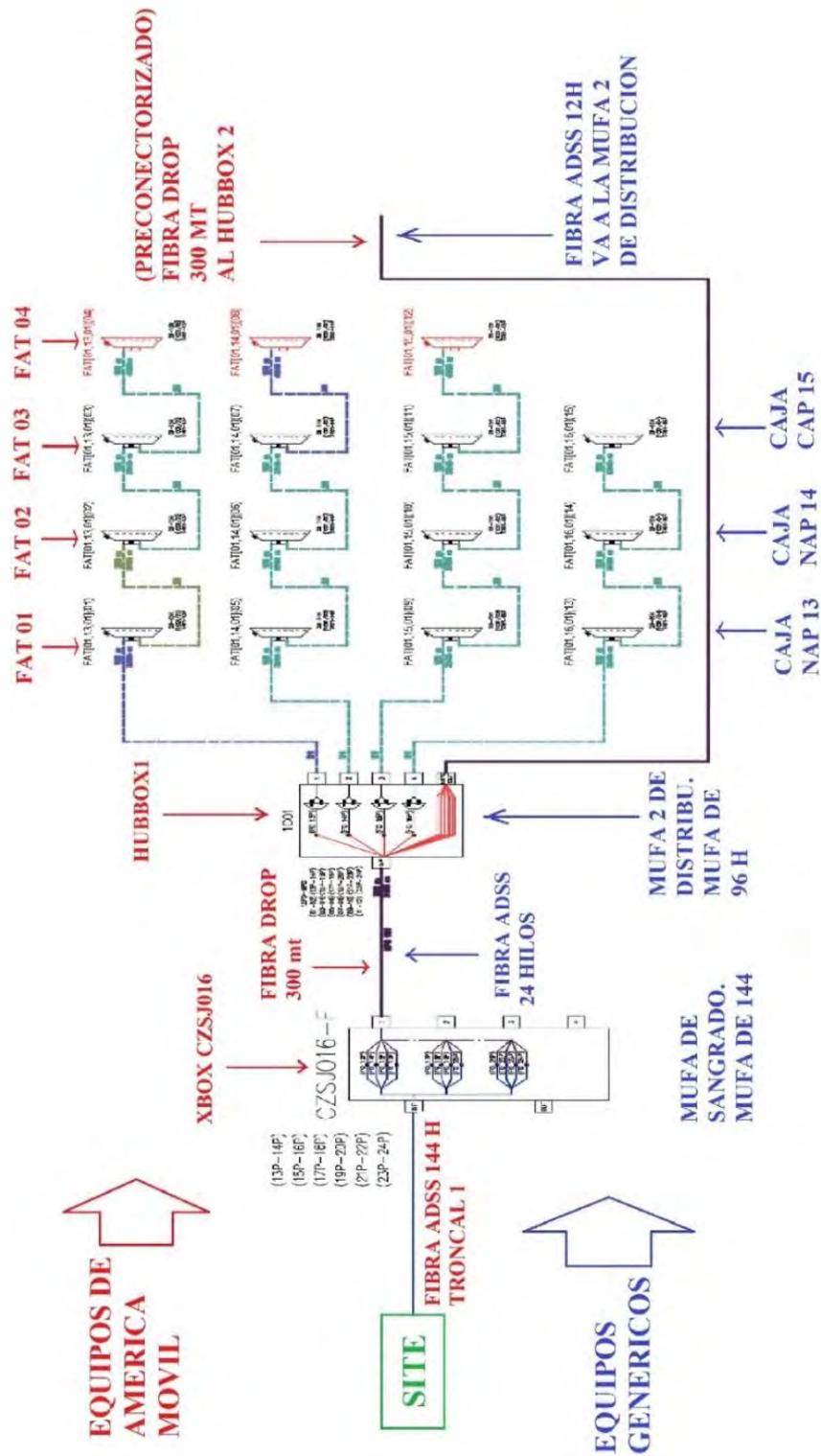
Diagrama de bloques del plano CZSJ016



Fuente: América móvil, (s.f.)

Figura 67

Diagrama de bloques de bloque del HUBBOX 1



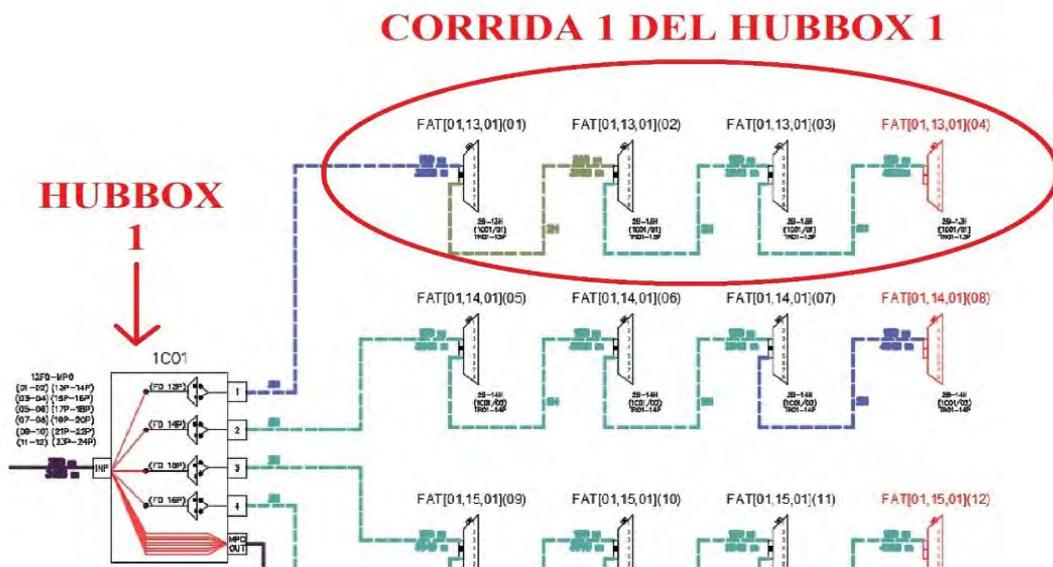
Fuente: América móvil, (s.f.)

4.2. ANALISIS Y CALCULO DEL PRESUPUESTO OPTICO PARA EL FAT 4

En esta parte se analizará la corrida 1 del HUBBOX 1, el cual tiene la corrida de los FATs 1, 2, 3, 4. Se analizará una sola corrida puesto que para las otras el proceso es repetitivo, de igual manera lo es para el HUBBOX2 y HUBBOX 3

Figura 68

Diagrama de la corrida 1 del HUBBOX 1



Fuente: América móvil, (s.f.)

Por cuestiones didácticas aremos dos análisis para la misma corrida.

4.2.1. ANALISIS Y CALCULO DEL PRESUPUESTO OPTICO PARA LA CAJA NAP 4 USANDO COMPONENTES GENERICOS.

Para nuestro caso ubicamos 4 cajas nap distribuidos de tal forma que de cobertura la zona asignada. Obviamente esta CAJA NAP al tener 8 salidas podrá dar servicio a 8 clientes, por tal razón las cajas nap se colocan en lugares y distancias adecuadas.

Figura 69

Distribución de cajas nap 1-2-3-4 en cascada.



Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se observa el inicio del plano que es la Mufa de sangrado, recordemos que aquí llega la Fibra de 144 hilos. Seguidamente a una segunda mufa (Distribución) que contiene un splitter simétrico 1:4, de una de estas salidas se instalan las cajas NAP en cascada, puesto que llevan splitter mixtos.

Figura 70

Zona de cobertura de la caja nap 4

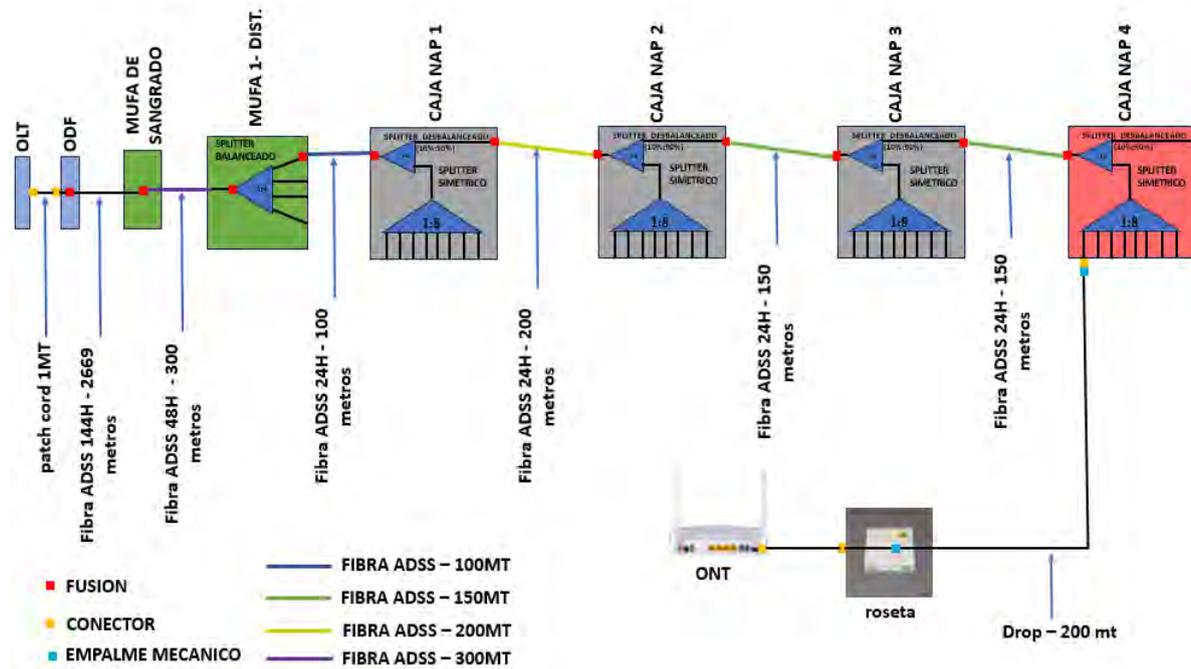


Fuente: Elaboración propia

Recordemos que esta caja NAP, tiene 8 salidas(Usuarios)

Figura 71

Diagrama de bloques para la caja nap 4



Fuente: Elaboración propia

Según este diagrama de bloques de nuestro diseño calcularemos las perdidas por diferentes factores como distancia, fusiones, conectores, empalmes mecánicos y splitters. Así tenemos:

