



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA RED
DE ACCESO FTTH CON TECNOLOGÍA
GPON PARA LA URBANIZACIÓN LAS
AGUITAS ESTADO CARABOBO**

Autores
Balza Luis
Figueroa Anderson

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ FACULTAD DE
INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA DE
TELECOMUNICACIONES**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO FTTH CON
TECNOLOGÍA GPON PARA LA URBANIZACIÓN LAS AGUITAS ESTADO
CARABOBO**

Proyecto del Trabajo de Grado presentado para optar al título de

INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

Autores Balza Luis

C.I.28371597

Figueroa Anderson

C.I.27157454

Tutor: Ing. Gilberto Virguez

San Diego, Enero 2022

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la virgen del Valle, toda gratitud por darme la voluntad y sabiduría, para seguir a pesar de las dificultades, por darme salud, alegrías, coraje y paz en momentos de adversidad, te amo Señor, gracias.

A mi Compañero de proyecto y amigo, Anderson Figueroa Delgado por el apoyo durante la realización de este trabajo y durante nuestros estudios, gracias.

A mi preparador y gran amigo, Alberto Morales, quien siempre estuvo presente en todo momento, en cada materia y cada semestre, gracias por siempre apoyarme. Mil gracias.

Al Profesor y tutor, Ing Gilberto Virguez por darnos todo su apoyo durante nuestro crecimiento educativo, al momento de cursar las materias y durante la elaboración de esta tesis.

A mis compañeros de la universidad, entre ellos María Sabrina Ríos, Carlos Curvelo, Luis Salas, Mayerlin Ramos y Adán Torrealba, gracias por estar presentes en mi camino y por tantos momentos de risas y experiencias únicas.

Agradezco cordialmente, a cada una de las personas que de una u otra manera aportaron un granito de arena para que yo pudiera alcanzar esta meta, por sus buenos sentimientos, y muestras de apoyo, a los que siempre estuvieron prestos a ayudarme de manera incondicional.

Luis Alfonso Balza Gerardino

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen del Valle, por darme la oportunidad de crecer como persona, lograr mis metas, compartir mis logros con mis seres queridos y por darme la paciencia y sabiduría a lo largo del camino y darme la dicha de afrontar todas las adversidades que se presentaron en él, siempre acompañándome y guiándome en cada paso que doy.

A mis Ángeles, Ali Antonio Balza, María Lobelia Pinto y José Ramón Gerardino, por siempre guiarme por buen camino, sé que desde allá arriba siempre me cuidan y protegen.

A mis padres, María Alejandra Gerardino y Luis Alfonso Balza, por ser los pilares fundamentales de mi vida, brindándome siempre su amor y su apoyo incondicional, por aconsejarme sabiamente y sobre todo por haber inculcar en mi los valores y principios que hoy en día me permiten ser quien soy, por ser ejemplos de trabajo, dedicación y amor por su familia.

A mis hermanos, Daniela Alejandra Balza y Luis Alejandro Balza, por siempre estar presentes, brindarme su apoyo durante 4 años de carrera, gracias por ser para mí un motivo de alegría y orgullo.

A mi pareja, Laura Elena Lupi, por ser también un pilar tan importante en mi vida, por apoyarme y acompañarme en este camino, siempre brindándome ánimos y amor incondicional.

A mis familiares, que desde la distancia me apoyaron y de los cuales recibí uno que otro consejo que me ayudo en tan arduo camino, por ser ejemplo de unión y apoyo incondicional.

A todos, muchísimas gracias...

Luis Alfonso Balza Gerardino

AGRADECIMIENTOS

A Dios, toda gratitud por darme la voluntad y sabiduría, para seguir a pesar de las dificultades, por darme salud, alegrías, coraje y paz en momentos de adversidad, te amo Señor, gracias.

A mi Compañero de proyecto y amigo, Luis Alfonso Balza Gerardino por el apoyo durante la realización de este trabajo y durante nuestros estudios, gracias.

A mi Compañero de trabajo y amigo, Ing. Francisco Pérez por brindarme el conocimiento necesario durante la elaboración de esta tesis.

A mi preparador y gran amigo, Alberto Morales, quien siempre estuvo presente en todo momento, en cada materia y cada semestre, gracias por siempre apoyarme. Mil gracias.

Al Profesor y tutor, Ing Gilberto Virguez por darnos todo su apoyo durante nuestro crecimiento educativo, al momento de cursar las materias y durante la elaboración de esta tesis.

A mis compañeros de la universidad, entre ellos María Sabrina Ríos, Carlos Curvelo, Laura Elenea Lupi y Andrea Frassato, gracias por estar presentes en mi camino y por tantos momentos de risas y experiencias únicas.

Agradezco cordialmente, a cada una de las personas que de una u otra manera aportaron un granito de arena para que yo pudiera alcanzar esta meta, por sus buenos sentimientos, y muestras de apoyo, a los que siempre estuvieron prestos a ayudarme de manera incondicional.

Anderson Figueroa Delgado

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de crecer como persona, lograr mis metas, compartir mis logros con mis seres queridos y por darme la paciencia y sabiduría a lo largo del camino y darme la dicha de afrontar todas las adversidades que se presentaron en él, siempre acompañándome y guiándome en cada paso que doy.

A mis padres, Angelica Maria Delgado Lamas y Cristian Jose Figueroa Ortega, por ser los pilares fundamentales de mi vida, brindándome siempre su amor y su apoyo incondicional, por aconsejarme sabiamente y sobre todo por haber inculcar en mi los valores y principios que hoy en día me permiten ser quien soy, por ser ejemplos de trabajo, dedicación y amor por su familia.

A mi hermana, Anferny Yoleidys Figueroa Delgado, por siempre estar presente, brindarme su apoyo durante 4 años de carrera, gracias por ser para mí un motivo de alegría y orgullo.

A mis abuelas, Rimar Maria Delgado Lamas y Yoleyda Ortega, por ser también unos pilares tan importantes en mi vida, por apoyarme y acompañarme en este camino, siempre brindándome ánimos y amor incondicional.

A mis familiares, que desde la distancia me apoyaron y de los cuales recibí uno que otro consejo que me ayudo en tan arduo camino, por ser ejemplo de unión y apoyo incondicional.

A todos, muchísimas gracias.

Anderson Figueroa Delgado

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA



FI-T-001-2021-1CR-TG

Valencia, 15 de noviembre de 2021.

Ciudadanos:
Balza Gerardino, Luis Alfonso
C.I. 28.371.597
Figueroa Delgado, Anderson
C.I. 27.157.454

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 4-2021 de fecha 13/10/2021 aprobó el proyecto de grado titulado:

Propuesta de diseño de una red de acceso FTTH con tecnología GPON para la urbanización las Agüitas, Estado Carabobo.

Presentado por ustedes como requisito para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Gilberto Rafael Virquez Arroyo, titular de la cédula de identidad V-26.116.379.



Atentamente

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla,
Decano de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: "Propuesta de diseño de una red de acceso FTTH con tecnología GPON para la Urbanización Las Agüitas Estado Carabobo"

Realizado por el (la) Br. Anderson Figueroa

C.I. N° 27.157.454 cursante de la carrera de Telecomunicaciones

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

Gilberto Vizquez
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Gilberto Vizquez
C.I.: 26-166-379

Jose R Centeno
Jurado
Nombre: Jose R Centeno
C.I.: 10736814

Alex Basrios
Jurado
Nombre: Alex Basrios
C.I.: 8667378

Fecha: 29 de 1 2028



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: - Propuesta de diseño de una red de acceso FTTH con tecnología GPON para la Urbanización las Agüitas Estado Carabobo

Realizado por el (la) Br. Luis Balza

C.I. N° 28.371.599 cursante de la carrera de Telecomunicaciones

hace constar después de analizar su contenido y oír la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

Gilberto Virquez
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Gilberto Virquez
C.I.: 26.116.379

Jose R Conteno
Jurado
Nombre: Jose R Conteno
C.I.: 10738814

Ayax Barrios
Jurado
Nombre: Ayax Barrios
C.I.: 8667378

Fecha: 24/01/2022



ANEXO N



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL
TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Gilberto Rafael Virguez Arroyo, portador(a) de la cédula de identidad N° V-26.116.379, en mi carácter de tutor (a) del trabajo de grado presentado por el(la) los ciudadano(a) Luis Alfonso Balza Gerardino y Anderson Figueroa Delgado, portador(es) de la cédula de identidad N° V-28.371.597 y V-27.157.454 respectivamente, titulado **Propuesta de diseño de una red de acceso FTTH con tecnología GPON para la urbanización Las Agüitas, Estado Carabobo**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 10 días del mes de diciembre del año dos mil veintiuno.

Ing. Gilberto Rafael Virguez Arroyo

C.I. V-26.116.379



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTIMADO PROFESOR (A): Ajax Pablo E. Barrios

Seguidamente se le presenta un formulario correspondiente a la encuesta que va dirigido a los habitantes del sector 2C de la Urb. Las Agüitas en la ciudad de Valencia, Estado Carabobo, para un total de noventa y dos (92) personas; las respuestas que se obtendrán de la aplicación de este instrumento de recolección de datos van a permitir la consecución satisfactoria del objetivo específico de la investigación, que es diagnosticar la situación actual de la zona en estudio, y con los resultados detectar los puntos fuertes del diseño así como los puntos críticos del mismo y para generar las estrategias que permitirán trabajar de manera eficiente alcanzando los objetivos deseados. Por lo que solicitamos a usted sus buenos oficios para la validación de este instrumento dada su formación académica y experiencia en el ramo de las telecomunicaciones.

A TAL EFECTO SE ANEXA EL CUADRO TÉCNICO METODOLÓGICO, EL
FORMULARIO DE LA ENCUESTA Y EL FORMATO DE VALIDACIÓN.

AUTOR:

Balza Luis

Figueroa Anderson

TUTOR: Ing. Gilberto Virguez

CUADRO TÉCNICO METODOLÓGICO

OBJETIVO GENERAL: Proponer una red de acceso FTTH con tecnología GPON para el sector 2-C de la Urb. Las Agüitas, ubicada en el Municipio los Guayos, Valencia estado Carabobo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMS
Diagnosticar el estado actual de los sistemas a través de los cuales se reciben los servicios de internet, en la zona de estudio	CALIDAD DE SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA.	DIAGNÓSTICO	PROVEEDOR DE SERVICIOS	3
			CALIDAD DEL SERVICIO	3
			TECNOLOGIAS DE ACCESO DE INTERNET	4
				3
			BENEFICIOS	1
			COSTOS	1



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ENCUESTA)

OBJETIVO: Diagnosticar el estado actual de los sistemas a través de los cuales se reciben los servicios de internet, en la zona de estudio.

INSTRUCCIONES: El presente formulario contiene las preguntas de la encuesta que va dirigida a los habitantes del sector 2C de la Urb. Las Agüitas en la ciudad de Valencia, Estado Carabobo, la cual está compuesta por 10 ítems. La información aportada por usted se utilizará solo para los fines de mi investigación titulada “**PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO FTTH CON TECNOLOGIA GPON PARA LA URBANIZACION LAS AGUITAS ESTADO CARABOBO**”, y será utilizada de manera confidencial.

1. ¿Tiene usted algún proveedor de servicios de telecomunicaciones por fibra óptica?
2. ¿Cuenta usted con algún proveedor de servicios de telecomunicaciones por enlace inalámbrico?
3. ¿Posee usted intermitencias de señal con su actual proveedor de servicios de internet?
4. ¿Está usted conforme con la velocidad en la que navega actualmente con su proveedor de servicios de internet?
5. ¿Se ve usted afectado por problemas de conectividad en otras áreas?
6. ¿Conoce usted otro sistema de telecomunicaciones distinto al que utiliza actualmente?
7. ¿Sabe usted que es la fibra óptica y para que se utiliza?
8. ¿Conoce usted que son las redes GPON y su alta capacidad para transmitir información?
9. ¿Estima usted que una implementación de una red de acceso FTTH beneficie la calidad de internet en el sector 2-C de la urbanización Las Agüitas?
10. ¿Estaría usted dispuesto a adquirir y cancelar mensualmente los planes que se ofrecen para las redes de fibra óptica?



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (FORMULARIO DE ENCUESTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	X			X		Ninguna
2	X			X		
3	X			X		
4	X			X		
5	X			X		
6	X			X		
7	X			X		
8	X			X		
9	X			X		
10	X			X		

Fecha: 15/11/2021

Firma del Especialista:



Breve descripción del perfil del Especialista:

Ingeniero Electricista Mención Telecomunicaciones Universidad de Carabobo

ÍNDICE

CONTENIDO	pp.
LISTA DE CUADROS	xvi
LISTA DE FIGURAS	xx
RESUMEN	xxii
INTRODUCCIÓN	23
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	25
1.2 Formulación del Problema.....	26
1.3 Objetivos de la Investigación.....	27
1.3.1 Objetivo General.....	27
1.3.2 Objetivos Específicos.....	27
1.4 Justificación.....	27
1.5 Alcance.....	28
1.6 Limitaciones.....	29
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	30
2.2 Bases Teóricas.....	33
2.2.1 Fibra óptica.....	34
2.2.2 Principales ventajas de la Fibra óptica.....	34
2.2.3 Desventajas de la Fibra óptica.....	35
2.2.4 Redes ópticas pasivas.....	36
2.2.5 Pasos para diseñar una red óptica pasiva con capacidad de Gigabits.....	36
2.2.6 Elementos de la red PON.....	38

2.2.7 Arquitectura FTTH.....	39
2.2.8 OLT Especificaciones de diseño para una red FTTH.....	40
2.3 Bases Legales.....	41
2.4 Definición de Términos Básicos.....	46
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de Investigación.....	48
3.2 Nivel de la Investigación.....	49
3.3 Diseño de la Investigación.....	49
3.4 Población y Muestra.....	50
3.4.1 Población.....	50
3.4.2 Muestra.....	50
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	50
3.5.1 Técnicas de recolección de datos.....	50
3.5.2 Instrumentos de recolección de datos.....	53
3.6 Fases de la Investigación.....	53
IV RESULTADOS	
4.1 Fase I.....	55
4.1.1 Lista de cotejo.....	67
4.2 Fase II.....	68
4.2.1 fibra óptica.....	69
4.2.2 Herraaje helicoidal o preformado.....	70
4.2.3 Trompeta de suspensión.....	70
4.2.4 Trompoplatina.....	71
4.2.5 fleje.....	72

4.2.6 Hebilla.....	72
4.2.7 Elementos de la red fth.....	73
4.2.8 Equipo OLT, Optical Line Terminal.....	78
4.2.9 Equipo ONT, Optical Network Terminal.....	79
4.2.10 Cantidad de materiales, equipos y componentes a utilizar.....	80
4.2.11 Cálculo de las cantidades de los materiales, equipos y componentes a utilizar en el diseño de la red fth.....	81
4.2.11.1 Troncal principal.....	81
4.2.11.1.1 Longitud plana.....	81
4.2.11.1.2 Cantidad de preformados.....	82
4.2.11.1.3 Cantidad de Trompoptatina.....	83
4.2.11.1.4 Cantidad de trompetas de suspensión.....	83
4.2.11.1.5 Cantidad de Fleje.....	83
4.2.11.1.6 Cantidad de hebillas.....	84
4.2.12 Cálculo de los componentes de la res de acceso FTTH	84
4.2.12.1 Mangas.....	84
4.3 Fase III.....	85
4.3.1 Diseño de la red Fth.....	85
4.3.1.1 Diagrama de flujo para el diseño de la red fth.....	85
4.3.1.2 Pasos del diseño de la red Fth.....	85
4.3.1.3 Ejemplo para el cálculo de potencia.....	87
4.3.1.4 Pasos para diseñar la red FTTH utilizando el programa Ozmap.....	87
4.4 Fase IV.....	137
4.4.1 Factibilidad ambiental.....	137

4.4.2 Factibilidad Técnica.....	138
4.4.2.1 Interfaz de control y monitoreo de red.....	138
4.4.2.2 Herramientas de instalación.....	139
4.4.2.2.1 Fusionadora.....	139
4.4.2.2.2 Flejadora.....	140
4.4.2.2.3 Kit de fibra óptica (FTTH).....	140
4.4.2.2.4 OTDR.....	141
4.4.2.2.5 VFL.....	141
4.4.2.2.6 Elementos técnicos importantes.....	142
4.4.2.3 Personal Técnico.....	142
4.4.2.4 Tiempo estimado de instalación.....	143
4.4.3 Factibilidad social.....	144
4.4.3.1 Factores para medir la viabilidad del proyecto....	145
4.4.4 Estudio de costos de la instalación de la red fth propuesta	145
4.4.4.1 Retorno de inversión de la instalación de la red fth propuesta.....	148
CONCLUSIÓN.....	151
RECOMENDACIONES.....	152
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	154

LISTA DE FIGURAS

CONTENIDO

FIGURAS		pp.
1	Redes ópticas pasivas con Capacidad Gigabit (GPON).....	36
2	Estructura de un sistema GPON.....	40
3	Esquema de ilustra como varían las arquitecturas FTTH.....	41
4	Urbanización las Agüitas.....	63
5	Sector “2-C” Las Agüitas.....	64
6	Poste donde llega una de la línea de cobre de CANTV.....	65
7	Canalización aérea de la línea de cobre de CANTV.....	65
8	Ejemplo de entrada interna de la línea de cobre de CANTV....	66
9	Velocidad con red 4G Movistar en el Sector 2-C.....	66
10	Velocidad del servicio de internet CANTV en el Sector 2-C...	67
11	Recorrido de Postes del Troncal.....	68
12	Postes internos en el sector 2-C.....	68
13	Cable ADSS - 12 Fibras Monomodo OS2 (9/125).....	69
14	Preformado de Aluminio para Cable ADSS 12.0-12.8 mm.....	70
15	Herraje Tipo J.....	71
16	Herraje tipo A ADSS.....	71
17	Fleje ¾.....	72
18	18 Hebilla de acero inoxidable ¾.....	72
19	Distribuidor Óptico de Fibra (ODF).....	75
20	Conector mecánico SC/APC.....	76
21	Pigtail SC/ APC.....	76
22	Caja de empalme tipo domo 12 hilos.....	76
23	Acoplador óptico SC/ APC.....	76
24	Conector Manual 1-8 SC/APC SX SM FTTH GPON.....	77