Tabla 10

Tabla de cálculo de pérdida para la caja NAP 4

C+= 5 dBm	TRANSCEIVER	7								
C++= 7 dBm		0.1 dB	0.5 dB	0.3 dB/Km	0.3dB/Km	0.3 dB	DESBALANCEADO	BALANCEADO		
C+++= 8 dBm		FUSIONES	CONECTORES	FIBRA TRONCAL	FIBRA DISTRIBUCION	EMPAL. MECAN.	0.4	3.7 dB	7 dB	10.7 dB
							SPLITTER 1X2	splitter 1x2	splitter 1x4	splitter 1x8
DATOS		11	5	2669	1100	2	4		1	1
PERDIDAS		1.1	2.5	0.8007	0.33	0.6	1.6	0	7	10.7
PERD. TOTAL	24.6307									
POT. EN ONT	-17.6307									

Fuente: Elaboración propia

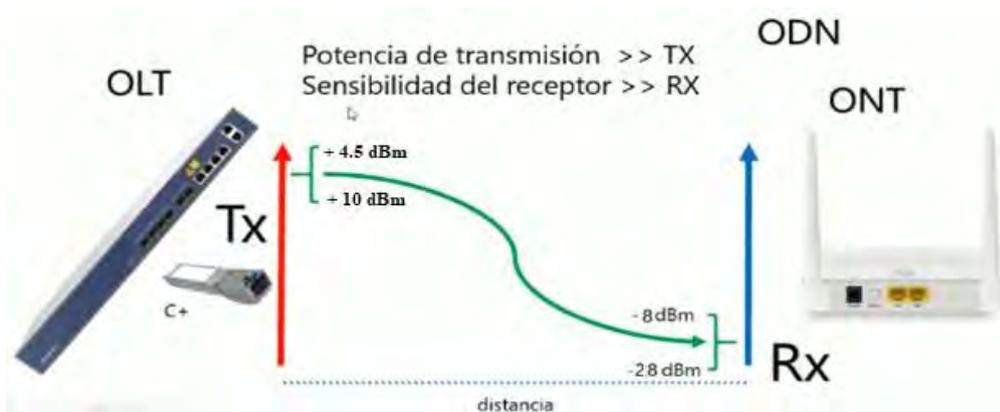
ANALIZANDO:

- Transceiver a usar C++, este emite una potencia de 7dB
- De la anterior tabla podemos ver que la pérdida total en todo el trayecto, desde la salida del TRASCEIVER(PDI) hasta el ONT (cliente) es de -17.6dB
- Debemos poner un margen de reserva por lo cual podemos sumar -1dB
- De lo anterior tenemos PERDIDA TOTAL: -18.6dB.

Si observamos el siguiente diagrama comparando con el valor obtenido:

Figura 72

Conectividad OLT a ONT



Fuente: Tecnolibre, (s.f.)

Nuestro diseño y cálculo de red cumple con la potencia necesaria que debe llegar a la ONT del cliente que es el rango entre -7dBm y -28dBm. Por lo cual tenemos una potencia adecuada y óptima para conectividad OLT y ONT.

4.2.2. ANALISIS Y CALCULO DE PRESUPUESTO OPTICO PARA EL FAT 4

USANDO COMPONENTES PRECONECTORIZADOS (EQUIPOS CLARO)

Nos referimos a la tecnología de equipos preconectorizados de América Móvil esta tecnología usa los ya mencionados XBOX, HUBBOX, FATs y cable drop preconectorizados.

Donde no es necesario la fusión de fibra para la conectividad de equipos, excepto solo al inicio del plano(XBOX). Todo lo demás viene con conectores fáciles en la instalación, pero así mismo las perdidas en estos conectores preconectorizados también es mayor que la fusión.

Para la misma distribución que el anterior, pero con equipo preconectorizados tenemos:

Figura 73

Distribución de cobertura para los fat 1,2,3,4



Fuente: Elaboración propia

Figura 74

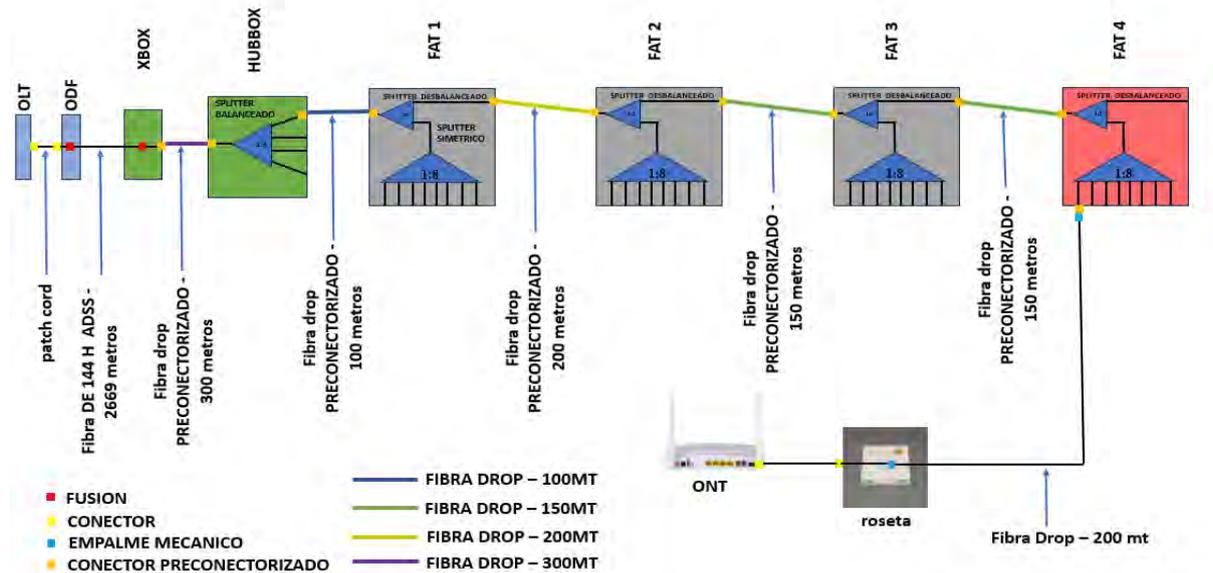
Zona de cobertura de la caja fat 4



Fuente: Elaboración propia

Figura 75

Diagrama de bloques para el fat 4



Fuente: Elaboración propia

Para este caso se observa que tenemos menos fusiones, sin embargo, aumentaron las conexiones conector drop, entonces tenemos en la tabla de cálculo:

Tabla 11

Tabla de cálculo para la caja FAT 4

C+= 5 dBm	TRANSCEIVER	7										
C++= 7 dBm						DESBALANCEADO	BALANCEADO					
C+++= 8 dBm			0.1 dB	0.5 dB	0.3 dB/Km	0.3dB/Km	0.3 dB	0.4	3.7 dB	7 dB	10.7 dB	0.3dB
			FUSIONES	CONECTORES	FIBRA TRONCAL	FIBRA DISTRIBUCION	EMPAL. MECAN.	SPLITTER 1X2	splitter 1x2	splitter 1x4	splitter 1x8	CONECTOR PRECONEC.
	DATOS		2	4	2669	1100	2	4		1	1	11
	PERDIDAS		0.2	2	0.8007	0.33	0.6	1.6	0	7	10.7	3.3
	PER. TOTAL		26.5307									
	POT. EN ONT		-19.5307									

Fuente: Elaboración propia

ANALIZANDO:

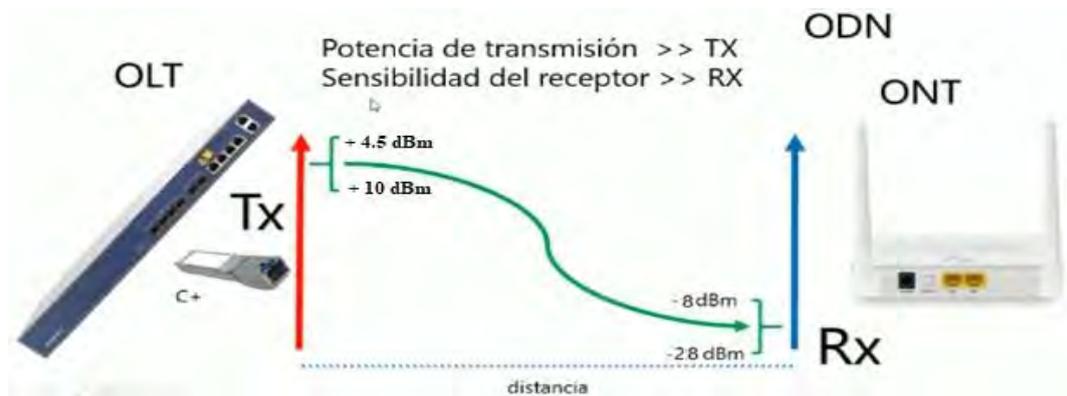
- Transceiver a usar C++, este emite una potencia de 7dB
- Del grafico anterior podemos ver que la pérdida total en todo el trayecto, desde la salida del TRASCEIVER(PDI) hasta el ONT (cliente) es de -19.5dB

- Debemos poner un margen de reserva por lo cual podemos sumar -1dB
- De lo anterior tenemos PERDIDA TOTAL: -20.5dB.

Si observamos el siguiente diagrama podemos ver que nuestro cálculo se encuentra dentro del rango de funcionamiento.

Figura 76

Diagrama de conectividad olt y onu



Fuente: Tecnolibre, (s.f.)

Analizaremos los dos casos para el equipo numero 4 uno de ellos es usando equipos genéricos (CAJA NAP), fusiones, que es la forma en que la mayoría de las ISP (PROVEEDOR DE SERVICIO DE INTERNET) usan, y el otro caso es usando los equipos preconectorizados que usa América Móvil.

4.2.3. ANALISIS Y COMPACION DE LOS DOS CASOS

Tabla 12

Análisis y comparación de los dos casos

ANALISIS PARA EL EQUIPO 4			
CAJA NAP 4		CAJA FAT 4	
POT. EN ONT	-17.6307	POT. EN ONT	-19.53
TOLERANCIA	-1	TOLERANCIA	-1
TOTAL POT.	-18.6307	TOTAL POT.	-20.53

Fuente: Elaboración propia

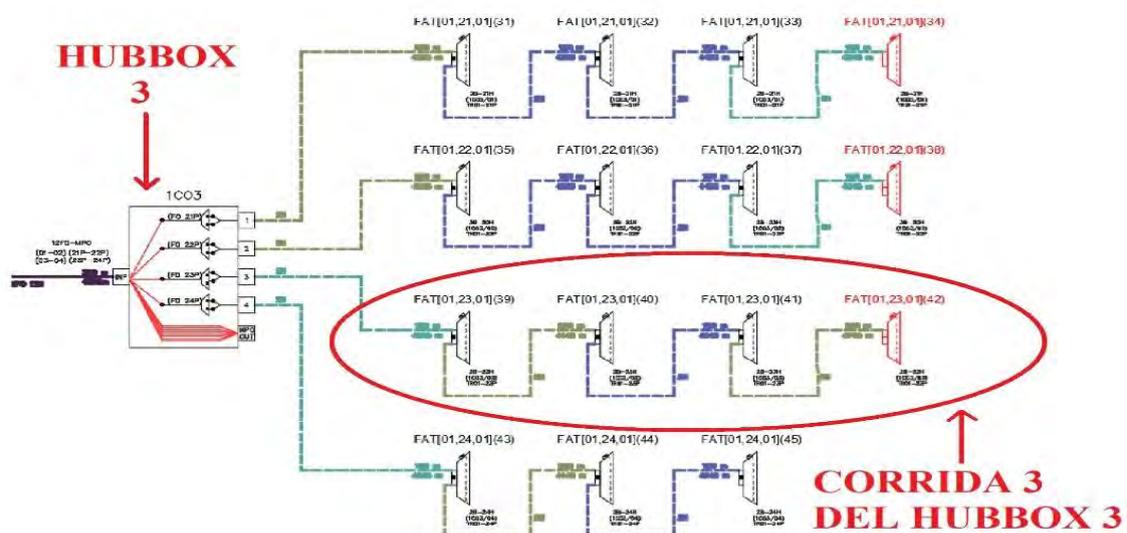
Según el cuadro anterior se puede ver que la menor potencia perdida es cuando se instalan cajas NAP. Y cuando se usan equipos preconectorizados se tiene 2dB mas de perdida. Sin embargo, la ONT recibe una potencia que está dentro del rango de funcionamiento.

4.3. ANALISIS Y CALCULO DE PRESUPUESTO PARA EL FAT 42

Los FATs 39, 40, 41, 42 se encuentran en la corrida 3 del HUBBOX 3.

Figura 77

Corrida 3 del hubbox 3



Fuente: Tecnolibre, (s.f.)

4.3.3. ANALISIS Y CALCULO DEL PRESUPUESTO OPTICO PARA LA CAJA NAP 42 USANDO COMPONENTES GENERICOS.

Para este caso usaremos la MUFA 3 – DISTRIBUCION, de las cuales una de sus corridas llega al extremo más lejano del plano, de esta manera al hacer nuestros cálculos podremos ver la potencia legada a la CAJA NAT 42 y compararlos con los datos obtenidos en la CAJA NAT 4.

Figura 78

Distribución de cajas nap 39, 40, 41, 42 en cascada



Fuente: Elaboración propia

Para poder llegar a la CAJA NAT 42 se incrementa la distancia, básicamente se recorre por dos mufas de distribución, de esta manera se aumenta la distancia de fibra.

Figura 79

Zona de cobertura de la caja nap 42

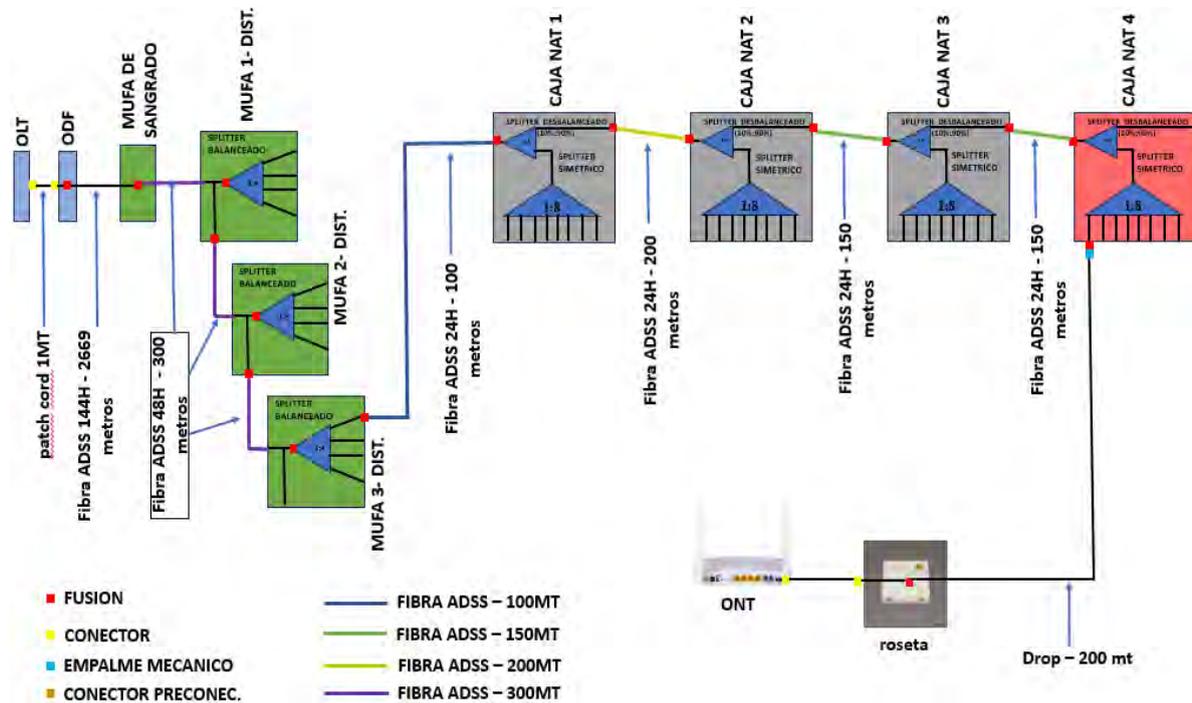


Fuente: Elaboración propia

Tendremos más recorrido de la fibra, pues la caja nat 42 se encuentra al extremo del plano, para ello analizaremos el siguiente diagrama de bloques.

Figura 80

Diagrama de bloques para la caja nat 42



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Tabla de cálculo de presupuesto óptico para la caja NAP 42

C+= 5 dBm	TRANSCEIVER	7										
C+= 7 dBm								DESBALANCEADO		BALANCEADO		
C+++ = 8 dBm			0.1 dB	0.5 dB	0.3 dB/Km	0.3dB/Km	0.3 dB	0.4	3.7 dB	7 dB	10.7 dB	0.3dB
			FUSIONES	CONECTORES	FIBRA TRONCAL	FIBRA DE DISTRIBUCION	EMPAL. MECAN.	SPLITTER 1X2	splitter 1x2	splitter 1x4	splitter 1x8	CONECTOR PRECONEC.
DATOS			15	4	2669	1700	1	4		1	1	
PERDIDAS			1.5	2	0.8007	0.51	0.3	1.6	0	7	10.7	0
PER. TOTAL	24.4107											
POT. EN ONT	-17.4107											

Fuente: Elaboración propia

ANALIZANDO:

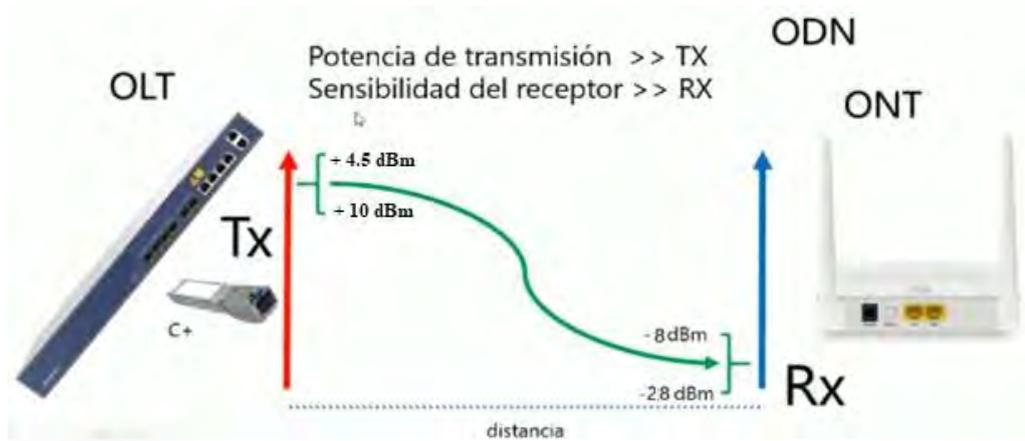
- Transcribir a usar C++, este emite una potencia de 7dB
- Del grafico anterior podemos ver que la pérdida total en todo el trayecto, desde la salida del TRASCEIVER(PDI) hasta el ONT (cliente) es de -17.4dB

- Debemos poner un margen de reserva por lo cual podemos sumar -1dB.
- De lo anterior tenemos PERDIDA TOTAL: -18.4dB.

Si observamos el siguiente diagrama podemos ver que nuestro cálculo se encuentra dentro del rango de funcionamiento.

Figura 81

Diagrama de conectividad OLT y ONT



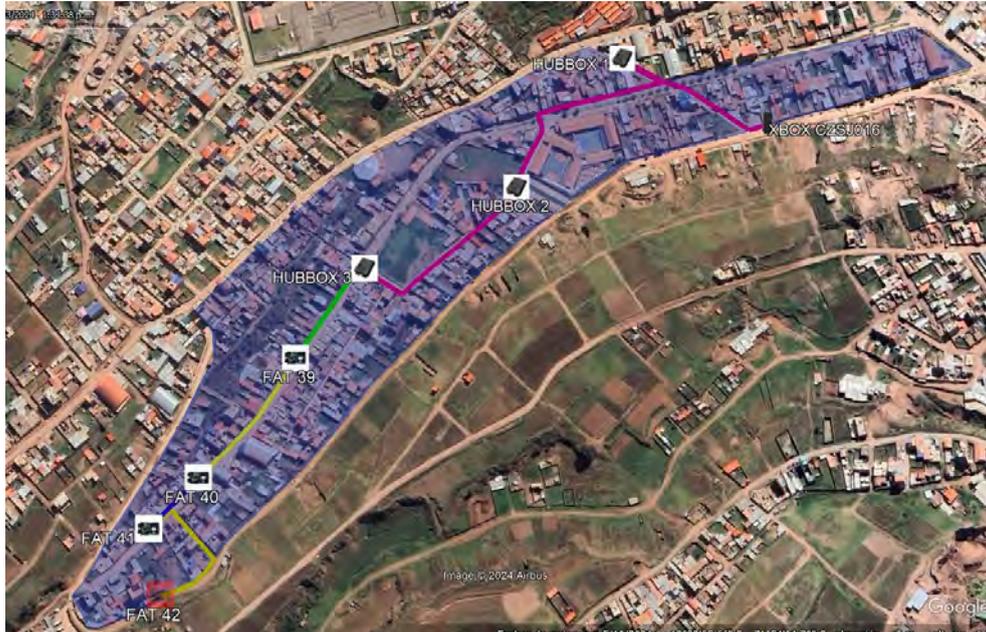
Fuente: Tecnolibre, (s.f.)