25	Divisor de la fibra óptica del PLC SC/APC FTTX PON.....	77
26	Roseta de fibra 2 sc/apc sin acompladores.....	78
27	OLT ZTE 8 ports ZXA10 C320 SFP class C++.....	78
28	ONT ZTE-ZXHN F660.....	79
29	Longitud plana del tendido del troncal.....	82
30	Diagrama de flujo para el diseño de la red FTTH.....	85
31	Vista satelital del programa Ozmap.....	88
32	Menú desplegado al seleccionar la casilla tipos.....	89
33	Configuración de los postes.....	90
34	Configuración de caja.....	90
35	Configuración de la Fibra Óptica 12 hilos.....	91
36	Configuración de la Fibra Óptica 6 hilos.....	91
37	Configuración de la Fibra Óptica 2 hilos.....	92
38	Configuración Splitter 1x02.....	92
39	Configuración Splitter 1x04.....	93
40	Configuración Splitter 1x16.....	93
41	Configuración de la OLT.....	94
42	Configuración del ODF.....	94
43	Configuración del conector.....	95
44	Configuración de la fusión.....	95
45	Marcar postes en la App OZsurvey.....	96
46	Botón importar datos.....	105
47	Botón importar Postes.....	106
48	Botón buscar el archivo seleccionado.....	106
49	Botón Importar.....	107
50	Botón Expansión de red.....	108
51	Botón agregar POP.....	108
52	Configuración básica del POP.....	109

53	Botón nuevo gabinete.....	109
54	Configuración básica de un gabinete en OZmap.....	110
55	Botón agregar nuevo equipo.....	110
56	Configuración básica para agregar un OLT.....	111
57	Configuración básica para agregar un ODF.....	111
58	Imagen visual de un OLT y ODF dentro de un rack en OZmap	111
59	Botón agregar cable.....	112
60	Configuración básica de agregar cable.....	113
61	Agregar reserva.....	114
62	Imagen visual de las reservas técnicas en el programa OZmap...	114
63	Agregar caja en el programa OZmap.....	115
64	Configuración básica de una caja en el programa OZmap.....	115
65	Ubicación geográfica de las cajas del diseño de la red FTTH.....	116
66	Botón agregar nuevo splitter.....	116
67	Menú seleccionar tipo de splitter.....	117
68	Botón agregar nueva fusión.....	117
69	Menú seleccionar tipo de fusión.....	118
70	Manga master de primer nivel.....	118
71	Manga de segundo nivel propia del segundo troncal interno...	119
72	Manga de segundo nivel propia del primer troncal interno....	119
73	Primera manga de clientes propia del primer troncal interno.	120
74	Primera manga de clientes propia del segundo troncal interno	120
75	Segunda manga de clientes propia del primer troncal interno.	121
76	Segunda manga de clientes propia del segundo troncal interno..	121
77	Tercera manga de clientes propia del primer troncal interno.....	122
78	Tercera manga de clientes propia del segundo troncal interno....	122
79	Cuarta manga de clientes propia del primer troncal interno.....	123
80	Cuarta manga de clientes propia del segundo troncal interno...	123

81	Hacer las conexiones en el Rack.....	124
82	Iluminar ODF.....	124
83	Botón Iluminar.....	125
84	Diseño de la red FTTH iluminada.....	126
85	Botón Iluminar dentro de una caja.....	126
86	Laser hilo azul segundo troncal interno.....	127
87	Laser hilo azul primer troncal interno.....	127
88	Conexión hilo azul del primer troncal con splitter 1x04.....	128
89	Conexión hilo naranja del primer troncal con splitter 1x04.....	128
90	90 Conexión hilo verde del primer troncal con splitter 1x04.....	129
91	Conexión hilo marrón del primer troncal con splitter 1x04.....	130
92	Conexión hilo azul del segundo troncal con splitter 1x04.....	131
93	Conexión hilo naranja del segundo troncal con splitter 1x04.....	131
94	Conexión hilo verde del segundo troncal con splitter 1x04.....	132
95	Conexión hilo marrón del segundo troncal con splitter 1x04.....	132
96	Potencia propia de la primera manga del primer troncal interno..	133
97	Potencia propia de la segunda manga del primer troncal interno.	133
98	Potencia propia de la tercera manga del primer troncal interno.....	134
99	Potencia propia de la última manga del primer troncal interno...	134
100	Potencia propia de la primera manga del segundo troncal interno	135
101	Potencia propia de la segunda manga del segundo troncal interno..	135
102	Potencia propia de la tercera manga del segundo troncal interno....	136
103	Potencia propia de la última manga del segundo troncal interno..	136
104	Interfaz gráfica de Smart OLT.....	138
105	Interfaz gráfica de una ONU de Smart OLT.....	139
106	Fusionadora o empalmadora de fibra óptica.....	139
107	Flejadora manual de acero inoxidable.....	140
108	Kit de fibra óptica FTTH.....	141

109	OTDR monomodo portátil.....	141
110	(VFL) BML-205.....	142

LISTA DE CUADROS

CONTENIDO

CUADRO	pp.
1 Costo de materiales del Troncal Principal.....	146
2 Costo de materiales del 1er Troncal Interno.....	146
3 Costo de materiales del 2er Troncal Interno.....	147
4 Costos de los Equipos de la Red de Acceso.....	147
5 Costo de los Componentes de la Red de Acceso.....	147
6 Costo Total de la Instalación.....	148
7 Retorno de inversión de la instalación.....	149

LISTA DE GRAFICOS

CONTENIDO

GRAFICA	pp.
1 Representación de los Resultados de la encuesta (pregunta 1).....	57
2 Representación de los Resultados de la encuesta (pregunta 2).....	57
3 Representación de los Resultados de la encuesta (pregunta 3).....	58
4 Representación de los Resultados de la encuesta (pregunta 4).....	59
5 Representación de los Resultados de la encuesta (pregunta 5).....	59
6 Representación de los Resultados de la encuesta (pregunta 6).....	60

7	Representación de los Resultados de la encuesta (pregunta 7).....	61
8	Representación de los Resultados de la encuesta (pregunta 8).....	61
9	Representación de los Resultados de la encuesta (pregunta 9).....	62
10	Representación de los Resultados de la encuesta (pregunta 10).....	62

LISTA DE GRAFICOS

CONTENIDO

TABLA	pp.
1 Encuesta Realizada en la Zona de Estudio.....	51
2 Lista de Cotejo Utilizada en el Diagnostico de la Zona de Estudio	67
3 Lista de Materiales del Troncal Principal.....	80
4 Lista de Materiales del 1er Troncal Interno.....	80
5 Lista de Materiales del 2do Troncal Interno.....	80
6 Lista de Equipos de la Red de Acceso FTTH.....	81
7 Lista de Materiales de la Red de Acceso FTTH.....	81
8 Perdidas Teóricas del Diseño.....	87
9 Formato CSV Exportado del Programa OZsurvey.....	89
10 Formato CSV Exportado del Programa OZsurvey.....	93
11 Personal Técnico.....	142



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ FACULTAD DE
INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA DE
TELECOMUNICACIONES**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO FTTH CON
TECNOLOGÍA GPON PARA LA URBANIZACIÓN LAS AGUITAS ESTADO
CARABOBO**

Autores: Balza Luis, Figueroa Anderson

Tutor: Ing. Gilberto Virguez

Fecha: Julio, 2021

RESUMEN

La presente investigación se desarrollará en el sector 2-C de la urbanización las Agüitas ubicada en Valencia Estado Carabobo, la cual es una urbanización con una infraestructura de telecomunicaciones, que ofrece los servicios de internet a través de cableado de cobre y radioenlaces. En la actualidad existe la necesidad de un estudio de investigación que permita proponer un diseño de red óptica pasiva y disponer de un medio de comunicación de alta fidelidad que pueda cubrir las necesidades de conexión internas y externas de los usuarios residentes, de este modo se llevará a cabo un diagnóstico de la situación actual, análisis de las causas que origina el problema para así proponer un diseño de red de acceso FTTH con tecnología GPON. La investigación es de tipo proyecto factible, de diseño investigación de campo y de factibilidad, y con un nivel descriptivo, con metodología cualitativa, se aplicarán la Entrevista, Observación Directa.

Descriptores: Tecnología, Innovación e ingeniería.

INTRODUCCIÓN

Las telecomunicaciones son de vital importancia para nuestra vida cotidiana. En consideración a la rapidez con la que avanza la tecnología, es sustancial adaptarse a los requerimientos que se originan con estos avances y con el uso de nuevos medios de comunicación, que evidencian la existencia de fallas y obstáculos en los medios tradicionales, sistemas que disponen de ciertos inconvenientes frente a la plataforma de comunicaciones centrada en fibra óptica y emisión de señales en forma de luz, con un extenso ancho de banda para la conducción de información y rangos bajos de atenuación.

Esto permite, que las redes GPON sean una opción fidedigna para los suministradores de servicios de internet, que están dispuestos a invertir, dedicar y ofrecer mayor calidad de servicio reemplazando las redes de cobre e inalámbricas, por redes FTTH. En Venezuela, los sectores de telecomunicaciones han elaborado el recorrido de fibra óptica, en sus redes troncales.

Actualmente la exigencia de mayores velocidades aumenta, y los inconvenientes que poseen las redes actuales no admiten cumplir los requerimientos de mayor ancho de banda y estabilidad de servicio. Por lo tanto, el presente proyecto se basa principalmente en proponer la modalidad más factible para comunicar a los usuarios del sector 2-C de la urbanización las Agüitas ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo.

Haciendo uso de una tecnología adecuada a sus necesidades, basada en fibra óptica que pueda cubrir las exigencias a nivel tecnológico y paralelamente brindar mejoras en otras áreas.

Las redes GPON se presentan como una alternativa cuyo diseño y arquitectura genera menores dificultades, en relación a manipulación de sus elementos, instalación y manejo, como también puede ofrecer una modalidad efectiva y económica de hacer llegar a los usuarios distintos servicios como internet, telefonía y televisión con el uso de un solo medio de transmisión.

Un solo hilo de fibra permite una comunicación full dúplex y entrega una amplia cantidad de información en el orden de los Gigabits por segundo. Quedando en completa ventaja en comparación con la modalidad actual utilizando medios expuestos a múltiples problemas técnicos y daños de tipo ambiental.

La estructura del presente trabajo de investigación está contemplada en cuatro capítulos:

Capítulo I: hace referencia al planteamiento del problema, objetivos generales y específicos, justificación del estudio, alcance del proyecto, limitaciones, y objetivo principal del trabajo de grado el cual hace referencia a proponer una red óptica pasiva para mejorar el servicio de internet en el sector 2-C de la urbanización las Agüitas ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo.

Capítulo II: se hace mención de los antecedentes, se establecerán las bases teóricas que sustentan la realización del proyecto y los antecedentes existentes que brindan aportes para la posible solución del mismo.

Capítulo III: se planteará la metodología de la investigación, la cual, por sus características, se trata de una investigación de campo y descriptiva, de modo que la estrategia metodológica seleccionada sirve de guía para el desarrollo del trabajo de grado.

Capítulo IV: En este capítulo se desarrollará la discusión de los resultados de la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema.

Estar conectado a Internet se ha convertido en algo fundamental para poder afrontar nuestro día a día, una realidad que se ve afectada con cierta frecuencia por problemas de velocidad e incluso por los medios que proporcionan el canal por el cual viajan los datos desde su origen hasta su destino. Sin embargo; así como el internet evoluciona, también lo hacen los problemas vinculados con su estabilidad y con la posibilidad de evolucionar de una forma constructiva. “Con el surgimiento de nuevas tecnologías de la información y la comunicación, han aparecido también diferentes servicios y productos que exigen mayor velocidad de comunicación” (Quezada, Alvarado, Chango, 2017).

En otras palabras, los hilos metálicos dentro de cables utilizados para las comunicaciones telefónicas y la mayoría de las redes Ethernet son de lo más antiguo en el mercado y presentan interferencias eléctricas que ralentizan las conexiones a internet. Por otra parte, las transmisiones inalámbricas por sus problemas de distancia, obstrucciones físicas e interferencias electromagnéticas no son la mejor opción para contar con un buen servicio de transporte de datos.

Actualmente, la situación que atraviesan los sistemas de telecomunicaciones en Venezuela se describe como una notable falta de ajustes de dichos sistemas a las necesidades de comunicación que presentan los usuarios las cuales han aumentado con el paso del tiempo. En ese sentido, las principales empresas que proveen los servicios de telecomunicaciones como CANTV atraviesan una crisis y problemas técnicos, las redes que se distribuyen por todo el país por factores como ausencia de plan de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos e infraestructura.

Además, los sistemas de respaldo, así como también el impacto que recibe directamente este sector por la inestabilidad económica que atraviesa la nación. La urbanización Las Agüitas ubicada en Valencia Estado Carabobo, actualmente cuenta

con una infraestructura de telecomunicaciones, que ofrece los servicios de internet a través de cableado de cobre y radioenlaces. Para que en esta comunidad exista un posible estado de calidad en los servicios de telecomunicaciones, se debe contar con un sistema seguro y confiable que permita disponer de un medio de comunicación de alta fidelidad que pueda cubrir las necesidades de conexión internas y externas de los usuarios residentes. Sin embargo, debido a la gran demanda que se ha generado, las operadoras que funcionan actualmente, ofrecen un servicio deficiente.

Esta situación, se origina por varios factores, que afectan la transmisión tales como la exposición constante a interferencias por señales electromagnéticas, deterioro constante del cableado y equipos por factores ambientales o daños provocados de manera intencional por falta de conciencia ciudadana y la falta de recursos para la inversión en equipos de nueva tecnología. Dado este conjunto de inconvenientes existe una situación de atraso en el desarrollo tecnológico y de comunicación en esta comunidad.

Toda esta serie de eventualidades indicadas, origina que los sistemas utilizados actualmente por la comunidad, tengan un estado de funcionamiento, cada vez más deficiente, dejando a los usuarios una mínima capacidad de comunicación y de mala calidad. Esta situación, se refleja en el nivel de vida de las personas ya que, presentan limitantes para sus actividades cotidianas, sin permitirles avanzar a una mejor calidad de vida en el ámbito laboral, económico, educativo, socioeconómico y profesional, evitando que los habitantes de la comunidad disfruten de los avances de la tecnología.

En base a lo anteriormente planteado es válido preguntarse.

1.2. Formulación del problema

¿De qué forma se puede mejorar el acceso a internet en la urbanización Las Agüitas ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo?

1.3 Objetivos de la investigación

Según Balestrini (200, p.67), los objetivos "Orientan las líneas de acción que se han de seguir en el despliegue de la investigación planteada; al precisar lo que se ha de

estudiar en el marco del problema objeto de estudio. Sitúan el problema planteado dentro de determinados límites".

1.3.1 Objetivo general

Proponer una red de acceso FTTH con tecnología GPON para el sector 2-C de la urbanización las Agüitas ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Diagnosticar el estado en el que se encuentran actualmente los sistemas a través de los cuales se reciben los servicios de internet, en el sector 2-C de la urbanización las Agüitas ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo.
- Determinar los componentes del diseño de la red FTTH para el sector 2C de la urbanización las Agüitas ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo.
- Diseñar la red FTTH en el programa OZmaps.
- Realizar un estudio técnico, social, ambiental y de costos que tiene el presente proyecto en el sector 2-C de la Urbanización Las Agüitas ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo.

1.4 Justificación

La conexión a internet es fundamental para el desarrollo de la vida cotidiana de todas las familias a nivel mundial. Se sabe que el servicio de internet en Venezuela es popularmente suministrado por cables de línea telefónica y cables coaxiales, y es muy común encontrarlos por su fácil instalación y alta duración, sin embargo, debido a la alta demanda y crecimiento de usuarios ha llevado a la sobrecarga del servicio. En el Estado Carabobo, específicamente en la urbanización las agüitas, existe mucha deficiencia en el servicio, por lo cual se busca implementar una mejora del mismo mediante el cambio por tecnología de fibra óptica.

La fibra óptica es un medio físico de transmisión de información, usual en redes de datos y telecomunicaciones, que consiste en un filamento delgado de vidrio o de

plástico, a través del cual viajan pulsos de luz láser o led, en la cual se contienen los datos a transmitir. A través de la transmisión de estos impulsos de luz se puede enviar y recibir información a 100, 200, 300 Mbps a través de un tendido de cable, a salvo de interferencias electromagnéticas y con velocidades similares a las de la radio. Esto hace de la fibra óptica el medio de transmisión por cable más avanzado que existe.

Hoy en día son varias las empresas del ramo de telecomunicaciones las cuales están empezando a implementar esta tecnología para poder actualizar las formas de conexión actuales como lo es el internet por cable coaxial y por línea telefónica, tecnologías que están desactualizadas y que tienen una serie de desventajas como lo es el menor ancho de banda frente a la tecnología de fibra óptica.