4.3.4. ANALISIS Y CALCULO DEL PRESUPUESTO OPTICO PARA EL FAT 42 USANDO COMPONENTES PRECONECTORIZADOS (EQUIPOS CLARO)

Para este caso, así como apreciamos en la figura tenemos que recorrer por el HUBBOX1, HUBBOX2, HUBBOX3 y los FATs 1,2,3 y 4 que se encuentran en cascada. De esta manera llegamos al punto más extremo del plano

Figura82

Distribución de las cajas fat 39, 40, 41 y 42



Fuente: Elaboración propia

Figura 83

Cobertura de la caja fat 42

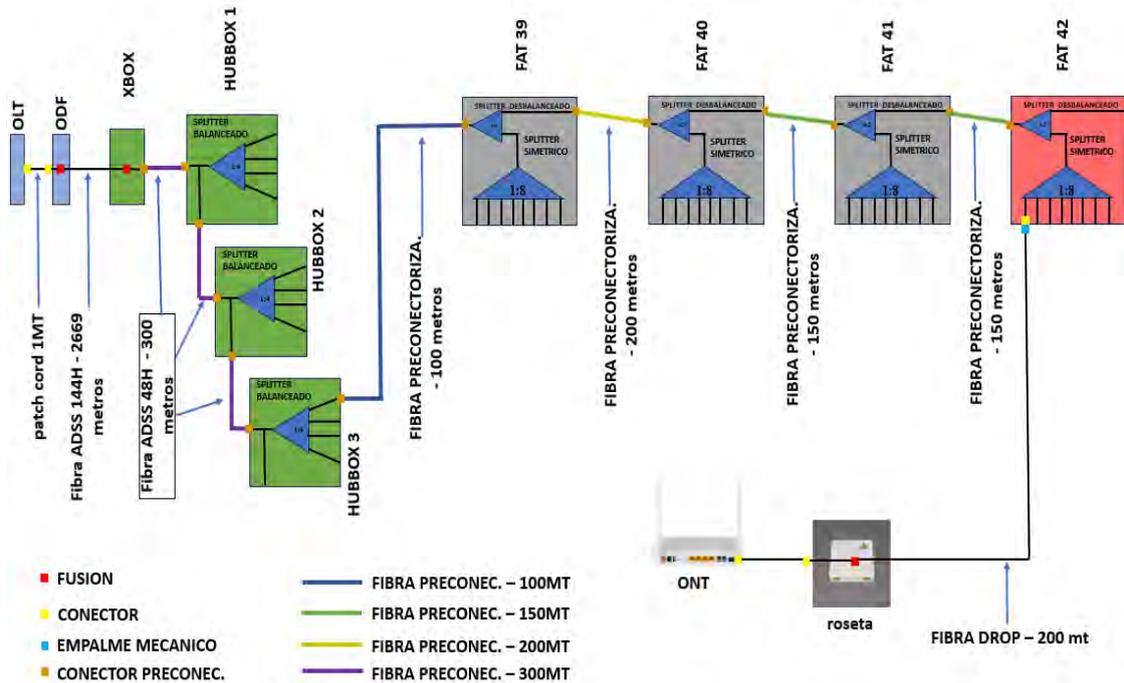


Fuente: Elaboración propia

En el siguiente diagrama pareciera que los HUBBOXs se encuentran en cascada, esto realmente no es así, puesto que la fibra pasa de corrido internamente por solamente conectores (no por splitter o divisores).

Figura 84

Diagrama de bloques para la caja FAT 42



Fuente: Elaboración propia

El hecho de que se la señal emitida por la OLT para llegar a la ONU tenga un recorrido adicional por los HUBBOXs 2 y 3 obviamente incrementa la distancia lineal de la fibra óptica, así tenemos la siguiente tabla de cálculos.

Tabla 14

Tabla de caculos de presupuesto óptico para el fat 42

DATOS	DESBALANCEADO					BALANCEADO				
	0.1 dB	0.5 dB	0.3 dB/Km	0.3dB/Km	0.3 dB	0.4	3.7 dB	7 dB	10.7 dB	0.3dB
PERDIDAS	FUSIONES	CONECTORES	FIBRA TRONCAL	FIBRA DISTRIBUCION	EMPAL. MECAN.	SPLITTER 1X2	splitter 1x2	splitter 1x4	splitter 1x8	CONECTOR PRECONEC.
	3	5	2669	1700	1	4		1	1	14
	0.3	2.5	0.8007	0.51	0.3	1.6	0	7	10.7	4.2
PER. TOTAL	27.9107									
POT. EN ONT	-20.9107									

Fuente: Elaboración propia

ANALIZANDO:

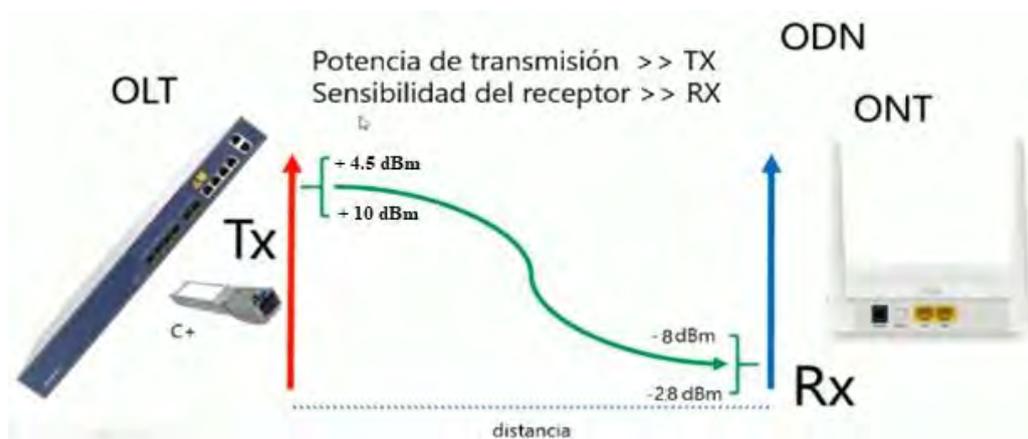
- Transceiver a usar C++, este emite una potencia de 7dB

- Del grafico anterior podemos ver que la pérdida total en todo el trayecto, desde la salida del TRASCEIVER(PDI) hasta el ONT (cliente) es de -20.9dB
- Debemos poner un margen de reserva por lo cual podemos sumar
 - -1dB.
- De lo anterior tenemos PERDIDA TOTAL: -21.9dB.

Si observamos el siguiente diagrama podemos ver que nuestro cálculo se encuentra dentro del rango de funcionamiento.

Figura 85

Diagrama de conectividad olt y onu



Fuente: Tecnolibre, (s.f.)

Analizaremos los dos casos para el equipo numero 4 uno de ellos es usando equipos genéricos (CAJA NAP), fusiones, que es la forma en que la mayoría de las ISP (PROVEEDOR DE SERVICIO DE INTERNET) usan, y el otro caso es usando los equipos preconectorizados que usa América Móvil.

4.3.5. ANALISIS Y COMPARACION DE LOS DOS CASOS

Tabla 15

Análisis y comparación de los dos casos

ANALISIS PARA EL EQUIPO 42			
CAJA NAP 42		CAJA FAT 42	
POT. EN ONT	-17.41	POT. EN ONT	-20.91
TOLERANCIA	-1	TOLERANCIA	-1
TOTAL POT.	-18.41	TOTAL POT.	-21.91

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro anterior se puede ver que la menor potencia perdida es cuando se instalan cajas NAP. Y cuando se usan equipos preconectorizados se tiene 3.5dB más de perdida. Sin embargo, la ONT recibe una potencia que está dentro del rango de funcionamiento.

CAPITULO V: COSTOS DE IMPLEMENTACION

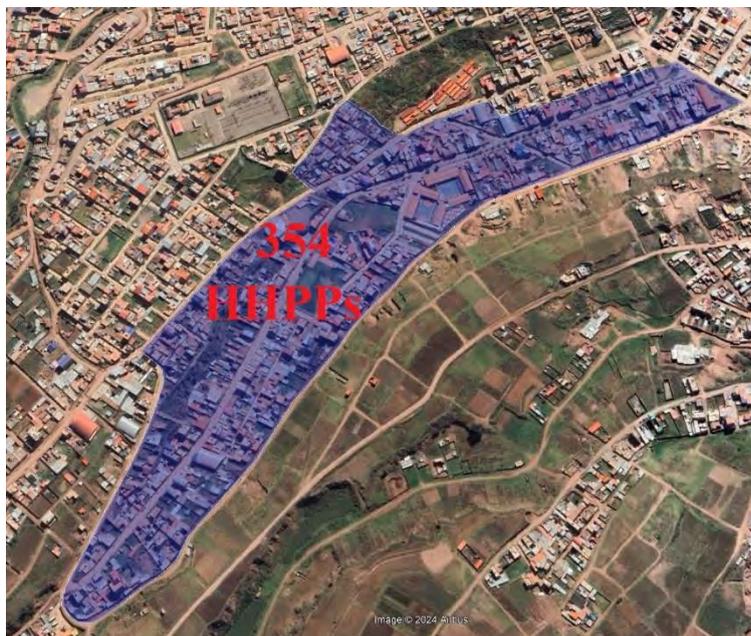
5.1 RECOPIACION DE INFORMACION DE CANTIDAD DE RESIDENCIAS EN EL PLANO CZSJ016

En este proceso se obtiene el total de residencias existentes en el plano, este proceso que ya fue mencionado en el apartado 3.2.2 (ANALISIS DE CLIENTES POTENCIALES). Al momento de realizar esta recopilación de datos se toma en cuenta la cantidad de medidores existentes por lote, es decir que en un lote puede existir dos familias por lo tanto el lote se cuenta como 2R (dos residencias), es así que en el plano seleccionado se obtuvo un total de 354 residencias ósea 354 potenciales clientes ó HHPPs(Home Pass).

Todo calculo económico se hará mención en moneda nacional(SOLO PERUANO).

Figura 86

Cantidad de residencias del plano CZSJ016



Fuente: *Elaboración propia*

Se sabe que cada caja FAT tiene 8 salidas por lo tanto con una simple división tenemos $354/8$ igual a 44.2 llevando este valor al inmediato superior tendríamos por instalar 45 cajas

FAT, cajas que serán distribuidas de tal forma que se cubrirá todo el plano. Estas cajas FAT ya lo vimos en la figura 64, el cual lo volvemos a ver mencionando equipos genéricos.

Figura 87

Equipos pasivos del plano CZSJ016



Fuente: América Móvil

5.2 CALCULO DE PRESUPUESTO ECONOMICO PARA LA CONSTRUCCION DEL PLANO CZSJ016

- De la figura anterior y la figura 80 podemos ver que se usa 01 MUFA de sangrado (de 144 hilos) el cual no lleva splitter, la acción en esta mufa es un empalme directo.
- De la figura anterior y la figura 80 encontramos que se usa 03 mufas de distribución (de 96 hilos) y cada mufa lleva un splitter simétrico 1:4.
- De la figura anterior y la figura 80 encontrar que el plano tiene 45 cajas NAP y cada una de estas lleva un splitter no balanceado 1:2 y un splitter simétrico 1:8.
- De la figura 81 vemos que se usaron 2669 metros de fibra óptica de 144 hilos.
- De la figura 81 vemos que se usaron 1700 metros de fibra óptica de distribución el cual usaremos fibra óptica de 96 hilos.
- De la tabla 6 vemos que tenemos proyectados 4 crucetas.

- Del plano designado por CICSA PERU SAC CZSJ016 se observa que se tienen proyectados usar 139 postes eléctricos. Cada poste posee 2 herrajes de tensión, 2 aisladores, 2 preformados de 96 hilos 2 hebillas, 1.25 cinta bandi.
- De la tabla 6 vemos que son 63 postes de recorrido por la troncal, además cada poste usa 1.25 metros de cinta bandi, 2 hebillas, 2 aisladores, 2 herrajes de tensión tipo D, 2 preformados para fibra óptica de 144 hilos.

De los cuales tenemos:

Tabla 16

Costo de equipos pasivos y ferretería

COSTO EQUIPOS PASIVOS Y FERRETERIA					
OBSERVACION	DESCRIPCION	CANT.	PRECIO UNI.	TOTAL	
PRECIO POR UNI.	MUFA DE 144 HILOS	1	380	380.00	
PRECIO POR UNI.	MUFA DE 96 HILOS	3	350	1,050.00	
PRECIO POR UNI.	CAJAS NAP	45	45	2,025.00	
PRECIO POR UNI.	SPLITTER SIMETRICO 1:4	3	15	45.00	
PRECIO POR UNI.	SPLITTER NO SIMETRICO 1:2	45	15	675.00	
PRECIO POR UNI.	SPLITTER SIMETRICO1:8	45	35	1,575.00	
UNI. BOBINA	FIBRA OPTICA 144 HILOS	4000	6	24,000.00	
UNI. BOBINA	FIBRA OPTICA DE 96 HILOS	4000	3	12,000.00	
	CRUCETAS	4	35	140.00	
PLANO CZSJ016		HERRAJE DE TENSION TIPO D	278	3	834.00
		AISLADOR	278	3.5	973.00
	30 MT POR UNI.	CINTA BANDI 5/8	6	180	1,080.00
	CAJA DE 100 UNI.	HEBILLAS 5/8	3	140	420.00
		PREFORMADO/ 96 H	278	7	1,946.00
TRONCAL		HERRAJE DE TENSION TIPO D	126	3	378.00
		AISLADOR	126	3.5	441.00
		CINTA BANDI 5/8	3	180	540.00
		HEBILLAS 5/8	2	140	280.00
		PREFORMADO /144 H	126	15	1,890.00
				50,672.00	

Fuente: Elaboración propia

Así mismo tenemos otros gastos como el de EPPs y herramientas en este punto tomaremos la opción de adquirir una maquina fusionadora (ANEXO D)nueva en marca SUMITOMO t-400S, Un OTDR en marca EXFO 730c-sm2, estos dos equipos son muy importantes y por las marcas equipos robustos y cuyas características podemos ver en su datasheet (ANEXO E)

Tabla 17

Costo de instrumentos, herramientas y EPPs

HERRAMIENTAS Y EPPs				
OBSERVACION	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNI.	TOTAL
NUEVO	MAQUINA FUSIONADORA	1	30000	30,000.00
NUEVO	OTDR	1	16650	16,650.00
NUEVO	POWER METER	1	1500	1,500.00
PARA 4 TECNICOS	ZUNCHADORAS	4	580	2,320.00
PARA 4 TECNICOS	MARTILLOS	4	20	80.00
PARA 7 TECNICOS	ARNES DE CUERPO ENTERO	4	400	1,600.00
PARA 7 TECNICOS	EPPS	7	250	1,750.00
				53,900.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Costo de personal y movilidad

LOGISTICA					
DESCRIPCION	CANT.	PRECIO POR DIA	TOTAL POR DIA	TOTAL DIAS	TOTAL
TECNICOS	7	100	700	7	4,900.00
JEFE DE CUADRILLA	1	100	100	7	700.00
MOVILIDAD	1	100	100	7	700.00
OTROS	1	20	20	7	140.00
					6,440.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 hacemos mención del personal a laborar en la construcción del plano, cuando se indica que se tiene 7 técnicos debemos aclarar que 4 de ellos hará trabajos en altura usando una escalera telescópica de fibra y 3 técnicos asistiendo a los que se encuentran en las escaleras.

Tabla 19

Costo total

COSTO EQUIPOS PASIVOS Y FERRETERIA	50,672.00	111,012.00
HERRAMIENTAS Y EPPs	53,900.00	
PRECIO POR DIA	6,440.00	

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 14 podemos observar el costo total de la construcción a todo costo que es de 111,012.00(Ciento Once Mil Doce con 00/100 soles). Una vez activado el plano, quiere decir que el plano esta operativo para que el área de IN HOUSE pueda hacer sus instalaciones. Podemos simular que el 30% de usuarios tomaron el servicio de esta nueva red, tendríamos.

5.3 VIABILIDAD ECONOMICA

En este punto veremos que tan viable económicamente es construir este plano.

Cuando se liberan planos, es decir el área de PEX termina y entrega operativo la red a la ares de instalaciones, se tiene caso que casi desde la primera instancia se cubren el 30% de abonados ó clientes. Para este caso si la red se construyo como ya hicimos mención para 360 clientes, pero de los cuales solo 108(30%) tomara los servicios.

Tabla 20

Cálculo del ingreso en bruto mensual

30% de Residencias		
CANT. CLIENTES	COSTO SERVICIO	INGRESO BRUTO MENSUAL
108	60	6,480.00

Fuente: *Elaboración propia*

Esto es un promedio indistintamente del lugar donde se construye el plano.

De la tabla 20 tenemos 6480.00(Seis Mil Cuatrocientos Ochenta con 00/100 soles) en bruto de ingreso mensual. Un tema importante es que la empresa eléctrica ELSE (Electro Sur Este S.A.A.) alquila los postes al precio de 7.00 soles mensual. Nosotros hemos utilizado 63 postes en la troncal y 139 postes en el plano CZSJ016 haciendo un total de 202 postes, esto multiplicado por 7.00 nos sales un total de 1414.0 de pago mensual a la empresa eléctrica ELSE. Así vemos la siguiente tabla.

Tabla 21

Calculo de ingreso liquido mensual

INGRESO BRUTO MENSUAL	6,480.00
ALQUILER POSTES	-1,414.00
INGRESO INCLUIDO IGV	5,066.00
IGV	-772.78
LIQUIDO	4,293.22

Fuente: *Elaboración propia*

Tener en cuenta que los tres primeros meses son para el pago por instalación y costeo de la ONT en el cliente. Quiere decir que a partir del 4to mes será recién ingreso liquido par poder recuperar la inversión. Así tenemos 111,012.00 entre 4,293.22 son 25.9 meses más tres meses gastos de instalación tendríamos 28.9 meses en el cual se podrá recuperar la inversión. POR TANTO DEDUCIMOS QUE SI ES VIABLE LA INVERSION A LARGO PLAZO, pues de allí en delante todo será ganancia.

CONCLUSIONES

1. Se logro precisar el desarrollo del cálculo del presupuesto óptico para el diseño y construcción de las redes FTTH en el distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco.
2. Pudimos explicar el proceso de pérdidas y atenuaciones en la señal de la fibra óptica por las diferentes circunstancias como distancia, fusiones, conectores, etc.
3. Con los procesos explicados se logró describir el proceso del levantamiento de información de la zona de Pillao Matao del distrito de San Jerónimo en la ciudad del Cusco.
4. Se indico el proceso de cálculo del presupuesto óptico a ser usado en la zona de estudio Pillao Mato del distrito de San Jerónimo en la ciudad del Cusco.
5. Describimos la forma y ruta de despliegue de la fibra óptica ADSS, DROP y zona de instalación de los equipos pasivos en la zona de estudio, así como la estimación de costos de la construcción de esta red FTTH.

RECOMENDACIONES

1. En la instalación de ferretería, fibras ópticas, equipos pasivos, debemos tomar en cuenta los procedimientos técnicos recibidos en la capacitación así como también las recomendaciones del fabricante.
2. Es necesario seguir realizando los trabajos de diseños e implementación de nuevas redes, esto para poder lograr la conectividad al internet deseada por todas las personas.
3. Se recomienda tener cuidado o usar una fibra óptica drop mas resistente, esta observación se da porque una activado el plano el área e mantenimiento realiza muchos mantenimientos correctivos, se debe a que la fibra drop es muy delicado.
4. Hacer uso adecuado de los equipos de fusión y medición, tener cuidado con las caídas, golpes, humedad. Además de realizar la calibración anual correspondientes.
5. Por temas de seguridad del personal, siempre tener en cuenta el uso correcto de EPPs así como las charlas de seguridad correspondientes, porque los trabajos a realizarse son trabajos en altura en postes energizados.