Esta última mejoraría sin duda la calidad del servicio de internet a los habitantes del sector dos de la urbanización las Agüitas, obteniendo menos pérdidas en la transmisión de datos, con mayores ventajas en cuanto a rendimiento y fiabilidad, permitiendo enlaces de muchos kilómetros sin que se pierda la potencia de la señal, a diferencia de las otras tecnologías mencionadas que necesitan de la implementación de regeneradores o amplificadores en cada tramo de una decena o centenares de metros.

1.5 Alcance

El presente trabajo de investigación será desarrollado para el sector 2-C de la urbanización Las Agüitas, ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo. Para efectos del diseño, su alcance comprende la determinación de los componentes a utilizar, el diagnóstico del estado en el que se encuentran actualmente los sistemas a través de los cuales se reciben los servicios de internet, el estudio de la factibilidad técnica, social y ambiental del proyecto, la realización de la inspección general del troncal de la red óptica pasiva y el diseño de la red FTTH. Por su parte, la implementación del diseño FTTH representa el fin idóneo para este proyecto, sin embargo, quedara bajo la decisión y responsabilidad del estado o de las empresas proveedoras de servicios de internet (ISP) si estas lo consideran pertinente, por lo que el estudio no abarcará la puesta en marcha de la propuesta ni la evaluación de los resultados posteriores a su creación.

1.6 Limitaciones

Al momento de levantar este estudio no se encontró ningún aspecto negativo que diera lugar a algún inconveniente que pudiese afectar el curso de la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Las siguientes referencias permiten apreciar los antecedentes relacionados con la investigación y las bases teóricas donde se sustentan los aspectos generales del tema en estudio.

Bueno & Polanco (2020), en su trabajo de grado titulado, **Reingeniería del sistema de tv por cable mediante tecnología de redes GPON para un conjunto residencial de viviendas unifamiliares en la urbanización la gaviota del municipio san diego**. Presentado en la Universidad José Antonio Páez, facultad de ingeniería escuela de ingeniería telecomunicaciones para optar al título de Ingeniero de Telecomunicaciones. Su objetivo principal es proponer la reingeniería del Sistema de TV por Cable mediante Tecnología de Redes GPON para un conjunto residencial de viviendas unifamiliares en San Diego. Debido a un servicio por completo deficiente; el usuario no dispone de forma confiable del servicio, mala calidad de imagen y pérdida de paquetes especializados no logra suplir las expectativas del mercado ocasionando una pérdida progresiva de suscriptores.

No solo está comprometida la calidad del servicio sino también las estructuras internas se han visto gravemente afectadas; el equipo humano especializado se ha reducido notablemente, por tema de migración en el contexto internacional, limitando la capacidad de proveer del mantenimiento correctivo y preventivo a la infraestructura, la deficiencia en equipamiento especializado, la sobrecarga de trabajo en un personal reducido, el alza de los costos de operación propias de la economía, se llegó a la conclusión de que el diseño propuesto en esta tesis cumple con los requerimientos necesarios para la implementación de una red FTTH, tomando en cuenta aspectos relevantes desde el punto de vista usuario para el disfrute de servicios y desde el punto de vista de la invención.

En cuanto a la rentabilidad del proyecto. el diseño propuesto, así como el cálculo respectivo y los parámetros establecidos, son criterios aplicables en redes de acceso de fibra óptica para casas, edificios, urbanizaciones y otras diferentes infraestructuras civiles que requieran fibra óptica hasta el usuario final, en este trabajo de grado se afianza y se confirma el estado de las instalaciones, materiales y equipo de fibra en el país, así como la falta de personal para el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de tecnología en el área de telecomunicaciones en Venezuela, específicamente en el estado Carabobo.

Seguidamente, Becerra (2019), en su tesis de grado titulada, **Sistema de Telecomunicaciones con tecnología GPON para el restablecimiento del servicio de la zona industrial el recreo de flor amarillo del municipio Valencia del Edo. Carabobo.** Presentado en la Universidad José Antonio Páez, facultad de ingeniería escuela de ingeniería telecomunicaciones para optar al título de ingeniero de telecomunicaciones. Consiste en proponer un diseño que permita las mejoras tecnológicas para el acceso del internet en la Zona Industrial EL RECREO de Flor Amarillo de la ciudad de Valencia edo. Carabobo, y sus alrededores con un alcance de más de cinco kilómetros desde el centro de Flor Amarillo.

En su posible implementación, este estudio demostró la necesidad que tienen los empresarios en que sean restituidos los servicios, que el cambio de las redes de cobre a redes de fibra óptica, disminuirá gratamente el índice delictivo en cuanto al hurto del cableado, siendo esta zona actualmente en silencio, el diseño de ejecutarse una implementación real, dará como iniciativa e importancia a la zona industrial más grande del estado Carabobo un impacto tecnológico y social, sin duda alguna es una información relevante para el trabajo de grado del diseño de la red fith en el sector 2C de las Agüitas, Estado Carabobo ya que se toma en cuenta el diseño de este trabajo de grado.

Por otra parte, Ortega & Moran (2018), en su trabajo especial de grado titulado, **“Diseño de una red FTTH en Urbanización Villas del Rey etapa Carlos mejorando el servicio de internet”** presentado en la Universidad Estatal de

Guayaquil Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Tiene como objetivo principal Diseñar una red FTTH en la urbanización Villa del Rey etapa Rey Carlos. Los proveedores que proporcionan el servicio de internet como la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, no cuentan con la distribución de redes con tecnología GPON, por lo cual en ciertos sectores de la provincia no tienen un servicio de calidad en los hogares, ocasionando la inconformidad de los usuarios.

Finalmente, los autores concluyen señalando que por medio del presupuesto financiero se determinó la inversión inicial y el periodo de recuperabilidad de dicha inversión a corto plazo, justificando una tasa anual de crecimiento del 15% de usuarios, produciendo una máxima rentabilidad en el proyecto y la importancia de ser ejecutado. El diseño de la red de fibra óptica FTTH propuesto, se consideró para el 40% de los predios de las casas de Villa del Rey, dejando una distribución de hilos de fibra disponibles para un futuro crecimiento de usuarios, de este trabajo de grado se toma en cuenta el proceso de costos y rentabilidad de un proyecto de fibra óptica, brindando ciertas herramientas que nos permiten desarrollar un buen estudio de factibilidad.

CONATEL (2017), en la revista noticom diario de las telecomunicaciones titulado, **Octavo Proyecto de Servicio Universal de Telecomunicaciones (Opsut)**, Los 24 estados de Venezuela hoy están conectados a través de fibra óptica gracias a la iniciativa de la Revolución Bolivariana ejecutada por la estatal CANTV e impulsada por CONATEL para garantizar el acceso de los ciudadanos a las Tecnologías de la Información y la Comunicación. El proyecto, diseñado para cumplir con los lineamientos del Plan de la Patria 2007-2013, contempla la creación de una red de transmisión de ámbito Nacional, que tendrá por centro el eje de desarrollo Norte Llanero, y extenderá su cobertura geográfica a la zona Sur del Lago de Maracaibo y su Costa Occidental, la región Andina, el Oriente y el Sur del país.

El objetivo era conectar el eje Orinoco – Apure con el eje Norte – Costero para beneficiar a una población estimada de más de 12 millones de habitantes. Esa meta fue superada el pasado mes de junio, cuando el equipo de trabajadores de la CANTV logró

tender 2.4 kilómetros de fibra óptica sobre el río Orinoco, entre las localidades de Puerto Páez (Apure) y El Burro (Bolívar), para conectar a la población de Puerto Ayacucho (Amazonas) con el resto del país. Antes de la nacionalización de la CANTV en el año 2007, el estado Amazonas no tenía acceso a Internet Banda Ancha y la cantidad de abonados a telefonía fija no alcanzaba los nueve mil suscriptores. Además de lograr la conexión del país en materia de telecomunicaciones, este proyecto dota de estabilidad a los servicios de voz y datos, garantizando que las usuarias y usuarios puedan comunicarse vía telefonía fija e Internet de forma más eficiente.

Por último, Calle & Machado (2015), en su trabajo de grado titulado, **Estudio de factibilidad para la implementación de la red FTTH de la compañía Puntonet agencia Cuenca**. En la Universidad Politécnica Salesiana ubicada en Ecuador sede Guayaquil, proyecto que ofrece una revisión teórica de las ventajas y desventajas que tienen las redes FTTH para que puedan ser implementadas en las ciudades del Austro con un concepto de macro nodos con sus pertinentes cálculos de presupuestos lógicos. Se detalló los distintos estándares PON, que se debe tomar en cuenta para realizar un diseño de redes con fibra óptica de acceso y las topologías que se utilizan para tener redes convergentes. Con la finalidad de ofrecer guías específicas de cómo se encuentran conformadas las redes ópticas pasivas y una infraestructura de red FTTH. Determinando de esta manera que la Urbanización requiere contar con un servicio de internet de alta velocidad que permita cumplir con los requerimientos y necesidades de dichos usuarios. Estos estudios brindan la capacidad de analizar la distribución de nodos con el fin de convertir la infraestructura de la red en un servicio con un buen respaldo a través de ciertas topologías.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Fibra óptica

La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el núcleo de la fibra con un ángulo de

reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede ser láser o un LED (Light Emission Diode, Diodo Emisor de Luz). Las fibras se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio y/o cable. Son el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, también se utilizan para redes locales, en donde se necesite una alta confiabilidad y fiabilidad. El actual desarrollo de las telecomunicaciones ha impulsado la necesidad de implementar redes de banda ancha que permitan el transporte de ciertos servicios como: televisión por cable, Internet de alta velocidad, aplicaciones de voz, etc.

En los últimos años la fibra óptica se ha convertido en uno de los medios de transmisión más usados debido a las ventajas que ofrece, como la disminución de ruido e interferencias y la multiplicación de la capacidad de transmisión.

2.2.2 Principales ventajas de la fibra óptica

1. La fibra óptica hace posible navegar por Internet a una velocidad de dos millones de bps. Su baja atenuación, por ejemplo, en la tercera ventana (1550 nm) la atenuación es de 0.2 dB/km.
2. Esto permite realizar enlaces de forma que cada 80 o 100 Km. se coloque un amplificador o regenerador (a diferencia del cable coaxial que necesita un regenerador o amplificador cada 2 km).
3. Acceso ilimitado y continuo las 24 horas del día, sin congestiones.
4. Video y sonido en tiempo real.
5. Fácil de instalar.
6. Es inmune al ruido y las interferencias, como ocurre cuando un alambre telefónico pierde parte de su señal a otra.
7. Las fibras no pierden luz, por lo que la transmisión es también segura y no puede ser perturbada.
8. Carencia de señales eléctricas en la fibra, por lo que no pueden dar sacudidas ni otros peligros. Son convenientes para trabajar en ambientes explosivos.

9. Presenta dimensiones más reducidas que los medios preexistentes.
10. El peso del cable de fibras ópticas es muy inferior al de los cables metálicos, capaz de llevar un gran número de señales.
11. El material con que se fabrica la fibra óptica, el SiO₂ es el más abundante en la tierra.
12. Compatibilidad con la tecnología digital.
13. El costo del rollo de fibra óptica de 1 Km en noviembre del año 2020 es de 270\$, por otra parte, el costo del rollo de cable UTP de cobre es de 275\$. Estos costos pueden presentar variaciones cada cierto tiempo según el comportamiento de la economía.

2.2.3 Desventajas de la fibra óptica

1. El costo de la fibra sólo se justifica cuando su gran capacidad de ancho de banda y baja atenuación es requerida. Para bajo ancho de banda puede ser una solución mucho más costosa que el conductor de cobre.
2. La fibra óptica no transmite energía eléctrica, esto limitad su aplicación donde el terminal de recepción debe ser energizado desde una línea eléctrica. La energía debe proveerse por conductores separados.
3. Las moléculas de hidrógeno pueden difundirse en las fibras de silicio y producir cambios en la atenuación.
4. El agua corroe la superficie del vidrio y resulta ser el mecanismo más importante para el envejecimiento de la fibra óptica. Incipiente normativa internacional sobre algunos aspectos referentes a los parámetros de los componentes, calidad de la transmisión y pruebas.

2.2.4 Redes Ópticas Pasivas

Una red óptica pasiva (del inglés Passive Óptica Network, conocida como PON) permite eliminar todos los componentes activos existentes entre el servidor y el cliente introduciendo en su lugar componentes ópticos pasivos (divisores ópticos pasivos) para guiar el tráfico por la red, cuyo elemento principal es el dispositivo divisor óptico conocido como splitter. (Ver figura 1)

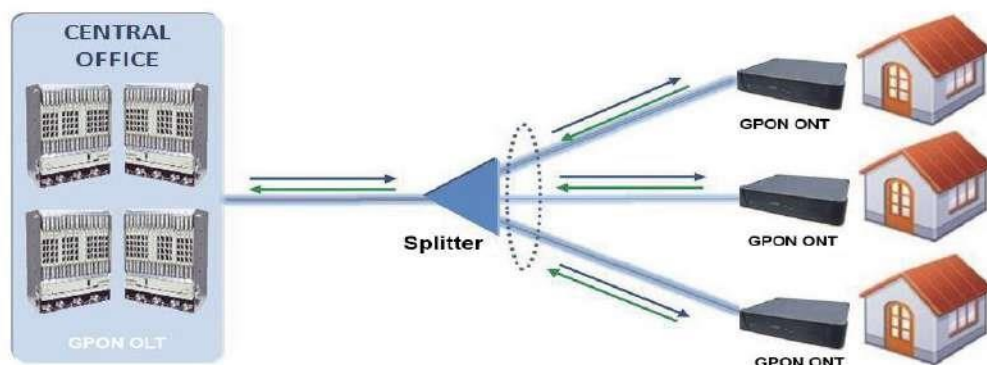


Figura 1. Redes ópticas pasivas con Capacidad Gigabit (GPON)

Fuente: https://www.syscomblog.com/2017/06/red-optica-pasiva-con_

La utilización de estos sistemas pasivos reduce considerablemente los costes y son utilizados en las redes FTTH.

2.2.5 Pasos para diseñar una red óptica pasiva con capacidad de Gigabits

PASO 1: Estudio de infraestructura total de la red de comunicaciones estableciendo los puntos de interés de cobertura.

Estudio y análisis del área geográfica: En este punto determinaremos el área o zona de interés para diseñar la red de comunicaciones, determinar la ubicación del área de interés, la superficie, características geográficas.

Estudio y análisis de la red de comunicaciones existente: en este punto debemos realizar el estudio de la red de comunicaciones existente en el área de interés si cuenta con alguna. También determinaremos que tecnología utiliza, los equipos con los que cuenta la red existente y cuantos usuarios tienen esa red de comunicaciones.

Determinar puntos de interés de cobertura e interconectividad: se deben determinar las deficiencias de la misma en todos los sectores de nuestra zona de interés o sectores donde no llegue la red con la finalidad de optimizar las comunicaciones con el nuevo diseño de red.

Análisis de la topología lógica y física: analizar el tipo de topología física y lógica de la red existente. Dispositivos terminales (los dispositivos que los usuarios

tienen conectado a la red, las aplicaciones que normalmente utilizan con la red y observar la estructura del cableado).

PASO 2: determinar los requerimientos de topología y servicio de los usuarios.

Requerimientos de topología: determinar la topología de la red de comunicaciones ejemplo: topología en anillo, estrella, etc.

Requerimientos de servicio de los usuarios: determinar los servicios y aplicaciones que normalmente se utilizarán en nuestra área de interés por los usuarios y también determinaremos la cantidad de usuarios que estarán en la red tomando en cuenta un porcentaje extra para futuros usuarios.

Requerimientos de potencia y tráfico: Para determinar el tráfico debemos realizar el cálculo de ancho de banda requerido por los usuarios en total y en caso de usar fibra óptica también debemos saber la potencia requerida para nuestra red.

PASO 3: Realizar el diseño de infraestructura y servicios, seleccionando equipamiento y tecnologías de transmisión de acuerdo a los requerimientos. Determinar el tipo de diseño a utilizar ya que existen dos tipos (ascendente y descendente)

Diseño descendente. Para poder realizar este diseño se necesita:

1) **Zonificación:** Dividir el área de interés en zonas para facilitar el diseño y realizar el esquema general de la red tomando en cuenta las zonas.

2) **Definición de especificaciones:** En este punto definiremos el tipo de red que utilizaremos y donde debemos utilizar los requerimientos de la red, para determinar las especificaciones de la misma con la finalidad de obtener una idea clara sobre las características que deben cumplir los equipos para nuestra red.

PASO 4: Verificación del tiempo estimado de ejecución del proyecto y personal técnico encargado.

En este paso se debe tomar en cuenta el tiempo de ejecución de cada etapa de la acometida de la red, desde el tendido de la red troncal hasta la instalación del equipo

ONU a cada usuario. Se debe verificar la cantidad de personal y las tareas que ejecutará el personal técnico.

2.2.6 Elementos de una red PON

Terminal de Línea Óptica (OLT) Optical Line Termination.

El Terminal de Línea Óptica, conocido como el Equipo Central Óptico, es el elemento activo situado en sitio central de equipamiento. De él parten las fibras ópticas hacia los usuarios (cada OLT suele tener capacidad para dar servicio a varios miles de usuarios)

Este equipo agrega el tráfico proveniente de los clientes y lo encamina hacia la red de agregación. Realiza funciones de router para poder ofrecer todos los servicios demandados por los usuarios.