REFERENCIAS

- MINTIC, (2021) ABC De La Fibra Óptica. Recuperado de
<https://mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-article-5342.html>
- ZMSCABLES, (s.f.) La Increíble Historia De La Fibra Óptica. Recuperado de
<https://zmscables.es/historia-de-fibra/>
- GARCIA, J. (2023, 27 de Marzo) Redes FTTH Características y Diseño. Recuperado de
<https://todofibraoptica.com/redes-ftth-caracteristicas-y-diseno/>
- HERMOSILLO, F.(2022, 3 de Septiembre) Redes FTTx. Recuperado de.
<https://www.syscomblog.com/2022/09/redes-fttx-cuando-elegir-una-red.html>
- BLACKBOX, (s.f.) Diferencia Entre Fibra Multimodo y Monomodo. Recuperado de
<https://www.blackbox.com.mx/mx-mx/page/28535/Recursos/Technical>
- FONCENTER, (7 de Septiembre). Empalme de Fibra Optica. Recuperado de
<https://focenter.com/es/blog/empalme-de-cable-de-fibra-%C3%B3ptica-explicado>
- UIT, (s.f.) Manual para el curso de Redes y Enlaces de Fibra Optica
<https://instituto.brainamics.cl/wp-content/uploads/2019/07/Leccion-04.pdf>
- FIBRAMERICA. (2023) La Fibra Óptica es la opción predominante
<https://es.linkedin.com>
- IPTEL (2016) ¿Qué es TFFH o fibra hasta el hogar?
<https://www.iptel.com.ar/que-es-ftth-o-fibra-al-hogar/>
- MULTIPLAY (s.f.) Caja de empalme(mufa)
<https://www.multipplay.com.pe/producto>
- ASELCOM. (s.f.) ODF (optical distribution frame)
<https://aselcom.com/414-odf-optical-distribution-frame>

XATAKA, (2018). Diferencias entre un Hub, Switch y Router

<https://www.xataka.com/basics>

MEFIBEROPTIC, (2020) Atenuaciones en la fibra óptica

<https://www.mefiberoptic.com>

ROCHELEAU, GODUCO (2020) Conceptos básicos de empalme por fusión.

<https://www.focenter.com>

BLACKBOX, (s.f.) Cable de Fibra monomodo y multimodo. Recuperado de

<https://www.blackbox.com.mx>

IMPORFIBER, (s.f.). Cable de Fibra Optica Drop

<https://www.importfiber.com/producto/cable-de-fibra-optica-drop-4-hilos/>

SYSCOMBLOG, (2023). Redes FTTx . Recuperado de

<https://www.syscomblog.com/2022/09/redes-fttx-cuando-elegir-una-red.html>

TODOFIBRAOPTICA, (2023). Redes FTTH características y diseño. Recuperado de

<https://www.todofibraoptica.com/redes-ftth-caracteristicas-y-diseno/>

MINTIC, (s.f.). ABC de la fibra óptica

<https://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-article-5342.html>.

OPTRONIC, (2021). Breve historia de la Fibra Optica

<https://optronics.com.mx/conectividad/views/blog/detalle/103-breve-historia-fibra-optica>

FIBREMEX, (2021). Breve historia de la fibra óptica. Recuperado de

<https://fibremex.com/fibra-optica/views/Blog/detalle.php?id=103&nom=breve->

historia-fibra-optica

América Móvil, (s.f.). Planos del proyecto CPE0005807. Recuperado de

<http://www.americamovil.com>

FTTH COUNCIL, (2017). Handbook FTTH Council Arquitectura de Red. Recuperado de

<http://www.ftthcouncil.org>

GEO TRACKER, (s.f.). Aplicación para la toma de coordenadas en campo. Recuperado de

<http://www.geotracker.com>

HUAWEI, (2024). Ficha técnica de la OLT Huawei EA5800 X2 y del transceiver C++.

Recuperado de <http://www.huawei.com>

HUAWEI, (s.f.). Especificaciones técnicas de transceivers y OLT. Recuperado de

<http://www.huawei.com>

ESCALLON, J. (2018). Topología de una red FTTH. Recuperado de

<http://www.escalon.com>

MEFIBEROPTIC, (2020). Pérdidas en la fibra óptica por tipo. Recuperado de

<http://www.mefiberoptic.com>

MOOC UC, (2020). Atenuación intrínseca y extrínseca en la fibra óptica. Recuperado de

<http://www.moocuc.com>

OSIPTEL, (2020). Informe sobre el crecimiento de las líneas de internet fijo. Recuperado de

<http://www.osiptel.gob.pe>

REDES DE ACCESO, (s.f.). Partes de una caja de empalme. Recuperado de

<http://redesdeaccesouisrael.blogspot.com>

TECNOLIBRE, (s.f.). Niveles de funcionamiento de OLT y ONT. Recuperado de

<http://www.tecnolibre.com>

TODOFIBRAOPTICA, (s.f.). Información sobre splitters ópticos. Recuperado de

<http://www.todofibraoptica.com>

TRUPER. (s.f.). Uso del odómetro en mediciones de campo. Recuperado de

<http://www.truper.com>

VOLITION NETWORK, (2001). Detalles de empalmes por fusión. Recuperado de

<http://www.volitionnet.com>

WIN, (s.f.). Descripción de los tipos de fibra óptica. Recuperado de

<http://www.win.com>

BLACKBOX. (s.f.). Clasificación de la fibra óptica. Recuperado de

<http://www.blackbox.com>

CISCO. (s.f.). Información sobre routers Cisco 1841. Recuperado de

<http://www.cisco.com>

TUTORFIBER, (s.f.). Descripción de OLT en redes FTTH. Recuperado de

<http://www.tutorfiber.com>

HDV Fiber, (s.f.). Información sobre terminales de línea óptica (ONT). Recuperado de

<http://www.hdvfiber.com>

KOC, (s.f.). Información sobre pérdidas en splitters ópticos. Recuperado de

<http://www.koc.com>

ANEXOS

A. FOTOGRAFÍAS DE TRABAJOS REALIZADOS.

Figura 88

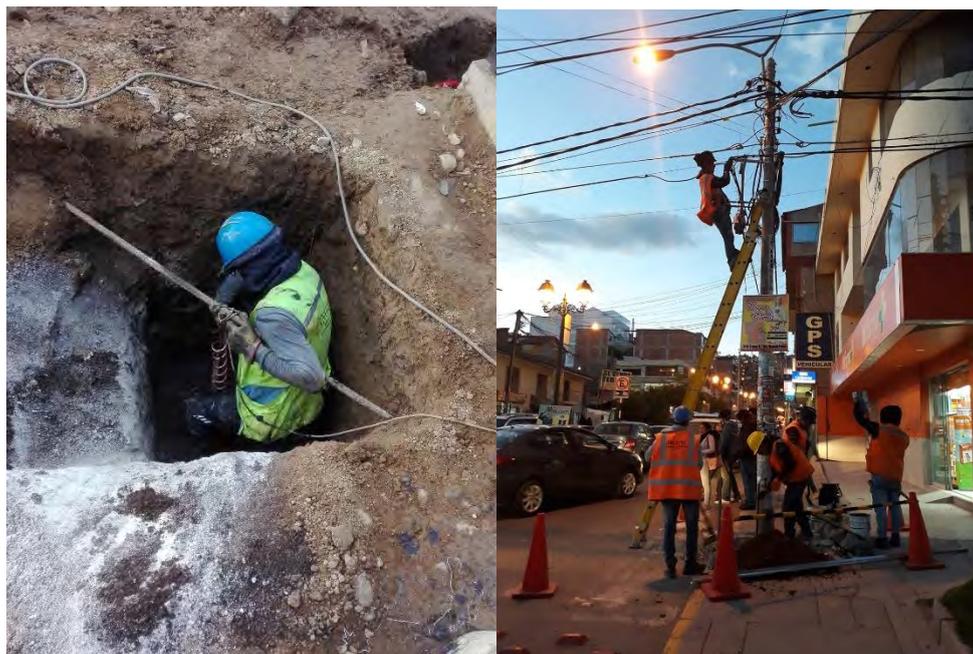
Instalación de postes



Fuente: Elaboración propia

Figura 89

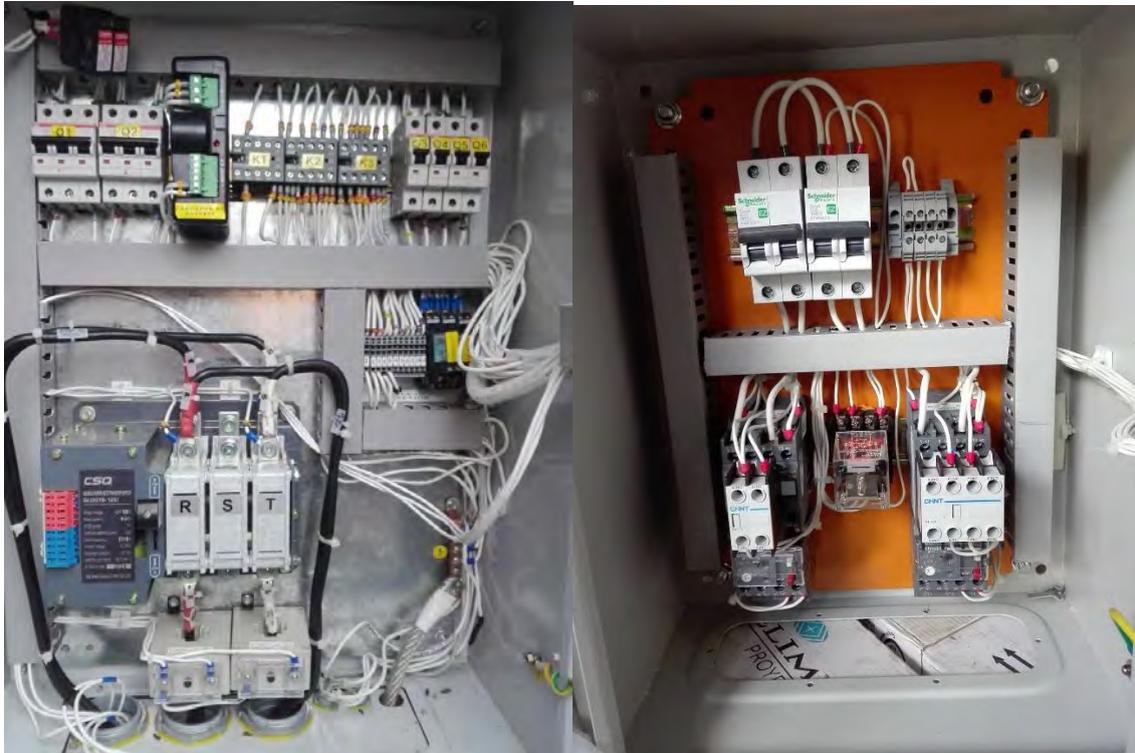
Instalación de pozos a tierra



Fuente: Elaboración propia

Figura 90

Instalación de tableros eléctricos



Fuente: Elaboración propia

Figura 91

Instalación de nodos ópticos en la construcción de redes HFC



Fuente: Elaboración propia

Figura 92

Calibración de nodos ópticos en la construcción de redes FHC



Fuente: Elaboración propia

Figura 93

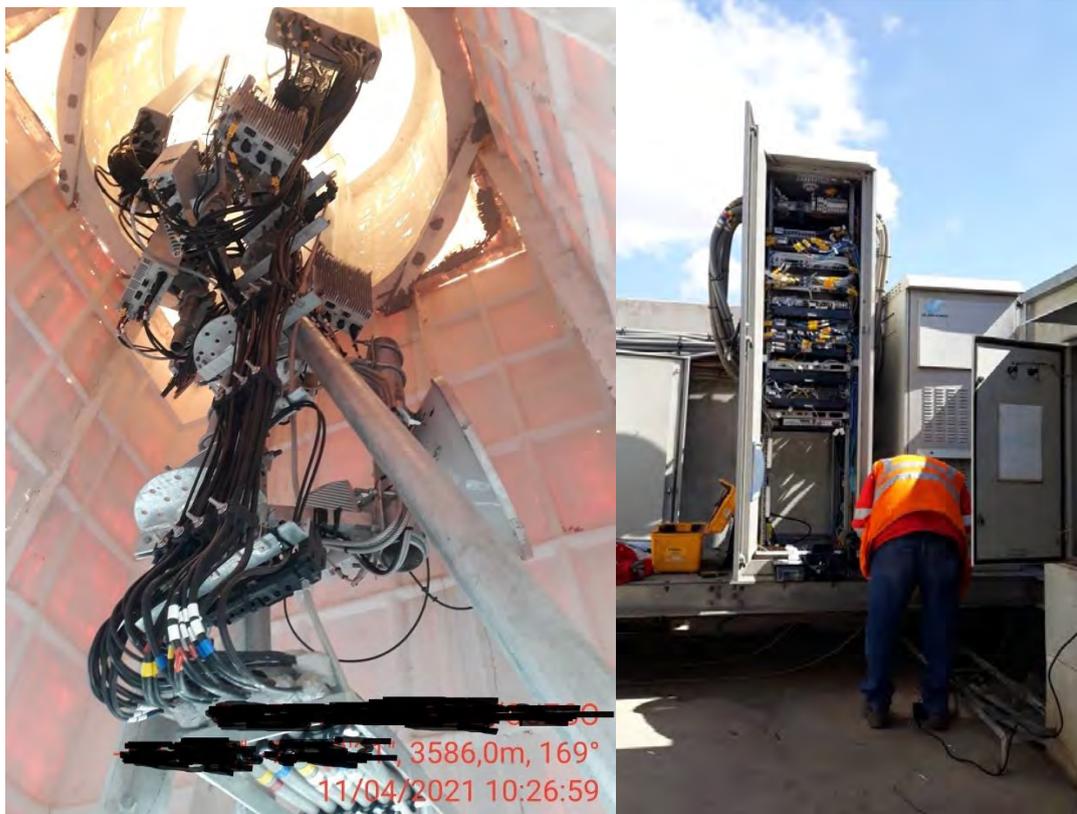
Mantenimiento correctivo de Sites



Fuente: Elaboración propia

Figura 94

Conectividad en instalación corporativa



Fuente: Elaboración propia

Figura 95

Tendido de Fibra Óptica



Fuente: Elaboración propia

Figura 96

Construcción de redes HFC



Fuente: Elaboración propia

Figura 97

Área de instalaciones y mantenimiento domiciliaria



Fuente: Elaboración propia

Figura 98

Instalación del Nat Ninancuyo



Fuente: *Elaboración propia*

B. FOTOS DE RETENIDAS

Figura 99

Retenidas instaladas



Fuente: Elaboración propia

C. FOTO DE SANGRADO

Figura 100

Sangrado de una fibra óptica de 144 H



Fuente: Elaboración propia

D. FOTO MAQUINA FUSIONADORA

Figura 101

Fusionadora Sumitomo Q 102-CA



Fuente: conectronica.com (s.f.)

E. DATASHEET DE MAQUINA FUSIONADORA

Figura 102

datasheet Fusionadora Sumitomo Q 102-CA

Requisito de la fibra óptica

La TYPE-Q102-CA+ puede empalmar los siguientes tipos de fibra óptica.

Material	Sílice
Tipos de perfiles	SMF (ITU-T G.652), MMF (ITU-T G.651), DSF (ITU-T G.653), NZDSF (ITU-T G.655, G.656), BIF (ITU-T G.657), CSF (ITU-T G.654), EDF
Diámetro de la fibra	80 - 150 μ m *1
Diámetro del revestimiento de la fibra	100 - 1,000 μ m
Conteo de fibra	Una fibra
Longitud del corte *2	5 - 16mm *3

*1 Diámetro de fibra, excepto 125 μ m, aplicable solo a temperatura ambiente y altitud 0.

*2 Las fundas protectoras aplicables dependen de la longitud del corte.

*3 Diámetros de revestimiento de más de 250 μ m con longitudes de menos de 8mm requieren portafibras.

Fuente: conectronica.com (s.f.)

Figura 103

datasheet Fusionadora Sumitomo Q 102-CA

Contenido del paquete (ejemplo)

No.	Descripción	Número de pieza	Cantidad
1	Fusionadora	TYPE-Q102-CA+	1
2	Maletín	CC-72	1 pc
3	Batería	BU-16	1 pc
4	Adaptador de CA	ADC-16	1 pc
5	Cable eléctrico	PC-AC <X> *1	1 pc
6	Electrodos de recambio	ER-10	1 par (2 pcs)
7	Cable de USB	—	1 pc
8	Bandeja de enfriamiento	—	1 pc
9	Correa de mano	—	1 pc
10	Guía rápida de uso *2	OME2024009-2	1 pc

*1: X=2 (EE.UU.), X=10 (BRASIL)

*2: Esta es la última versión.

El paquete anterior es un ejemplo. El contenido del paquete depende de las necesidades del cliente.



Fuente: conectronica.com (s.f.)

Figura 104

datasheet Fusionadora Sumitomo Q 102-CA

Nombre de pieza	N.o de pieza	Descripción
Accesorios opcionales para la unidad principal		
Batería	BU-16	Batería de ión litio para TYPE-Q102-CA+
Cable para batería de vehículo	PCV-16	Enchufar en el encendedor de cigarrillos del vehículo para suministrar electricidad a la fusionadora
Adaptador de CA	ADC-16	Adaptador de CA para TYPE-Q102-CA+
Cargador de batería	BC-16	Usar solo la batería BU-16
Tarjeta SD LAN inalámbrica	WLSO-0416	Tarjeta SD LAN inalámbrica dedicada para la TYPE-Q102-CA+
Portafibras:	FHS-025	Para fibra revestida de 0,25mm
	FHS-09	Para fibra revestida de 0,9mm
	FHS-05	Para fibra revestida de 0,5mm
	FHD-1	Para cable de acometida e interior
Herramienta de transferencia	TRT-11	Herramienta de transferencia para cable de acometida y cable de interior pequeño. Evita que el cable se retuerza al transferirlo.
Dispensador	HR-3	Dispensador de alcohol
Herramientas		
Cuchilla para fibra	FC-8R-FC	Diámetro de revestimiento aplicable: 250 - 900µm Diámetro de fibra aplicable: 125µm Cuchilla de repuesto para FC-6R y FC-8R: FCP-20BL(7R) Cuchilla de repuesto para FC-6:FCP-20BL
	FC-8R-F	
	FC-6S(-C)	
	FC-6RS(-C)	
	FC-6S-5C	
Pelacables	JR-M03	Pelacables para una fibra
	JR-25	Pelacables para una fibra
	JR-26-D	Multipelacables para empalme de cables de acometida

■ **Consumibles**

Las fundas protectoras, los electrodos y la batería son consumibles. Para hacer un pedido, contactar al personal de ventas.

Nombre de pieza	N.o de pieza	Descripción	Cantidad
Funda protectora para fibra	FPS-1	Para una sola fibra $\phi 0,25\text{mm} \sim 0,9\text{mm}$ Longitud 60mm, longitud de corte $\leq 16\text{mm}$	50 pcs/paquete
	FPS-40	Para una sola fibra $\phi 0,25\text{mm} \sim 0,9\text{mm}$ Longitud 40mm, longitud de corte $\leq 10\text{mm}$	50 pcs/paquete
	FPS-61-2.6	Para una sola fibra $\phi 0,25\text{mm} \sim 0,9\text{mm}$ Longitud 61mm, longitud de corte $\leq 16\text{mm}$	100pcs/paquete
Funda de protección de la fibra para camisa de cable	FPS-D60	Para cable de acometida, cable de interior pequeño Longitud 60mm, longitud de corte $\leq 10\text{mm}$	25 pcs/paquete
Electrodos	ER-10	Estas piezas se degradan con el tiempo y uso y no pueden reciclarse. Deberán adquirirse recambios.	1 par
Batería	BU-16		1 pc

Fuente: *conectronica.com (s.f.)*

Figura 105

datasheet Fusionadora Sumitomo Q 102-CA



Fuente: conectronica.com (s.f.)

Figura 106
datasheet Fusionadora Sumitomo Q 102-CA

■ Teclado

Las teclas se encuentran en la parte superior de la fusionadora. En la pantalla táctil también hay iconos de LISTO, RESTABLECER Y CALENTAR.



-  **2 Tecla HORNO 2/PILOTO**
Inicia y cancela el ciclo de calor del horno de termorretracción trasero.
-  **1 Tecla HORNO 1/PILOTO**
Inicia y cancela el ciclo de calor del horno de termorretracción frontal.
El piloto se enciende durante el ciclo de calor. Parpadea durante el proceso de precalentamiento.

-  **Tecla de ENCENDIDO**
Enciende y apaga la fusionadora. El piloto se ilumina cuando la fusionadora está encendida.
-  **Tecla de RESTABLECIMIENTO**
Cancela el proceso de empalme. Inicialización.
-  **Tecla de LISTO**
Inicia el proceso de empalme.