Terminal de Red Óptica (ONT) Optical Network Termination

También conocido como Modem Óptico, es el elemento situado en casa del usuario que termina la fibra óptica y ofrece las interfaces de usuario. Estos interfaces han evolucionado del fast Ethernet al gigabit Ethernet a la par que las velocidades ofrecidas a los usuarios.

Unidad Remota de Multiviviendas MDU (Multi Dwelling Unit):

Es la que permite ofrecer servicio a múltiples usuarios, frente a las ONTs que dan servicio a un único cliente. Existen varios modelos de MDU.

MDU xDSL: Termina la fibra óptica que llega de la central telefónica. Utiliza tecnología xDSL para ofrecer servicios a los usuarios. Van integrados dentro de un armario, que se ubica en una zona común del edificio, con fácil acceso a los pares de cobre que llegan a los pisos. La ventaja fundamental que ofrecen respecto a las ONTs es que permiten aprovechar las redes verticales de cobre que existen en los edificios. La desventaja es que tienen todas las limitaciones de las tecnologías xDSL.

MDU con interfaces fast o Giga Ethernet: Están equipadas con una gran cantidad de interfaces Ethernet y permiten dar servicio a un edificio que esté cableado con cable UTP o a una empresa.

Splitter (Divisor óptico):

El splitter es el encargado de separar las señales ópticas y entregar cada longitud de onda a cada usuario.

2.2.7 Arquitectura FTTH

La tecnología de telecomunicaciones FTTH, se basa en utilizar cables de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos adaptados a esta tecnología para distribuir servicios avanzados, como el Triple uso telefonía, Internet de banda ancha y televisión, a los hogares y negocios los abonados. (Ver Figura 2)

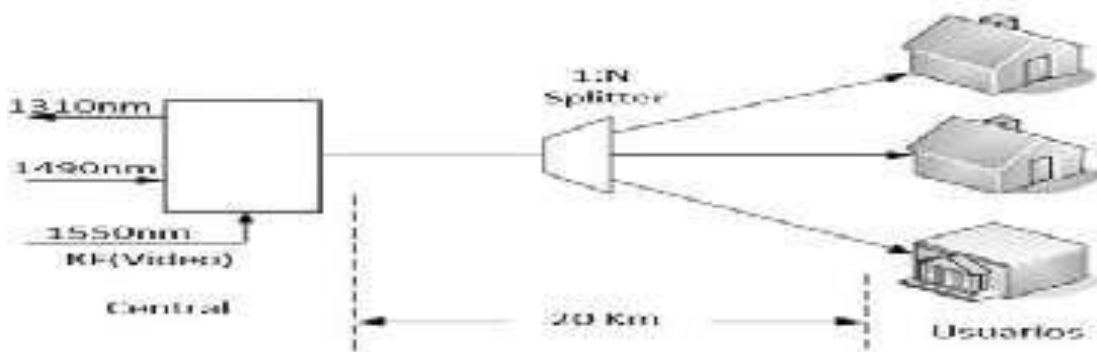


Figura 2. Estructura de un sistema GPON

Fuente: <https://sites.google.com/site/proyectedefindecarrera>

2.2.8 OLT Especificaciones de diseño para una red FTTH

Residencial - Viviendas -Unifamiliares

Estas casas pueden formar una manzana o incluso, en núcleos urbanos, estar intercaladas entre bloques de edificios. Como la conexión sería única, solo se realizaría instalación en el domicilio en el caso de que el cliente contratara los servicios ofrecidos por la red diseñada. Por ello, se utilizarán también elementos de distribución con cubierta protectora de exterior, al igual que en los bloques con cableado exterior. Los nodos de acceso que dan servicio a las áreas con viviendas unifamiliares suelen ubicarse en lugares apropiados para ello, que resulta ser el punto más cercano a todos

ellos. En estos casos se debe establecer un enlace de conexión punto a punto con un par de fibra entre cada vivienda y el nodo de acceso.

Edificios – Viviendas Multifamiliares

Las áreas con bloques de viviendas multifamiliares consisten generalmente en diversos propietarios (que serán abonados finales) distribuidos en varias plantas por bloque. Estas propiedades se encuentran agrupadas dentro de un área limitada y pueden ser viviendas de nueva construcción con canalizaciones internas o viviendas de antigua construcción con cableado por fachada. En caso de fibra hasta el hogar, se instalará un divisor en una caja de empalmes perteneciente a la red de alimentación para desplegar una única fibra a cada edificio, introduciéndola por la arqueta de entrada o por la misma pared de la estructura, en caso de una instalación de fachada. (Ver figura 3)

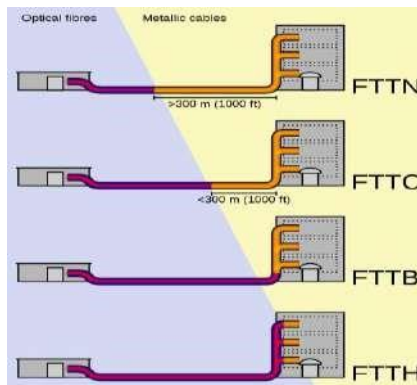


Figura 3. Esquema que ilustra como varían las arquitecturas FTTx

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/FTTx#/media/Archivo:FTTx.svg>

2.3 Bases legales Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV)

A partir de la Constitución de 1999, Venezuela ha experimentado un intenso desarrollo legislativo, dentro de estos cambios, la tecnología ha ocupado un lugar de destacada importancia. En el propio texto constitucional se puede apreciar la influencia de la tecnología en el ámbito jurídico, al consagrarse el acceso a la tecnología como un derecho fundamental de los ciudadanos, reconociéndose dentro de los derechos culturales, el carácter de interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación.

Ley orgánica de telecomunicaciones

Artículo 1

Esta Ley tiene por objeto establecer el marco legal de regulación general de las Telecomunicaciones, a fin de garantizar el derecho humano de las personas a la Comunicación y a la realización de las actividades económicas de telecomunicaciones Necesarias para lograrlo, sin más limitaciones que las derivadas de las leyes y de la Constitución de la República. Se excluye del objeto de esta Ley la regulación del contenido de las transmisiones y Comunicaciones cursadas a través de los distintos medios de telecomunicaciones, la cual se regirá por las disposiciones constitucionales, legales y reglamentarias correspondientes.

Artículo 2

Los objetivos generales de esta Ley son:

- 1.** Defender los intereses de los usuarios, asegurando su derecho al acceso a los Servicios de telecomunicaciones, en adecuadas condiciones de calidad, y salvaguardar, en la prestación de estos, la vigencia de los derechos constitucionales, en particular el del respeto a los derechos al honor, a la intimidad, al secreto en las comunicaciones y el de la protección a la juventud y la infancia. A estos efectos, podrán imponerse obligaciones a los operadores de los servicios para la garantía de estos derechos.
- 2.** Promover y coadyuvar el ejercicio del derecho de las personas a establecer medios de Radiodifusión sonora y televisión abierta comunitarias de servicio público sin fines de lucro, para el ejercicio del derecho a la comunicación libre y plural.
- 3.** Procurar condiciones de competencia entre los operadores de servicios.
- 4.** Promover el desarrollo y la utilización de nuevos servicios, redes y tecnologías cuando estén disponibles y el acceso a éstos, en condiciones de igualdad de personas e impulsar la integración del espacio geográfico y la cohesión económica y social.
- 5.** Impulsar la integración eficiente de servicios de telecomunicaciones.
- 6.** Promover la investigación, el desarrollo y la transferencia tecnológica en materia de Telecomunicaciones, la capacitación y el empleo en el sector.

7. Hacer posible el uso efectivo, eficiente y pacífico de los recursos limitados de Telecomunicaciones, tales como la numeración y el espectro radioeléctrico, así como la Adecuada protección de este último.

8. Incorporar y garantizar el cumplimiento de las obligaciones de Servicio Universal, calidad y metas de cobertura mínima uniforme, y aquellas obligaciones relativas a

Seguridad y defensa, en materia de telecomunicaciones.

9. Favorecer el desarrollo armónico de los sistemas de telecomunicaciones en el espacio Geográfico, de conformidad con la ley.

10. Favorecer el desarrollo de los mecanismos de integración regional en los cuales sea Parte la República y fomentar la participación del país en organismos internacionales de Telecomunicaciones.

11. Promover la inversión nacional e internacional para la modernización y el desarrollo del sector de las telecomunicaciones.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) Normativa para fibra óptica

Estándar ansi/tia/eia-568-b.3-1

Aunque ya hace varios años que 10 GBE es soportado por fibra óptica, parece que sabemos muy poco al respecto, a pesar de que se cuenta con el estándar IEEE 802.3ae por el lado del equipamiento activo y con el estándar ANSI/TIA/EIA-568-B.31 por el lado de la infraestructura pasiva de telecomunicaciones. Conozcamos un poco acerca de ambos estándares.

Estándar IEEE 802.3ae

- Radio de curvatura mínimo: 20 veces el diámetro del cable o inferior.
- Normativa a cumplir.
- UIT G-651
- IEC 60793 (Incluyendo IEC 60793-2-10)
- ISO/IEC 11801 Ed.2.0

- TIA/EIA-492AAAC
- IEC-60331
- IEC-60332-3-C
- IEC 60754
- Atenuaciones máximas: 3,0 dB/km a 850nm y 1,0 dB/km a 1300 nm.
- Diámetro del núcleo: $50 \pm 3,0$ mm
- Diámetro de revestimiento: $125 \pm 2,0$ mm
- Recubrimiento primario: aplicado directamente sobre la FO (libre de gel) en una o dos de compuesto de acrilato, silicona multicapa u otro material de características similares
- Apertura numérica: $0,200 \pm 0,015$
- Índice de refracción: 1,482 a 850nm , 1,477 a 1300nm
- Ancho de Banda: a 850 nm: mayor a 600MHz.km y a 1300nm mayor a 120Mhz.km

Recomendaciones UIT.

Debido a la necesidad de brindar al usuario mejores costos, competitividad y diversidad de marcas, se han propuesto un conjunto de recomendaciones que regulan las diferentes características de los equipos desarrollados para el soporte del estándar GPON. Las presentes recomendaciones se enmarcan en el mejoramiento de algunas de las características de la serie ITU-T G.983.X, la cual considera el mismo método de transmisión sobre redes ópticas pasivas para el protocolo ATM, por tanto su alcance resulta ampliado en cuanto a las velocidades de manejo de la información, Gigabits por segundo. Cinco recomendaciones aprobadas en la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT O ITU en la serie G: (Sistemas y Medios De Transmisión, Sistemas y Redes Digitales).

UIT-T G.984.1: Se trata de la introducción hacia el estándar GPON, presentando características generales de funcionamiento y constitución, con el fin de llegar a la convergencia de equipos, así como mostrar la topología utilizada.

UIT-T G.984.2: Se describe una red flexible de acceso en fibra óptica capaz de soportar los requisitos de banda ancha de los servicios a empresas y usuarios residenciales. La descripción de esta recomendación abarca servicios de voz, distributivos y de datos con velocidades en Gbps. En febrero del 2006, es publicada la recomendación ITU-T G.984.2 Enmienda 1 “Nuevo apéndice III – Prácticas idóneas utilizadas en la industria para redes ópticas pasivas con capacidad de 2,488Gbit/s en sentido descendente y 1,244Gbit/s en sentido ascendente”, con lo cual se dictan las correspondientes normas de uso del estándar GPON en las velocidades indicadas. UIT-T G.984.3: Denominada como la especificación de la Capa de convergencia de Transmisión TC (Transmission Convergence), expone los formatos de trama, el método de control de acceso, el método ranging, aspectos de fibra óptica, explicando algunas de las redes con acceso flexible para este medio, describiendo las características de las redes PON.

Además, involucra los pasos que se deben considerar para el diseño de la red GPON en base a las distancias, funcionalidad y seguridad. UIT -T G.984.4: Especificación de la interfaz de control y gestión OMCI (ONT Management and Control Interface) de la terminación de red óptica

ONT, donde el análisis se enfoca en los recursos y servicios procesados de una base de información de gestión o manejo MBI (Management Información Base) independiente del protocolo de comunicación entre OLT y ONT. La MBI específicamente dirige la gestión o manejo de la configuración, averías y de calidad de funcionamiento de la ONT, considerando lo siguiente: las capas de adaptación que en el estándar ATM son la 1, 2 y 5, la capa de adaptación GEM, los servicios de emulación de circuitos, servicios de Ethernet, servicios de voz y el tipo de multiplexación que maneja el estándar WDM (Wavelength División Multiplexing).

Logrando con ello establecer o terminar las conexiones a través de la ONT, manejar las interfaces usuario-red UNI en la ONT, pedir información de configuración y estado de la calidad de operación e informar sin necesidad de intervenciones ajenas las posibles fallas en los Enlaces.

UIT-T G.984.5: Recomendación que sugiere el rango de bandas y longitudes de onda que se reservan para en un futuro, implementar señales de nuevos servicios, usa la técnica de multiplexación de información (WDM), para aprovechar de mejor manera en el caso de nuevas redes ópticas pasivas, en virtud del manejo recomendable de las ODN.

2.4 Definición de términos básicos.

Atenuación: Significa la disminución de potencia de la señal óptica, en proporción inversa a la longitud de fibra. La unidad utilizada para medir la atenuación en una fibra óptica es el decibel (dB).

Banda ancha: Capacidad para transmitir datos un canal compartido.

Bps: bit por segundo.

Conector: Son uniones desmontables que permiten la conexión y la desconexión.

dB/Km: decibelios por kilómetros. Unidad para medir la pérdida o atenuación en una fibra óptica.

Dispersión: el cambio de dirección de la luz.

Distribuidor de fibra óptica (ODF): Un distribuidor óptico (ODF) se utiliza principalmente para conectar y programar fibras y cables ópticos. Es aplicable a las intersecciones de fibras entre una red y los dispositivos de transmisión óptica, así como entre los cables ópticos de las redes de acceso.

Ethernet: estándar de redes de área local para computadoras.

Fast o Giga Ethernet: ampliación del estándar Ethernet que consigue una capacidad de un gigabit por segundo

Fibra hasta el hogar (FTTH): también conocida como fibra hasta el hogar.

Gigabit-capable: Capacidad de Gigabit.

ITU: Son las siglas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, organismo especializado de la Organización de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones.

ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

ITU-T: sector de normalización de la ITU.

Mbps: Megabit por segundo, es una unidad de transmisión de datos utilizada para medir velocidad de una conexión.

Núcleo: El centro de la fibra, donde se transmite la luz.

Red troncal (o backbone): es una red utilizada para interconectar otras redes, es decir, un medio que permite la comunicación de varias LAN o segmentos.

Red: conjunto de equipos y dispositivos periféricos conectados entre sí. Se debe tener en cuenta que la red más pequeña posible está conformada por dos equipos conectados.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Según Arias Fidias, (2012): “La metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “cómo” se realizará el estudio para responder al problema planteado”. (p. 111).

De esta manera, se dará a conocer el abordaje metodológico llevado a cabo para cubrir el problema planteado, a través del diseño de una red FTTH con tecnología GPON (Red Pasiva Óptica con Capacidad de Gigabit). Para mejorar el acceso a internet. Así como también se podrá comprender el tipo y diseño de investigación, población y muestra, técnicas de recolección de datos y fases del desarrollo de la investigación.

3.1 Tipo de investigación

De acuerdo al Manual de tesis de grado de especialización, maestría y tesis doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL, 2003), “la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas.” (P, X)

Para desarrollar esta modalidad lo primero que se debe hacer es un diagnóstico; el segundo paso consiste en plantear y fundamentar teóricamente la propuesta y establecer tanto el procedimiento Metodológico como las actividades y recursos necesarios para su ejecución. Por último, se realiza análisis sobre la factibilidad del proyecto y, en caso de que el trabajo incluya el desarrollo, la ejecución de la propuesta con su respectiva evaluación, tanto del proceso como de los resultados.

El propósito fundamental de esta modalidad es el de presentar proposiciones, planteamientos que se puedan ejecutar, como, por ejemplo: programas de actualización o capacitación, programas de instrucción en cualquier área, estructuras de planes de

estudio, creación de cursos de formación, creación de instituciones o carreras, modelos innovadores de estrategias.

Basado en este concepto, el proyecto que se propone desarrollar converge en cada aspecto con la definición de proyecto factible, en vista de que su finalidad es lograr la solución a un problema planteado, a través de un procedimiento metodológico, evaluando la viabilidad de la propuesta de una red óptica pasiva para mejorar el servicio de internet, de manera que pueda ser llevado a cabo para dar respuesta a una problemática.

3.2 Nivel de Investigación

La investigación descriptiva, para Arias, F. (2012, pág. 24), “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”. Siendo el objetivo de la presente investigación.

Este trabajo se ha considerado de tipo descriptivo ya que el nivel de investigación consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus aspectos más importantes, es decir, en si el objetivo de este nivel de investigación es el de conocer las situaciones frente a un tema en particular, no quedándose solo en la recolección de datos sino también en ayudar a predecir e identificar la relación que existe entre dos o más variables.

3.3 Diseño de la investigación

Según Dzúl Marisela (2013) El diseño de campo se basa en categorías, conceptos, variables, sucesos, comunidades o contextos que ya ocurrieron o se dieron sin la intervención directa del investigador. El diseño de la investigación es de campo debido a que se realiza la observación directa al sector 2-C, ubicado en la urbanización Las agüitas en Valencia estado Carabobo. Con el fin de recolectar los datos necesarios para determinar la cantidad de elementos de la infraestructura de la red. Apoyado en este concepto, el proyecto que se plantea desarrollar concurre en cada aspecto con la acepción de un proyecto viable, en virtud de que su propósito es obtener el desenlace

a un problema abordado, estudiando la factibilidad de la propuesta de un diseño FTTH para perfeccionar el acceso al servicio de internet.