■ Horno de termorretracción



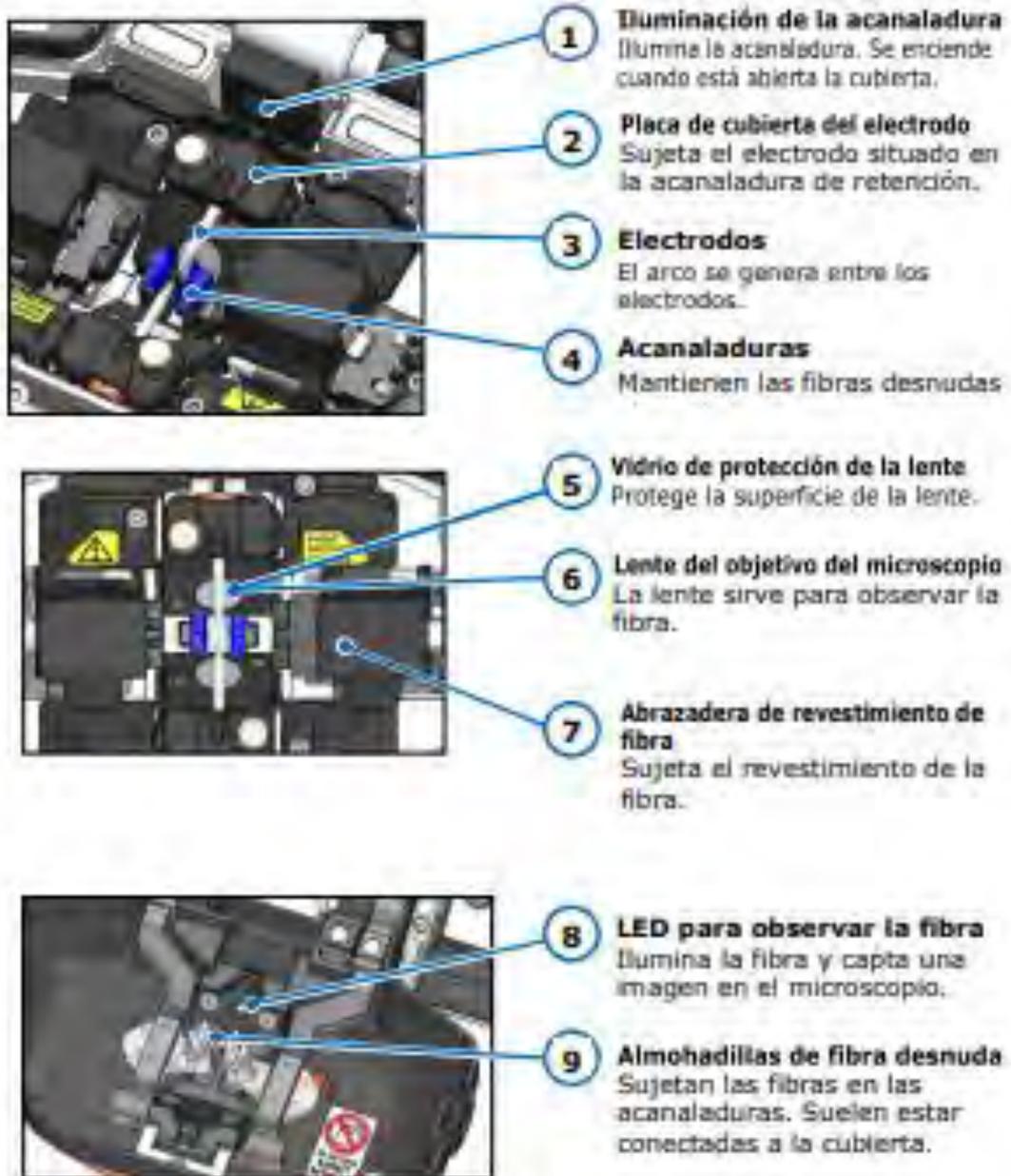
- 1 Plato de calentamiento**
Calienta la funda protectora de la fibra.
- 2 Abrazaderas del horno de termorretracción**
Sujeta las fibras rectas.
- 3 Tapa del horno de termorretracción**
- 4 Palanca de cambio de abrazadera de horno**
Vincula o desvincula las abrazaderas a la tapa.
+P.7-5: Operación de la abrazadera del horno

Fuente: *conectronica.com* (s.f.)

Figura 107

datasheet Fusiónadora Sumitomo Q 102-CA

■ **Acanaladuras, electrodos, otros componentes**

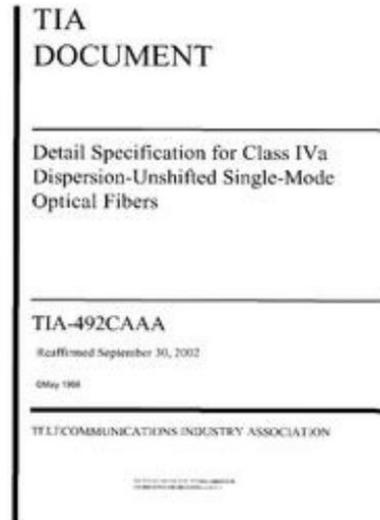


Fuente: conectronica.com (s.f.)

- F. Especificación detallada para fibras ópticas monomodo sin desplazamiento de dispersión de clase IVa

Figura 108

Estándar TIA-492CAAA



Fuente: <https://www.store accuristech.com/standards/>

- G. Especificación detallada para fibras ópticas monomodo sin desplazamiento de dispersión de clase Iva con bajo pico de agua

Figura 109

STÁNDAR TIA-492CAAB



Fuente: <https://www.store accuristech.com/standards/> (s.f.)

- H. Especificación detallada para fibras ópticas multimodo de índice graduado de clase Ia con diámetro de núcleo de 62.5 μm y diámetro de revestimiento de 125 μm

Figura 110

TIA-492AAAA-B

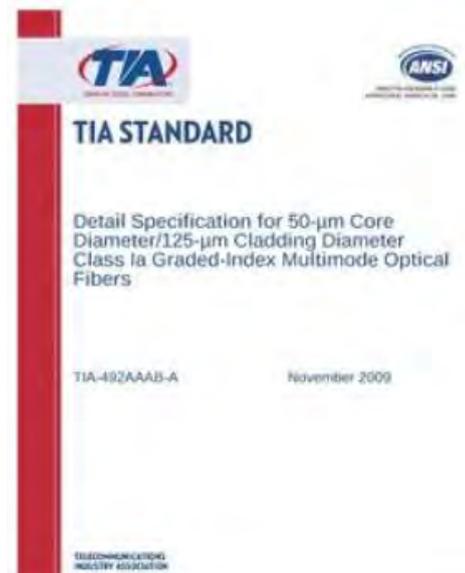


Fuente: <https://www.store accuristech.com/standards/> (s.f.)

- I. Especificación detallada para fibras ópticas multimodo de índice graduado de clase Ia con diámetro de núcleo de 50 μm y diámetro de revestimiento 125 μm .

Figura 111

TIA-492AAAB



Fuente: <https://www.store accuristech.com/standards/> (s.f.)

- J. Especificación detallada para fibras ópticas multimodo de índice graduado de clase Ia, optimizadas para láser de 850 nm, con un diámetro de núcleo de 50 μm y un diámetro de revestimiento de 125 μm , adecuadas para la fabricación de fibra óptica cableada OM4.

Figura 112

TIA-492AAAD



Fuente: <https://www.store accuristech.com/standards/>

- K. Especificación detallada para fibras ópticas multimodo de índice graduado de clase 1a con diámetro de núcleo de 50 μm y diámetro de revestimiento de 125 μm con características de ancho de banda optimizadas por láser especificadas para multiplexación por división de longitud de onda

Figura 113

TIA-492AAAE

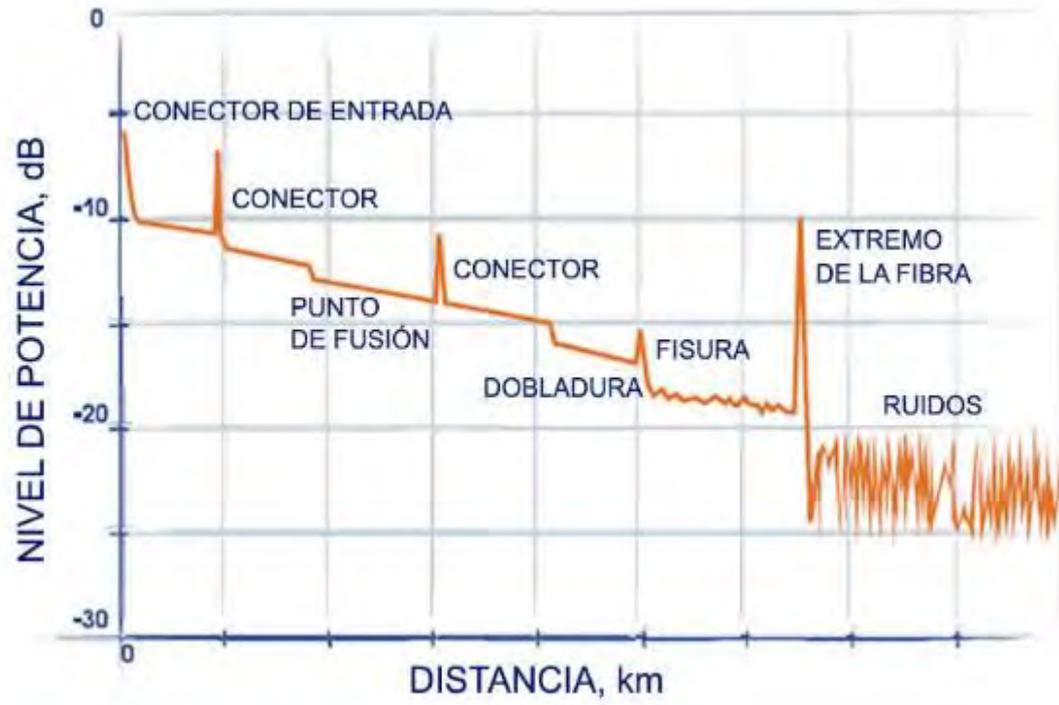


Fuente: <https://www.store accuristech.com/standards/> (s.f.)

L.

Figura 114

Medición Reflectométrica de una troncal de fibra óptica



Fuente: <https://toolboom.com> (s.f.)