3.4 Población y Muestra.

3.4.1 Población

La población son todas las características considerables en las estadísticas de una investigación. Arias, F. (2012), realiza la siguiente definición: “La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. (p, 81).

En la población del siguiente trabajo se tomarán todas las redes de comunicación de fibra óptica FTTX, específicamente en el sector 2-C de la urbanización Las Agüitas, ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo.

3.4.2 Muestra

La muestra es todo aquel subconjunto considerado en una determinada población, a la cual se aplicará la posterior técnica de recolección de datos. Según Áreas, F. (2012), expresa que: “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (p. 83)

En la muestra del siguiente trabajo de grado se tomarán las redes de comunicaciones de fibra óptica hasta el hogar (FTTH) en el sector 2-C de la urbanización Las Agüitas, ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo a la cual se le hará el diseño de la red de acceso FTTH con tecnología GPON.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

Es el medio por el cual el investigador facilita la recolección de datos, valiéndose del mismo para obtener la información necesaria. Palella, S y Martins, F. (2012), concluyen que:

“Una vez realizado el plan de la investigación y resueltos los problemas que plantea el muestreo, empieza el contacto directo con la realidad objeto de la investigación o trabajo de campo. Es entonces cuando se hace uso de las técnicas de recolección de datos, que son las distintas formas o maneras de obtener la información”

La presente investigación tiene como técnica la encuesta, la cual, según Arias, F. (2012) es definida como,

“Técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de sí mismo, o en relación con un tema particular.” (P, 72).

Por ello, es importante destacar que los investigadores utilizaran la encuesta descriptiva debido a que se creará un registro sobre las actitudes de los habitantes con respecto a sus sistemas de servicios de telecomunicaciones, y de respuesta cerrada ya que presenta dos alternativas de respuesta de forma tal que se obtenga una tendencia en el sentimiento de conformidad de los habitantes con el servicio.

En esta oportunidad en consenso con el tutor asignado se redactó la siguiente serie de preguntas que ayudaron al diagnóstico de la situación actual de la localidad.

Tabla 1. Encuesta realizada en la zona de estudio

Preguntas	Si	No
1) ¿Tiene usted algún proveedor de servicios de Telecomunicaciones por fibra óptica?		
2) ¿Cuenta usted con algún proveedor de servicios de Telecomunicaciones por enlace inalámbrico?		
3) ¿Posee usted intermitencias de señal con su actual proveedor de servicios de internet?		
4) ¿Está usted conforme con la velocidad en la que navega actualmente con su proveedor de servicios de internet?		

5) ¿Se ve usted afectado por problemas de conectividad en otras áreas?		
6) ¿Conoce usted otro sistema de Telecomunicaciones distinto al que utiliza actualmente?		
7) ¿Sabe usted que es la fibra óptica y para que se utiliza?		
8) ¿Conoce usted que son las redes GPON y su alta capacidad para transmitir información?		
9) ¿Estima usted que una implementación de una red de acceso FTTH beneficie la calidad de internet en el sector 2-C de la Urbanización las Agüitas?		
10) ¿Estaría usted dispuesto a adquirir y cancelar mensualmente los planes que se ofrecen para las redes de fibra óptica?		

De igual forma, la observación directa es un método por el cual el investigador se vale para obtener, tal y como lo dice su nombre, la información directa del análisis que se desea desarrollar. Hurtado, J. (2010) cita: “La observación directa y natural de los hechos es el punto de partida del método del empirismo. Según Bacon esta observación debe hacerse dejando de lado los prejuicios, a los que este autor llamó ídolo. (pág. 112).

El presente trabajo de investigación se vale de la observación directa, específicamente en la problemática que se encuentra en el sector 2-C de la urbanización Las Agüitas, ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo. De esta manera se podrá obtener un posible diagnóstico de todas las variables operativas para el diseño de la red de acceso FTTH con tecnología GPON para la urbanización las Agüitas ubicada en Valencia Estado Carabobo.

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Un instrumento sirve como recurso material que se relaciona con el individuo al cual se le hace el análisis. Para Arias, F. (2012), los instrumentos: “Son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. Ejemplo: fichas, formato de cuestionarios, guía de entrevistas, lista de cotejos, escalas de actitudes u opinión, grabador, cámara fotográfica o de video, etc.”. (pág.111).

En la presente investigación, tiene como instrumento de recolección de datos la cámara fotográfica. Evidenciando la muestra finita antes propuesta, para así destinar la misma, logrando entonces los resultados que se desean alcanzar.

Por otra parte, la lista de cotejo representa otro instrumento de recolección de datos de la presente investigación para determinar la presencia o ausencia de una serie de indicadores.

3.6. Fases de la Investigación Fase I: “Diagnosticó el estado en el que se encuentran actualmente los sistemas a través de los cuales se reciben los servicios de internet, en el sector 2-C de la urbanización las Agüitas ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo.”

Actividades:

En esta segunda etapa, se realizó el diagnóstico en el cual se encuentran las redes que brindan los diferentes servicios de internet a los habitantes de esta localidad.

Fase II: “Determinó los componentes del diseño de la red FTTH para el sector 2C de la urbanización las Agüitas ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo.”

Actividades:

En esta fase inicial se realizó la determinación de los componentes a utilizar para el diseño de la red FTTH.

Fase III: Diseñó la red FTTH en el programa OZmaps.

Actividades:

Posteriormente, en este nivel se desarrolló el diseño y arquitectura de la red en el programa OZmap basados en tecnología GPON a través de la cual se procuró cubrir las expectativas en cuanto a capacidad y rendimiento para satisfacer las necesidades previamente planteadas tomando en cuenta la estructura y características de esta localidad.

Fase IV: “Estudió la factibilidad técnica, social, ambiental y de costos que tiene el presente proyecto en el sector 2-C de la Urbanización Las Agüitas ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo.”

Actividades:

Finalmente, se estudió la factibilidad del proyecto. En el aspecto social, se captó la receptividad de los clientes ante la propuesta planteada y las mejoras que ofrece. En el aspecto ambiental, se determinó el impacto ambiental del desarrollo de este proyecto. En el aspecto técnico, se planteó la capacidad de expansión y mejoras operativas que presento la red óptica pasiva, ante los sistemas utilizados actualmente y finalmente se realizó un estudio de costos de inversión y retorno del proyecto.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En lo que respecta a las técnicas de análisis y presentación de resultados, el autor Tamayo y Tamayo (2007), expresa lo siguiente: “los datos tienen su significado únicamente en función de las interpretaciones que les da el investigador. De nada servirá una abundante información si no se somete a un adecuado tratamiento analítico; pueden utilizarse técnicas lógicas y estadísticas”. (p 123).

En este capítulo se describen los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación mediante la aplicación de las técnicas de recolección de datos descritas en las fases expuestas anteriormente. Finalmente, el investigador se apoya en los resultados obtenidos para plantear estrategias de solución viables, así como lo es la propuesta de la red para la mejora de las comunicaciones en el sector de estudio. La presente investigación tuvo como propósito diseñar una propuesta que permita mejorar el acceso a la red de internet en el sector 2-C de la urbanización “La Agüitas”. Se aplicó inicialmente una revisión documental que permitió apoyar teóricamente el estudio. Posteriormente se llevó a cabo la investigación de campo para realizar el diagnóstico que sustente los resultados en función a los objetivos específicos planteados. Cada uno de los resultados obtenidos se explica a continuación.

4.1 Fase I: Diagnóstico del estado en el que se encuentran actualmente los sistemas a través de los cuales se reciben los servicios de internet, en el sector 2-C de la urbanización las Agüitas ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo.

Con la finalidad de identificar la situación problemática actual de los servicios de datos e internet en el sector 2-C de la urbanización las Agüitas, se presenta esta sección, en la cual se utilizaron técnicas de recolección de datos, tales como la observación directa, recursos fotográficos y encuestas descriptivas de respuestas cerradas la cual

fue realizada a una muestra de 96 personas a las cuales se les aclararon las dudas que surgieron en el momento.

El sector 2-C de la urbanización las Agüitas está ubicado en Valencia, estado Carabobo, en el municipio Los Guayos (Ver figura 6 y 7). Dicho sector cuenta con 246 viviendas y aproximadamente 6 personas por cada una. Dichas viviendas en promedio cuentan con una construcción de 150mts^2 , generalmente con capacidad para 3 cuartos, 2 baños, sala de estar, cocina, porche y patio trasero.

Los principales proveedores de internet en la zona son: CANTV, Movistar y Digitel (a través de datos móviles).

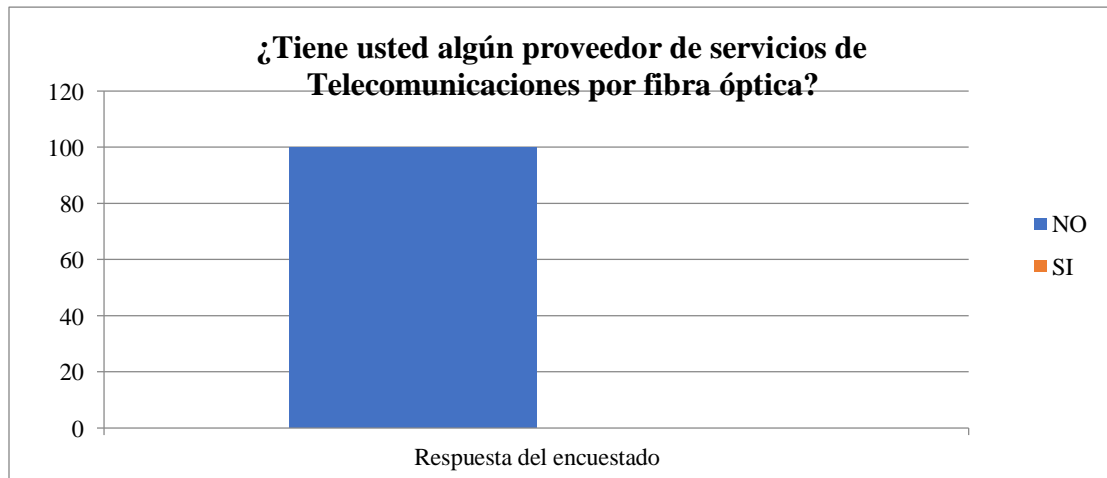
La actual red de cobre de CANTV llega desde un poste (Ver figura 8), el cual pasa a cada vivienda de manera aérea (Ver figura 9), conducido hasta un punto óptimo dentro de la vivienda, donde se coloca la acometida ADSL de CANTV, la cual es una tecnología que cuenta con la capacidad de permitir la conexión y transmisión de datos a través de la red de telefonía básica.

En cuanto a las comunicaciones mediante operadoras de telefonía celular, hay diferentes tipos de conexiones, por ejemplo, 3G y 4G LTE de las empresas Movistar y Digitel. Este tipo de conexiones termina siendo muy cara porque la cantidad de datos que pueden descargar y transferir es muy baja y se consume muy rápido. Además, los precios por transferencias extras son muy elevados. Digitel y Movistar ofrecen un ancho de banda el cual varía dependiendo de las condiciones climáticas, lo cual trae como consecuencia un servicio inestable, (Ver figura 11 y 12).

Estar conectado desde un servicio de telefonía celular 3G o 4G no les da acceso a los habitantes del sector a todas las posibilidades de internet.

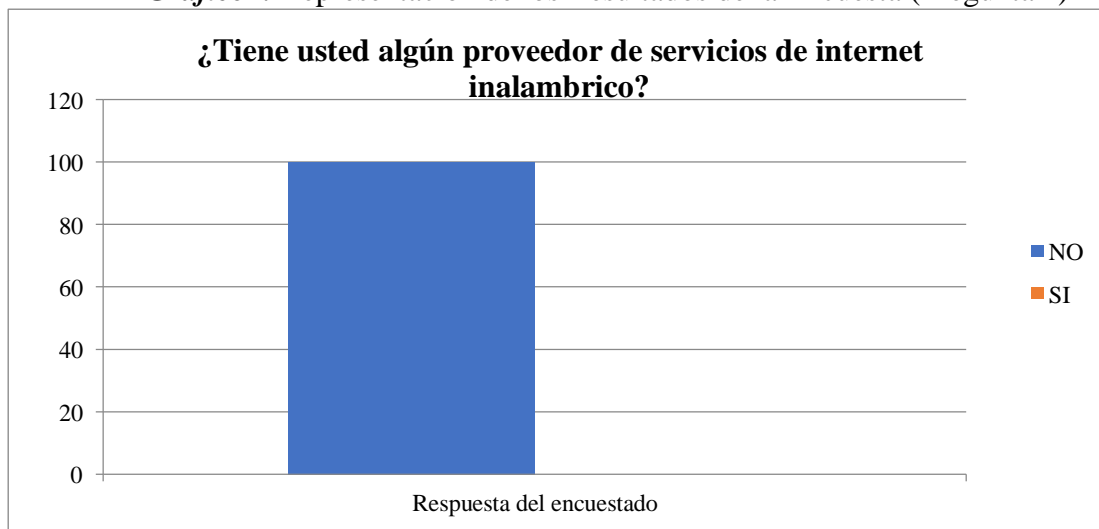
A continuación, presentamos algunas de las fallas más comunes, según los resultados arrojados por la encuesta, en las cuales los habitantes del sector 2C de “Las Agüitas” se han visto afectados:

Grafico 1. Representación de los Resultados de la Encuesta (Pregunta 1)



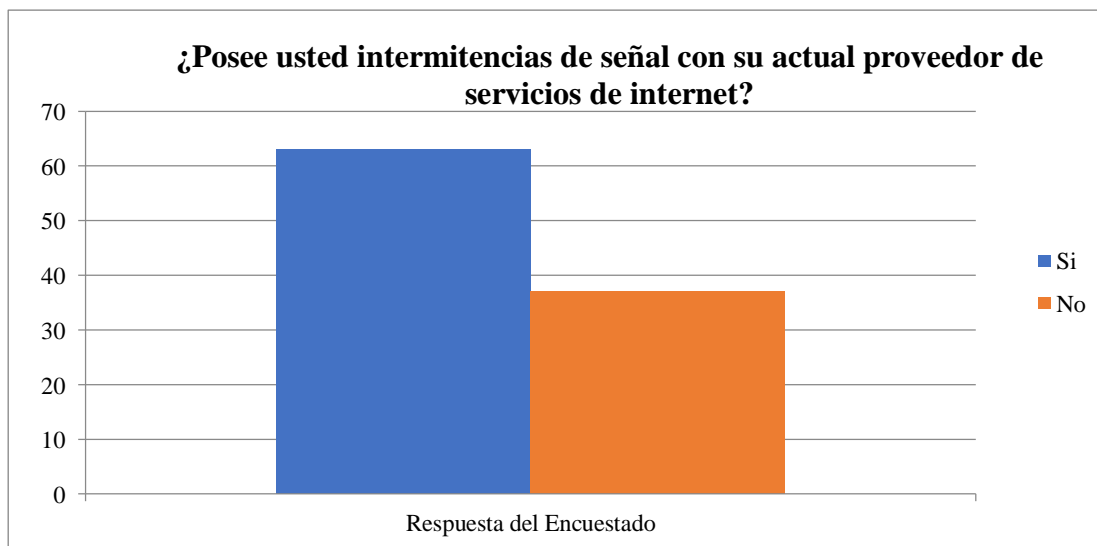
Según lo observado en el gráfico 1, el 100% de los encuestados manifiesta no poseer servicio de telecomunicaciones por fibra óptica por lo que los problemas que presenta la comunidad, son atribuibles a otro tipo de servicio de internet (ADLS de CANTV, datos móviles de Movistar y Digitel).

Gráfico2. Representación de los Resultados de la Encuesta (Pregunta 2)



Al analizar los resultados del gráfico 2, se observa que el 100% de la muestra afirma no contar con este tipo de servicio, este resultado en conjunto con el anterior delimita los proveedores de internet y a su vez las responsabilidades en cuanto a las deficiencias del servicio en la zona.

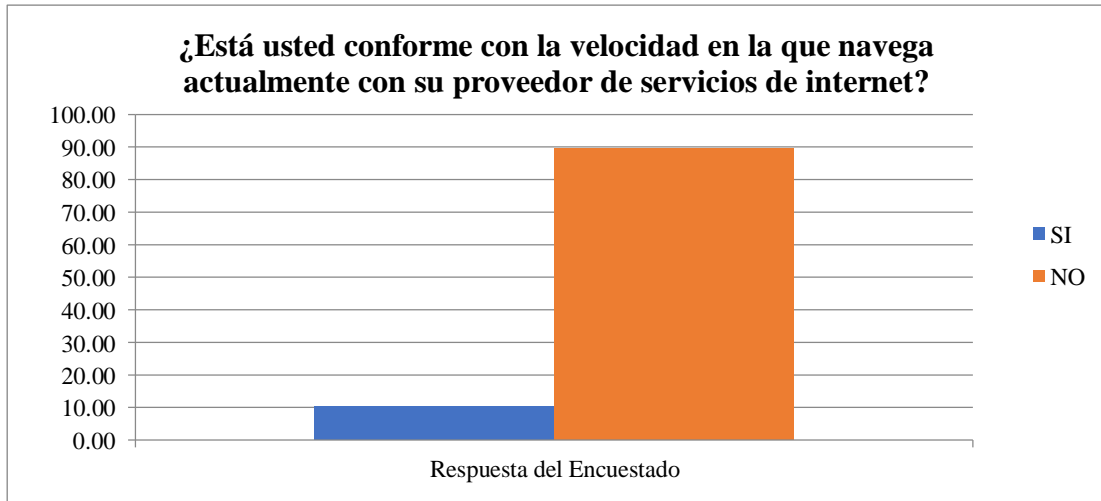
Gráfico 3. Representación de los Resultados de la Encuesta (Pregunta 3)



Partiendo de los resultados anteriores, al preguntar sobre la intermitencia de los servicios de telecomunicaciones, se observa cómo el 63% de los encuestados manifiesta sufrir de constantes caídas o colapsos en el servicio, corroborando su descontento con la eficiencia de la conectividad.

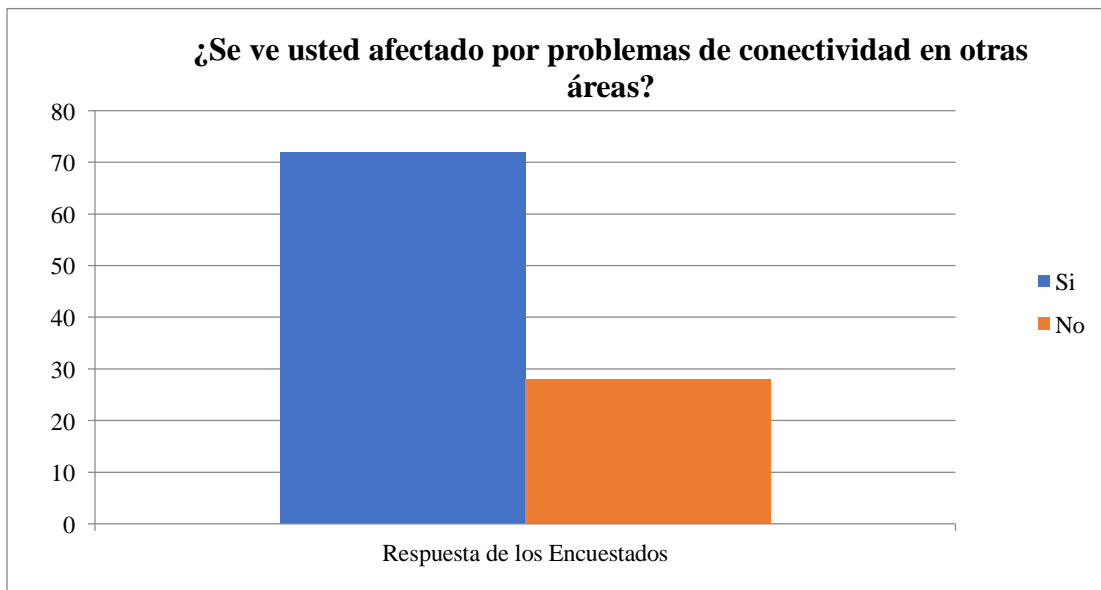
En cuanto a este particular las compañías que prestan el servicio en el sector 2C de la urbanización Las Agüitas, presentan fallas en la prestación de sus servicios debido a que por ejemplo, las instalaciones de la empresa CANTV se encuentran en un estado deplorable, al observarse postes doblados y con presencia de corrosión en su estructura, además de esto se visualiza ciertas irregularidades en cuanto al número de conexiones y de cables presentes en algunos de ellos (Ver figura 1), con respecto a las otras dos compañías de telecomunicaciones Movistar y Digitel que prestan los servicios de conexión 3G o 4G, no les brinda acceso a los habitantes del sector a todas las posibilidades de internet ya algunos sitios en internet no están diseñados para ser vistos en dispositivos móviles y la velocidad de datos celulares dificulta la carga de páginas que requieren cierta velocidad de descarga para funcionar eficientemente, por lo que la experiencia navegando en estos sitios se ve afectada.

Gráfico 4. Representación de los Resultados de la Encuesta (Pregunta 4)



Según lo observado en el gráfico 4, solo 10 consumidores están conformes con el servicio, la mayor parte de la población ha manifestado que las situaciones anteriores son las causas más comunes de su descontento.

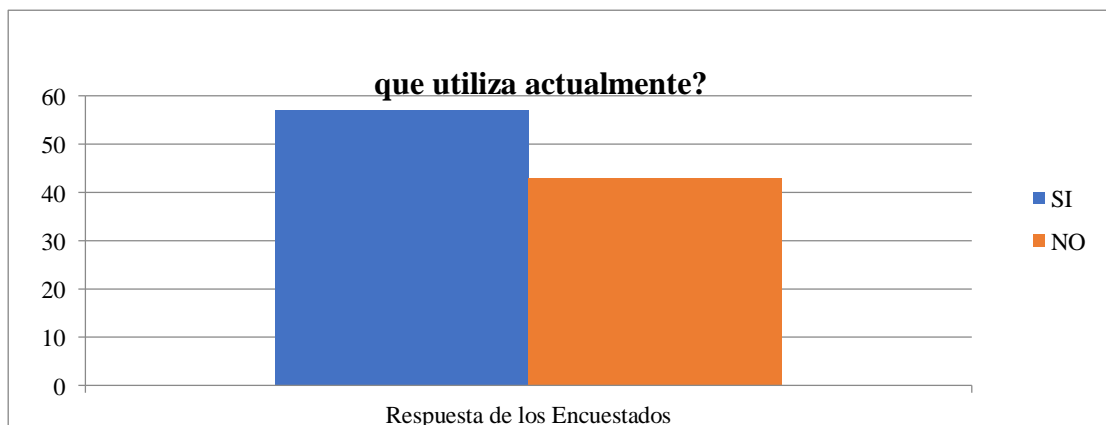
Gráfico 5. Representación de los Resultados de la Encuesta (Pregunta 5)



El 72% de los encuestados ha respondido de forma afirmativa a esta interrogante indicando inmediatamente que se ven afectados en el área laboral y los niños y jóvenes

en el área educativa, ya que necesitan tener acceso a una computadora e internet para realizar asignaciones, investigaciones, y asistir virtualmente a las clases. Por otra parte, debido a las nuevas modalidades implementadas por la actual pandemia del Covid-19 hoy en día muchos trabajos se han llevado a distancia y se han vuelto cada vez más indispensables conexiones estables las cuales no están disponibles en este momento en el sector 2-C.

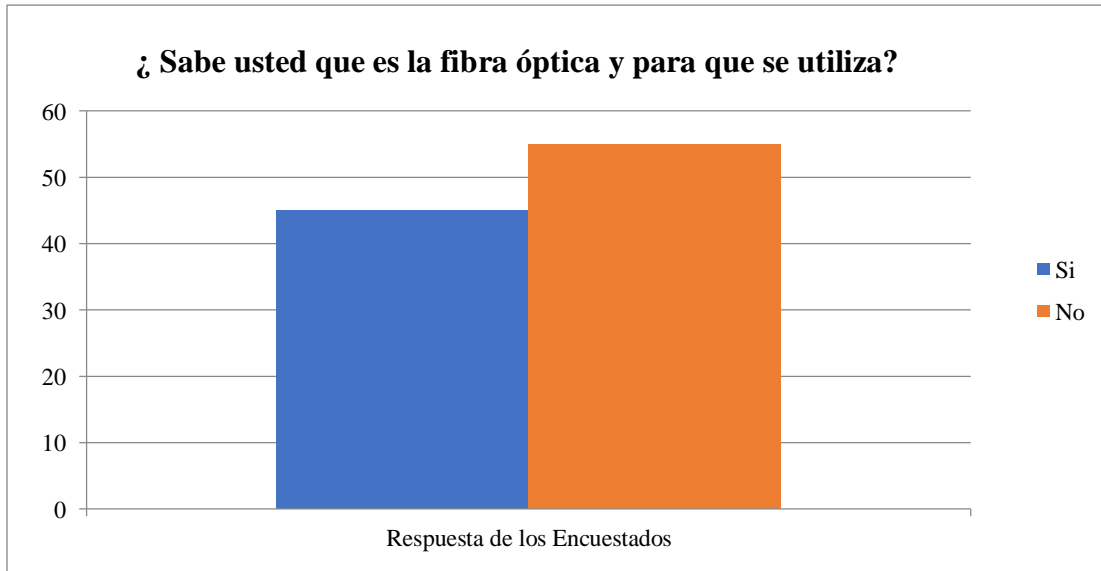
Gráfico 6. Representación de los Resultados de la Encuesta (Pregunta 6)



¿Conoce usted otro sistema de Telecomunicaciones distinto al

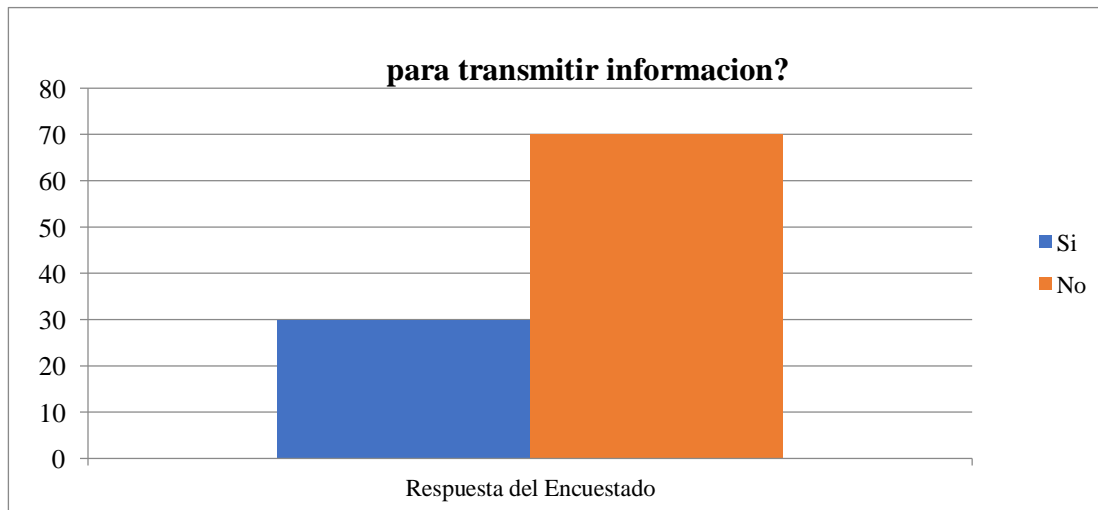
Al analizar el gráfico 6, se puede llegar a la conclusión que el 57% de los encuestados si conoce de otros tipos de servicios de telecomunicaciones distinto al que utiliza.

Gráfico 7. Representación de los Resultados de la Encuesta (Pregunta 7)



Los encuestados al responder esta pregunta afirman en un 45% conocer la fibra óptica y saber los diferentes usos de la misma.

Gráfico 8. Representación de los Resultados de la Encuesta (Pregunta 8)



¿ Conoce usted que son las redes GPON y su alta capacidad

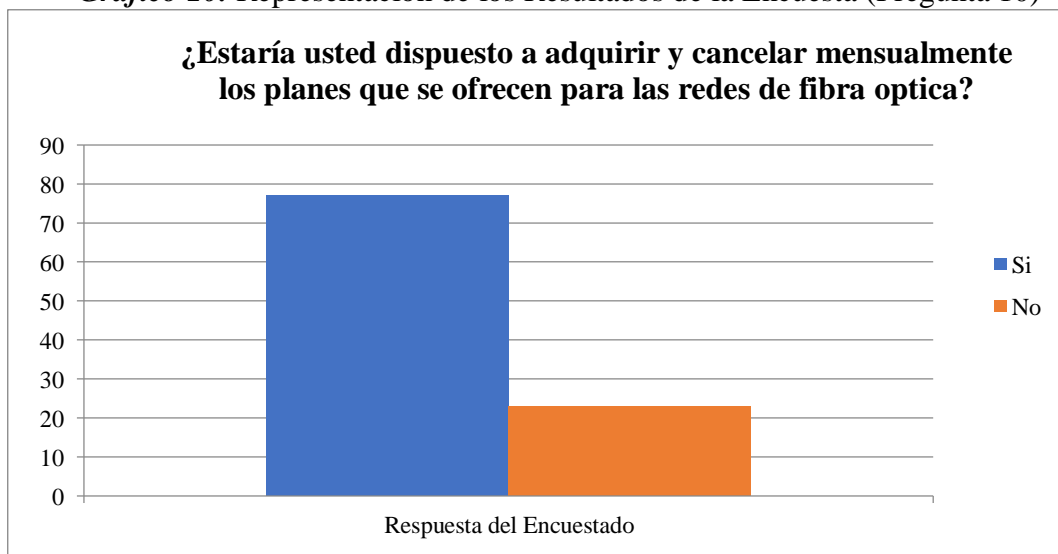
El 70% de las personas afirma no conocer este tipo de red, mientras que el 30% restante si conoce de la existencia de este tipo de redes en el área de las telecomunicaciones.

Grafico 9. Representación de los Resultados de la Encuesta (Pregunta 9)



La interpretación en general, afirma con un rotundo SI por lo que se debe implementar un nuevo servicio más actualizado como lo es la red FTTH con tecnología GPON para el sector 2-C de Las Agüitas.

Grafico 10. Representación de los Resultados de la Encuesta (Pregunta 10)



El 77% de los encuestados si están de acuerdo en cancelar el servicio tal y como es ofrecido dentro de esta propuesta.

Figura 4. Urbanización las Agüitas

Fuente: <https://www.google.com.ve/maps/@10.1696356,-67.9273389,17m/data=!3m1!1e3>



Figura 5. Sector “2-C” Las Agüitas.

Fuente: <https://www.google.co.ve/maps/@10.1702653,-67.9257826,444m/data=!3m1!1e3>



Figura 6. Poste donde llega una de la línea de cobre de CANTV.
Fuente: Balza, Figueroa (2021).



Figura 7: Canalización aérea de la línea de cobre de CANTV.
Fuente: Balza, Figueroa (2021).



Figura 8: Ejemplo de entrada interna de la línea de cobre de CANTV.
Fuente: Balza, Figueroa (2021).



Figura 9: Velocidad con red 4G Movistar en el Sector 2-C.
Fuente: Balza, Figueroa (2021).



Figura 10: Velocidad del servicio de internet CANTV en el Sector 2-C.

Fuente: Balza, Figueroa (2021)

4.1.1 Lista de cotejo

Para dar un diagnóstico más amplio acerca del estado actual en el que se encuentran las instalaciones en la que se desarrollara el diseño de la red FTTH para el sector 2-C de la urbanización las Agüitas, se ha recolectado mediante una lista de cotejo la siguiente información.

Tabla 2. Lista de cotejo utilizada en el diagnóstico de la zona en estudio

Fuente: Balza, Figueroa (2021)

Aspectos a evaluar	Cantidad	Observación
Postes	250	Se contabilizaron 250 postes de recorrido
Postes en buen estado	238	Postes aptos para un tendido de fibra óptica eficiente
Postes en mal estado	12	Postes con inclinaciones no favorables para realizar el tendido.
Tanquillas	0	No se encontraron tanquillas en el recorrido del troncal ni dentro del sector 2C
Distancia adecuada entre postes	30mts	Todos cuentan con una distancia estándar de 30 mts
Altura adecuada de los poste	8mts	Todos excepto 5 postes cuentan con una altura estándar de 8 mts
Postes con hormigón	5	Poseen una altura más elevada a la estándar y una resistencia extra.

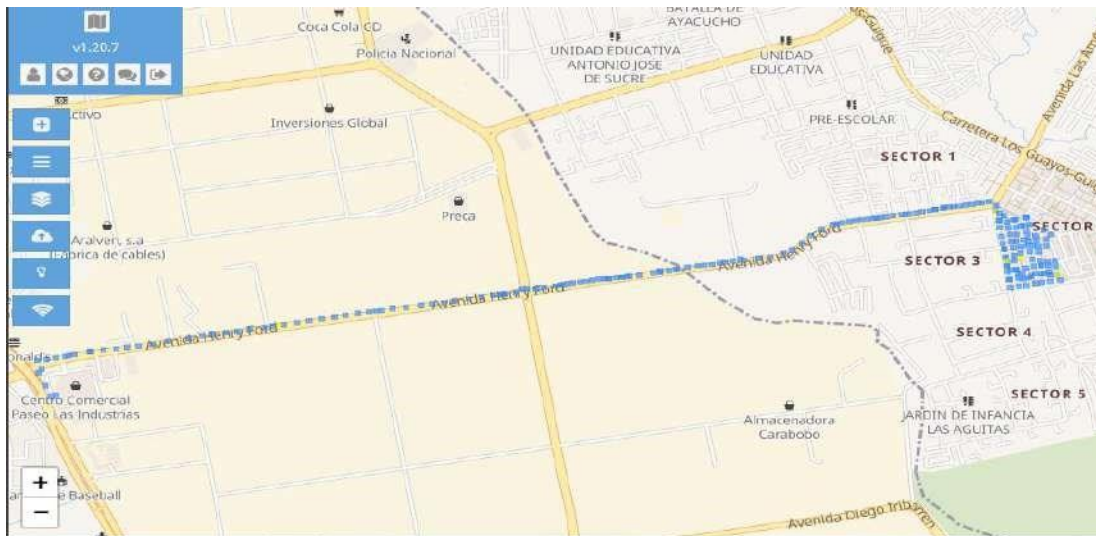


Figura 11. Recorrido de Postes del Troncal.

Fuente: Balza, Figueroa (2021)



Figura 12. Postes internos en el sector 2-C.

Fuente: Balza, Figueroa (2021)

4.2 Fase II. Determinar los componentes, materiales y equipos del diseño de la red FTTH para el sector 2 de la urbanización las Agüitas ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo.

En esta fase se seleccionaron los componentes, materiales y equipos de acuerdo a la información recolectada en la Fase I, se llevó a cabo una comparación de las

características, ventajas y desventajas que estos ofrecen, y se determinó la que ofreció mejores soluciones para utilizar en el diseño de la red FTTH para el sector 2C de la urbanización las Agüitas, además de los cálculos necesarios para su implementación. Por otra parte, en las siguientes secciones se hace mención a los diferentes equipos que se sugieren utilizar para la implementación del diseño propuesto. Cabe indicar que para la red de acceso FTTH se utilizarán equipos disponibles en el mercado, como son: splitters ópticos, cajas de dispersión y conectores.

4.2.1 Fibra Óptica

La fibra seleccionada es de tipo monomodo ADSS (single mode o SM), específicamente de 12 hilos, que debe cumplir con el estándar G.652, pues este permite trabajar en un rango de 1310 nm a 1625 nm. Dentro de las subcategorías de la norma G.652, se sugiere la de tipo D, en este tipo de fibra se reduce el pico de dispersión por iones de hidroxilo (OH⁻), aumentando de esta manera las velocidades de transmisión (ITU-T, 2001). En ese mismo sentido, se determinó usar este tipo de fibra y con capacidad de 12 hilos primeramente porque la fibra monomodo puede llegar a cubrir distancias de 40 km o más, sin dañar la señal, siendo ideal para aplicaciones de largo alcance lo que puede proporcionar, así como la cantidad elegida de hilos una escalabilidad en la red.

Por otra parte, la utilización de usar fibra ADSS frente a una plana con guía es la cantidad de herrajes que necesita para así poder conservar el tendido logrando ser más seguro y confiable frente agentes externos como (Fuentes vientos o lluvias), además de su comodidad de instalación en la elaboración de las mangas o cajas nap y su implementación sobre postes.

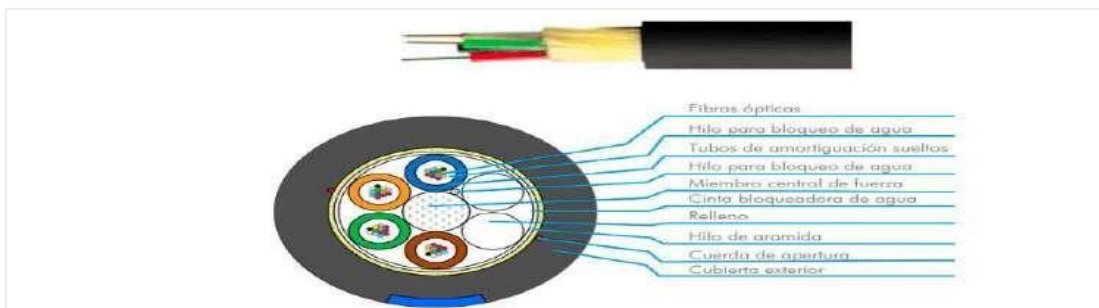


Figura 13. Cable ADSS - 12 Fibras Monomodo OS2 (9/125)

Fuente: <https://www.fibramarket.com/p/cable-adss-autosoportado-12-fibras-monomodo-os2-9-125-span-120m/>

4.2.2 Herraje helicoidal o preformado

Es un herraje consistente en alambre con forma helicoidal que proporciona la fuerza necesaria para tener el cable de fibra óptica por su propio apriete. Se determinó usar este herraje en particular porque es ideal para ser utilizado en sujeción de cables exteriores dieléctricos tipo ADSS y el interior del remate cuenta con abrasivo para garantizar la retención del cable.

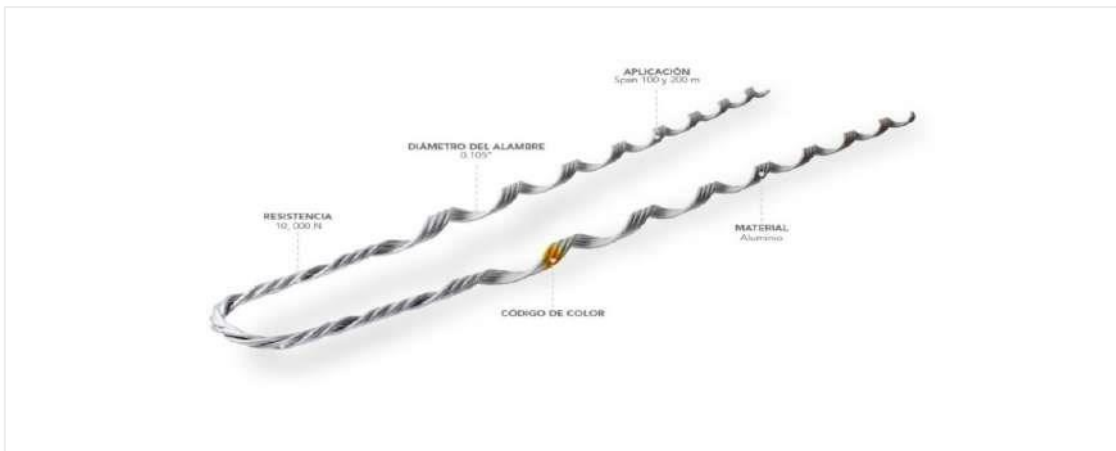


Figura 14. Preformado de Aluminio para Cable ADSS 12.0-12.8 mm

Fuente: <https://optronics.com.mx/conectividad/views/producto/h4XB6S4SLA52j9GzXf45fMmWjnHt5UA0TfchnbE4TKrXxSe4uf10cDKgEQQEQQ#1>

4.2.3 Trompeta de suspensión

Este tipo de herraje es utilizado para soportar cables tipo ADSS de 5 a 20mm. De diámetro. El herraje es fabricado en acero galvanizado y en neopreno resistente a rayos UV. Su diseño hace más sencilla la instalación al poste, ya sea por medio del fleje o atornillado a la punta de un brazo de extensión. Este herraje frente a los demás tipos como (herraje tipo B, FAS o mini FAS) posee una ventaja en cuanto al sujetar el cable debido a lo suave pero firme que lo sujeta, evitando la fatiga y el daño del cable.



Figura 15. Herraje Tipo J

Fuente: <https://optronics.com.mx/conectividad/views/producto/h4XB6S4SLA52icgxXF4TRDQMHPPLUS1C9JPLUSFC16ehLQ1PfurMEQQ#4>

4.2.4 Trompoplatina

Es un herraje de sujeción a poste que garantiza total inmovilidad, gracias a su doble ranura para inserción de flejes de acero que proporciona una mejor sujeción. Se usará un herraje tipo A y la ventaja que presenta este tipo de herraje es su capacidad de



minimizar costos en cuanto a la utilización de fleje y hebillas ya que mientras un herraje tipo D puede consumir aproximadamente 1m de fleje para abrazar al poste y 2 hebillas este con tan solo 0.5m aproximadamente de fleje y 1 hebilla cumple con la misma función.

Figura 16. Herraje tipo A ADSS

Fuente: <https://www.grupoosi.com/producto/herraje-tipo-a->

4.2.5 Fleje

Los flejes funcionan como una abrazadera que se fija sobre un poste y son una parte esencial de toda solución aérea en planta externa, pues sirven como base para la instalación de otros elementos, como herrajes y remates, indispensables en el tendido de cualquier tipo de cable de fibra óptica. Se determinó usar fleje de 3/4 por su mayor capacidad de resistencia a la abrasión del poste.



Figura 17. Fleje 3/4.

Fuente: <https://www.inflegra.com/productosinflegra/p/34-x-022>

4.2.6 Hebilla

Son el complemento esencial para la instalación, utilizado como abrazadera para fijar los herrajes a los postes en conjunto con los flejes. Además, es importante aclarar que se usara hebilla de 3/4 por su compatibilidad con el fleje de 3/4.



Figura 18. Hebilla de acero inoxidable 3/4

Fuente: <https://optronics.com.mx/conectividad/views/producto/h4XB6S4SLA52jUpCXqCh0aF7bPLUSBVdEycE5e87vi53T7y0EQQ#4>

4.2.7 Elementos de la red FTTH

En esta sección se describen los componentes físicos a utilizar en la red FTTH, como son, distribuidor óptico de fibra (ODF), conectores, empalmes, patch cord, cajas de empalme, rosetas, cajas de distribución y splitters.

1) **Distribuidor Óptico de Fibra (ODF):** Facilita la interconexión y organización de los cables de fibra en un rack, en este componente se determinó el más adecuado de acuerdo a la fibra óptica a utilizar, es decir, la fibra óptica a utilizar es una fibra de 12 hilos por lo tanto el ODF será un organizador de 12 hilos. (Figura 21).

2) **Conector SC/APC:** Encargados de las diferentes conexiones entre los módulos para lograr la conectividad de las conexiones de fibra, este conector es indispensable tenerlo en nuestro kit de fibra óptica permitiendo realizar la activación de la ONU siempre y cuando ya el cable drop tenga potencia, además colocarlo dentro de la roseta óptica evitara el reemplazo del cable de fibra óptica o la fusión del pigtail cuando ocurra un soporte técnico, por otro lado se usara conectores mecánicos SC/APC para conservar la compatibilidad con la ONU ZTE. (Figura 22).

3) **Pigtail SC/ APC:** Es un hilo de fibra de un patch cord de fibra, que se fusiona con un hilo del cable de fibra. Se conecta por un adaptador que forma parte del ODF, por lo que una sola punta tiene un conector, en ese mismo sentido se usara pigtail SC/APC para conservar la compatibilidad con la ONU ZTE. (Figura 23).

4) **Patch cords SC/APC:** Su función principal es conectar el cable del ODF con el equipo activo, generalmente se compone de un hilo de fibra con una chaqueta de 2 mm y 2 conectores en los extremos. De igual forma se usaran patch cords SC/APC para conservar la compatibilidad con la ONU ZTE. (Figura 24).

5) **Enfrentador SC/APC:** Los atenuadores de fibra óptica son componentes ópticos que se utilizan a menudo en un enlace de transmisión de

fibra óptica para reducir la potencia óptica incidente en el fotodetector, este componente se utiliza principalmente al inicio de la salida de la potencia enfrentando el Patch cords SC/APC que va al ODF con el Patch cords SC/APC que va al PON de la OLT. (Figura 25).

6) **Caja de Empalme:** Son usadas para proteger los empalmes realizados, sean estos por fusión o mecánico, estas cajas pueden ser utilizadas para empalmes aéreos, canalizados o enterrados. Posee una o varias bandejas en donde se colocan las fusiones realizadas. Su contextura está hecha de una materia de muy difícil rotura, aunque permiten el cambio de cables (Figura 26). Se determinó el tipo GJS03 que es una manga de fibra óptica tipo domo con sellos termo contraíbles y anillo de sellado reentrable, permite realizar sangrado de cables, posee 1 puerto oval + 4 puertos redondos, es resistente a la corrosión y anti-envejecimiento, también proporcionan protección UV, funciona para instalación aérea, aplicaciones canalizadas y directamente enterrado y tiene capacidad: 12, 24, 48, 96, 144 hilos.

7) **Splitter:** Es un módulo que toma una señal de fibra, y la divide en múltiples señales. Es decir, una señal de entrada y para la salida puede dividirse en 2, 4, 8, 12, 16 ramas de salida. Los más usados son splitters de 1 a 8, 1 a 16. Se usara el modelo SCP con un tipo de conector SC/APC con una separación desde 1 hasta 32 por la atenuación que el conector presenta 0.3 dBm, además por la baja perdida de inserción que presenta, excelente estabilidad ambiental y mecánica (Figura 27).

8) **Roseta:** La roseta actúa como un punto de terminación de la red óptica utilizando conectorización directa (en campo), en esta sección se determinó usar una roseta de fibra doble SC/APC sin acopladores para realizar los propios conectores mecánicos dentro de la roseta. (Figura 28).



Figura 19. Distribuidor Óptico de Fibra (ODF)

Fuente: https://es.made-in-china.com/co_dysfiber/product_IP65-ODF-8-12-16-24-Port-Fiber-Optic-Terminal-Distribution-Box_rnohirehg.html



Figura 20. Conector mecánico SC/APC

Fuente: <https://dysistemas.com.ar/glc-conector-rapido-scipc-sm-mecanico-verde-fo-5622->

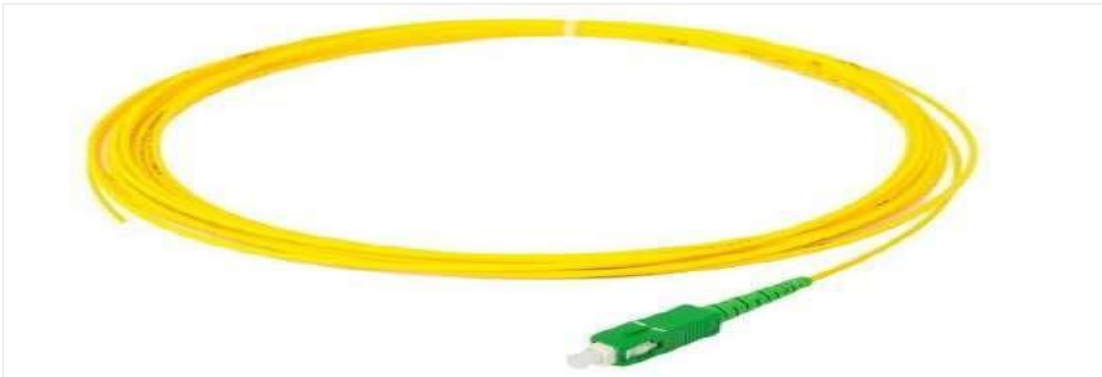


Figura 21. Pigtail SC/ APC.

Fuente: <https://www.tdtprofesional.com/es/pigtail-fo-sm-9-125-sc-apc-g657a2-3mm-lszh-1m.html>



Figura 22. Caja de empalme tipo domo 12 hilos

Fuente: <http://panatelcomm.com/producto/caja-de-empalme-tipo-domo/>



Figura 23. Acoplador óptico SC/ APC

Fuente: <https://lupo4722.com/store/fibra-optica/98-adaptador-de-fibra-optica-mono-modo-sc-ssc-simplex.html>



Figura 24. Conector Manual 1-8 SC/APC SX SM FTTH GPON.

Fuente: <https://www.sincables.com.ec/product/connection-csp-0810-splitter-fo-sc-ssc-sm-8h-1m/>

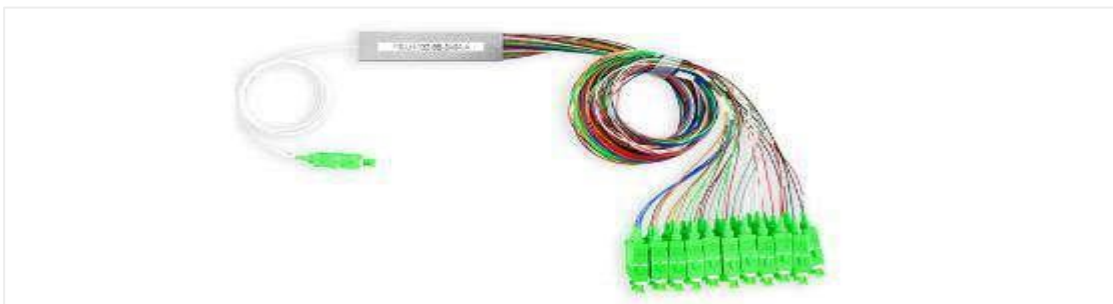


Figura 25. Divisor de la fibra óptica del PLC SC/APC FTTX PON

Fuente: <http://spanish.yogelfiber.com/sale-13303636-1x32-plc-sc-ssc-ssc-fttx-pon-fiber-optic-splitter.html>



Figura 26. Roseta de fibra 2 sc/apc sin acompladores

Fuente: <https://rollantel.com/65-roseta-de-fibra-2-sc-apc-sin-acompladores.html>

4.2.8 Equipo OLT, Optical Line Terminal

Entre los equipos OLT que se sugiere utilizar tendremos al ZTE ZX10 C320 que es una plataforma convergente de acceso óptico de servicio completo y tamaño pequeño, que además proporciona QoS de clase de operador y red confiable para cumplir con los requisitos de implementación a pequeña escala de servicios FTTx. Su determinación radica por lo comercial y económica que es comparación con la OLT Ubiquiti y por permitir la escalabilidad de las redes FTTx en el sentido de poder proporcionar el cambio de la bandeja de sus puertos PON y expandirlo.

Por otra parte, este OLT posee una ventaja frente a la OLT Ubiquiti basada en los niveles de salida de potencia, donde un OLT Ubiquiti posee una máxima salida de +3 dBm mientras que el OLT ZTE su máxima salida es de +7 dBm, además este OLT es compatible con diferentes ONT como por ejemplo ONT de las marcas (ZTE, TP-LINK, ADC, etc) mientras que el Ubiquiti solo es compatible con sí mismo



Figura 27. OLT ZTE 8 ports ZX10 C320 SFP class C++

Fuente: https://www.thunder-link.com/zxa10-c320-dual-ge-dc-8gpon-c-plus-bundle_p1853.html

4.2.9 Equipo ONT, Optical Network Terminal

Entre los tipos de ONT sugeridos se determinó usar el de la marca ZXHN F660 que es un terminal de red óptica GPON diseñado para el escenario FTTH. Admite la función L3 para ayudar al suscriptor a construir una red doméstica inteligente. Brinda a los suscriptores servicios ricos, coloridos, individualizados, convenientes y cómodos que incluyen voz, video (IPTV) y acceso a Internet de alta velocidad. Además, por el simple hecho de ser un modelo presentado por la empresa ZTE su compatibilidad con el OLT es garantizada y es por esto en primer lugar se determinó implementarlo dentro del diseño.

Igualmente, este modelo actúa como ONT router, es decir, puede cumplir con la función de ONT y ofrecer wi-fi simultáneamente dándole así un valor agregado para los usuarios

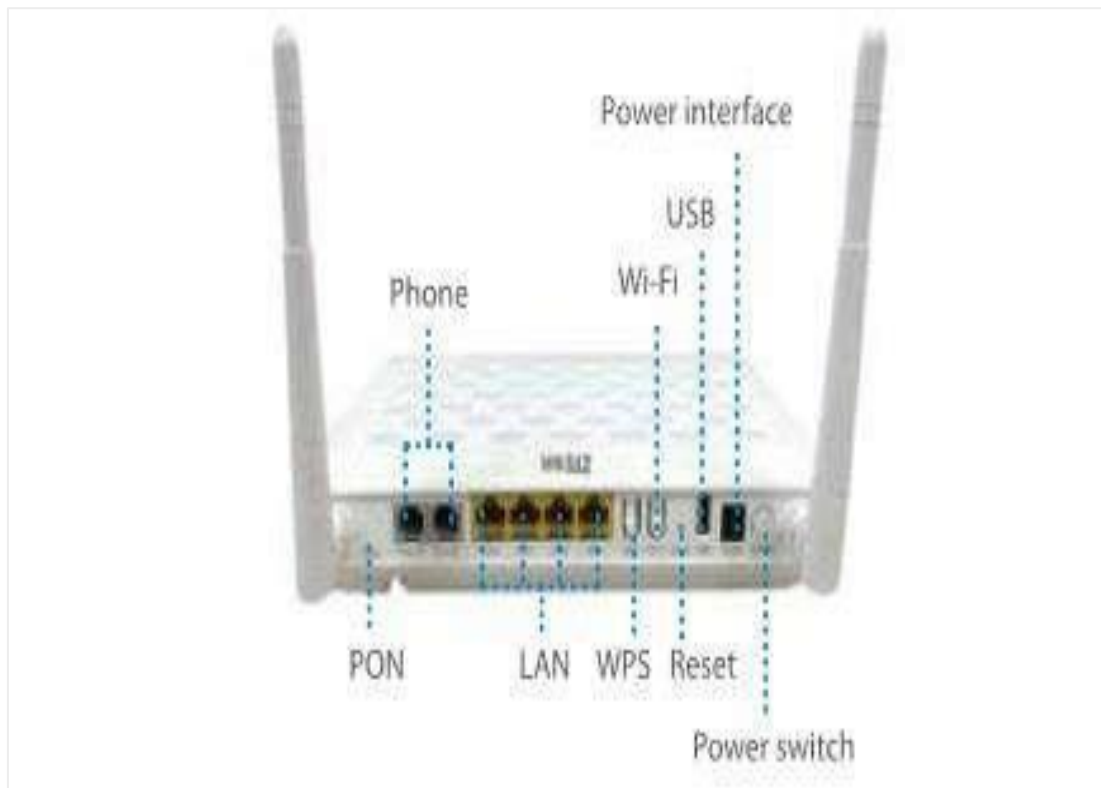


Figura 28. ONT ZTE-ZXHN F660

Fuente: <https://www.batna24.com/en/p/zte-zxhn-f660-ont-rmmpk/>

4.2.10 Cantidad de Materiales, equipos y componentes a utilizar *Tabla*

3. Lista de materiales del troncal principal.

Materiales	Cantidad	Observación
Fibra 12 hilos	4890.99 mts	Incluyendo reservas.
Preformados (12 hilos)	108 und	Incluidas reservas, cruces y spam.
Trompoplatinas	54 und	Una por poste con preformados.
Trompetas de suspensión	67 und	Poste sin preformados.
Fleje	90 mts	0,5 mts por poste.
Hebillas	121 und	Una hebilla por poste con trompeta de suspensión y trompoplatina.

Tabla 4. Lista de materiales del primer troncal interno.

Materiales	Cantidad	Observación
Fibra 6 hilos	895.71 mts	Incluyendo reservas.
Preformados (6 hilos)	26 und	Incluidas reservas, cruces y spam.
Trompoplatinas	13 und	Una por poste con preformados.
Trompetas de suspensión	2 und	Poste sin preformados.
Fleje	7.5 mts	0,5 mts por poste.
Hebillas	15 und	Una hebilla por poste con trompeta de suspensión y trompoplatina.

Tabla 5. Lista de materiales del segundo troncal interno

Materiales	Cantidad	Observación
Fibra 6 hilos	895.50 mts	Incluyendo reservas.
Preformados (6 hilos)	26 und	Incluidas reservas, cruces y spam.
Trompoplatinas	13 und	Una por poste con preformados.
Trompetas de suspensión	3 und	Poste sin preformados.
Fleje	8 mts	0,5 mts por poste.

Hebillas	16 und	Una hebilla por poste con trompeta de suspensión y trompolatina.
----------	--------	--

Tabla 6. Lista de equipos de la red de acceso FTTH

Equipos	Cantidad	Observación
OLT ZTE	1	8 puertos
Módulo GPON	1	SFP C ++
ODF	1	ODI 12
Roseta	123	2 puertos
ONU ZTE	123	GPON

Tabla 7. Lista de Materiales de la red de acceso FTTH

Componentes	Cantidad	Observación
Mangas	11	12 hilos
Splitter 1x2	1	SC
Splitter 1x4	2	SC
Splitter 1x16	8	SC
Patch cord	123	SC/APC

4.2.11 Calculo de las cantidades de los materiales, equipos y componentes a utilizar en el diseño de la red FTTH.

4.2.11.1 Troncal Principal

4.2.11.1.1 Longitud plana

$$Tr = T + 40 \text{ mts} * (NR)$$

Ecuación 1. Balza, Figueroa (2021)

$$Tr = 4250.99 + 40 * 16$$

$$Tr = 4250.99 + 640$$

$$Tr = 4890.99 \text{ mts}$$



Figura 29. Imagen extraída del OZmap indicando la longitud plana del tendido del troncal

Fuente: (Balza, Figueroa)

Donde:

T= Cantidad del tendido sin reservas

NR= Numero de reservas durante el tendido

4.2.11.1.2 Cantidad de Preformados

$$P_f = P_{fi} + P_{ff} + N_c (2) + T_r/100\text{mts} (2) \quad \text{Ecuación 2. Balza, Figueroa (2021)}$$

$$P_f = 1 + 1 + 5 (2) + 96$$

$$P_f = 1 + 1 + 10 + 96$$

$$P_f = 108$$

Donde:

P_f = Preformados

P_{fi} = Preformado inicial

P_{ff} = Preformado final

Nc= Numero de cruces durante el tendido (Se usan dos preformado por cruce)

Tr= Cantidad en metros del troncal (Se usan dos preformado por poste y se divide entre 100mts por el spam de la fibra)

4.2.11.1.3 Cantidad de Trompoplatinas

$T_p = P_f / 2$
(2021)

Ecuación 3. Balza, Figueroa

$T_p = 108 / 2$

$T_p = 54$

Donde:

T_p = Trompoplatina

P_f = Preformado (Se divide entre dos porque con el tipo de herraje tipo A se usa una sola trompoplatina por dos preformados)

4.2.11.1.4 Cantidad de Trompetas de suspensión

$T_s = N_p - T_p$

Ecuación 4. Balza, Figueroa (2021)

$T_p = 121 - 54$ $T_p =$

67

Donde:

T_s = Trompeta de suspensión

N_p = Numero de postes

4.2.11.1.5 Cantidad de Fleje

$F = N_p (0.5 \text{ mts})$

Ecuación 5. Balza, Figueroa (2021)

$F = 121 (0.5 \text{ mts})$

$F = 60.5 \text{ mts}$

Donde:

F = Fleje

N_p = Numero de postes (Se multiplica por el valor 0.5 porque es el grosor estándar de un poste convencional)

4.2.11.1.6 Cantidad de Hebillas

$H = N_p (1)$

Ecuación 6. Balza, Figueroa (2021)

H= 121 (1)

H= 121

Donde:

H= Hebillas

Np = Numero de postes (Se multiplica por el valor 1 porque todos los postes con fleje llevan una hebilla)

4.7.4 Cantidad de Roseta, ONU y Patch cord

La de terminación de la cantidad de Rosetas y ONU se calculó tomando como referencia el número máximo de clientes soportados por el PON 1 de la OLT, es decir, el OLT ZTE nos puede administrar un máximo de 128 clientes por cada puerto PON y el diseño estará basado para soportar 123 clientes, es por esto la cantidad reflejada en la tabla 10.

4.2.12 Cálculos de los componentes de la red de acceso FTTH

4.2.12.1 Mangas

Tomando como referencia el apartado 4.7.4 Cantidad de Roseta, ONU y patch cord donde nos indica que el número máximo de clientes soportados por el PON 1 de la OLT nos puede administrar un máximo de 128 clientes por cada puerto PON y el diseño estará basado para soportar 123 clientes se procedió a realizar el siguiente calculo sin mencionar potencias:

$$D= S12 + S14 + S16$$

Ecuación 7. Balza, Figueroa (2021)

$$D= 2 * 4 * 16$$

$$D= 128$$

Donde:

D= Derivaciones

S12= Splitter 1x2

S14= Splitter 1x4

S16= Splitter 1x16

Entonces:

Según la ecuación 7 cada splitter va dentro de una Manga por lo que si existen dos troncales internos entonces la fórmula para determinar el número de mangas sería:

$$M = M1 + M2 + 2T \text{ (MC)} \quad \text{Ecuación 8. Balza, Figueroa (2021)}$$

$$M = 1 + 2 + 2 \text{ (4)}$$

$$M = 11$$

Donde:

M= Mangas

M1= Mangas de primer nivel

M2= Mangas de segundo nivel

MC= Mangas cliente

2T= Dos troncales internos

4.3 Fase III: Diseñar la red FTTH en el programa OZmaps.

4.3.1 Diseño de la red FTTH

4.3.1.1 Diagrama de flujo para el diseño de la red FTTH



Figura 30. Diagrama de flujo para el diseño de la red FTTH.

Fuente: Balza, Figueroa (2021)

4.3.1.2 Pasos del diseño de la red FTTH

Paso 1: estudio de infraestructura total de la red de comunicaciones estableciendo los puntos de interés de cobertura.

- **Estudio y análisis del área geográfica:** en este apartado se logró determinar la zona de interés, ubicación geográfica en la fase I, la ruta aérea

está apto para canalizar el cable troncal debido a que las vías generales ya se encuentran establecidas por parte de la empresa CORPOELEC.

- **Estudio y análisis de la red de comunicaciones existente:** Con la investigación realizada mediante la observación directa en el sitio y las encuestas realizadas se logró diagnosticar de forma general los sistemas, tecnologías utilizadas, los equipos con los que cuenta la red existente y los usuarios que tienen esa red de comunicaciones.

- **Determinar puntos de interés de cobertura e interconectividad:** En esta sección se determinaron los déficits que poseen actualmente los sistemas de Telecomunicaciones que operan en el sector. En todos los sectores de nuestra zona de interés con la finalidad de optimizar las comunicaciones con el nuevo diseño de red.

- **Análisis de la topología lógica y física:** En la fase I donde se realizó la observación de las redes actuales, ha sido posible apreciar que la red de acceso al sector 2C de la Urb. Las Agüitas ubicada en Valencia Edo. Carabobo está basada en tecnología PSTN pares bifilares de cobre equipos MODEM y router de tecnología básica.

Paso 2: determinar los requerimientos de topología y servicio de los usuarios.

- **Requerimientos de topología:** En esta ocasión el tipo de topología de la red de acceso FTTH para el sector 2C de la Urb, Las Agüitas es en Árbol como lo muestra el diseño en el programa OZmaps debido a que es la topología más adecuada para este tipo de estructura.

- **Requerimientos de servicio de los usuarios:** En este caso se determinó los servicios y aplicaciones que normalmente se utilizarán en nuestra área de interés por los usuarios y también determino una cantidad de 123 usuarios que estarán en la red tomando en cuenta el 50% de la población y además un extra para futuros usuarios.

- **Requerimientos de potencia y tráfico:** Se calculó el ancho de banda requerido por los usuarios en total y también la potencia requerida para nuestra red.

4.3.1.3 Ejemplo para el cálculo de potencia

Teóricamente un OLT y un ONT pueden estar conectados aproximadamente a 20 Km de distancia ITU-T (2003), esto depende de la potencia de transmisión (Pt) del equipo OLT, la pérdida total en la trayectoria (L) hasta el ONT y la sensibilidad del equipo ONT (Pr), como se define en la Ecuación:

$$Pr = Pt - L$$

Para el diseño se consideran como máximo los valores detallados en la Tabla 5.3, los que se encuentran en las recomendaciones ITU-T (2001) y ITU-T (2003). **Tabla 8. Pérdidas Teóricas del Diseño Fuente: ITU-T (2003)**

Elemento	Perdida Unit. en dB	Observaciones (Valores según el fabricante)
Cable (dB/Km)	-0.35 dB	Para longitud de onda en 1310 nm
Empalmes Patch cord	-0.03 dB	Según el equipo que se utiliza
Empalmes Mangas	-0.03 dB	Según el equipo que se utiliza
Splitter 1x2	-4.7 dB	Según el estándar
Splitter 1x4	-7.3 dB	Según el estándar
Splitter 1x16	-14.3 dB	Según el estándar

4.3.1.4 Diseño de la red FTTH utilizando el programa OZmap

OZmap es un software para crear y administrar un mapa de red óptica en línea permitiendo documentar y gestionar las redes de fibra óptica para proveedores ISP. Este software esta todo georreferenciado, desde el proceso de viabilidad comercial, pasando por todos los postes, cajas, conectores, hasta POP donde podremos saber exactamente dónde está todo sin necesidad de ningún registro previo.

4.3.1.5 Pasos para diseñar la red FTTH utilizando el programa OZmap

Paso1: Elegir la forma de visualización del mapa en el programa.

Ozmap ofrece tres formas de visualización que se pueden seleccionar en la parte superior derecha específicamente en la sección “Mapas”, ver figura (33). Donde la forma predeterminada, que es la vista de mapa estándar; la vista con relieve, que pone de manifiesto las elevaciones del terreno y la vista satelital, que compone los mapas con imágenes reales, siempre están disponibles para su elección.

Posteriormente, para efectos del diseño se seleccionó la forma satelital para conservar las imágenes reales del mapa.

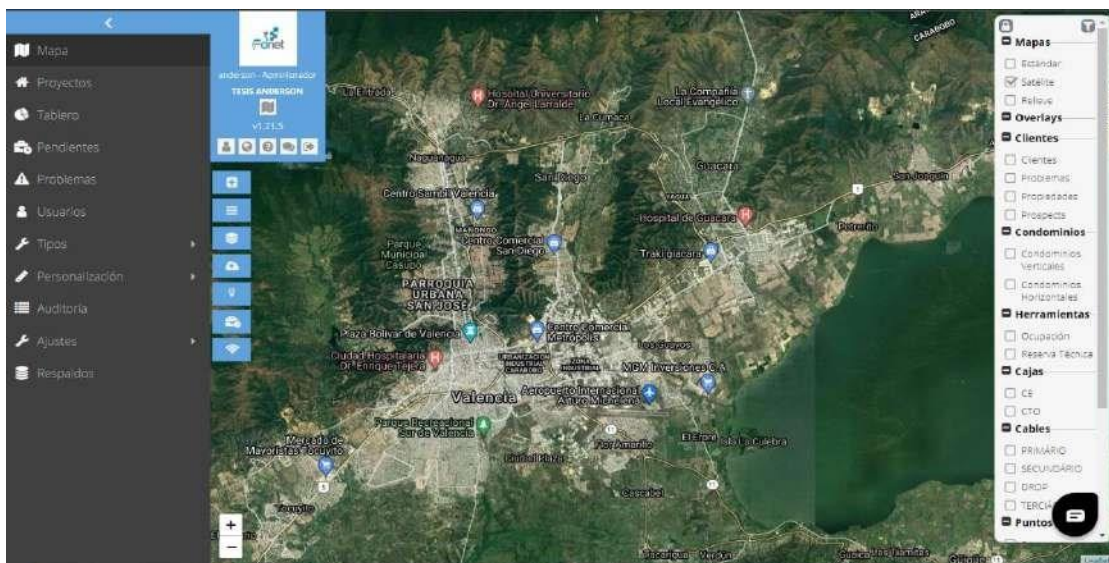


Figura 31. Vista satelital del programa Ozmap
Fuente: Balza, Figueroa 2021

Paso 2: Establecer las atenuaciones para cada elemento dentro del programa OZmap

El programa OZmap permite la posibilidad de agregar a los propios elementos de red como (Postes, Cajas, Cables, Splitters, OLT, ODF, Switch, Conector, Fusión, Regiones y pendientes), editar sus parámetros como por ejemplo (Código, Colores, Atenuaciones y descripciones), tal como se muestra en la figura 34. El menú a la izquierda seleccionando la casilla “tipos” se desplegará el siguiente menú:



Figura 32. Menú desplegado al seleccionar la casilla tipos

Fuente: Balza, Figueroa 2021

Seguidamente, procedemos a configurar cada elemento según sus características y tomando como referencias las atenuaciones de la tabla 5.3:

- 1) **Postes:** En este apartado solo se agrega, se configura el color y nombre de los postes que queremos utilizar. El color azul significa poste común sin defectos para el tendido de la fibra óptica y el color amarillo representa que es un poste defectuoso por el cual se deberá hacer un trabajo extra para trabajar sobre él.

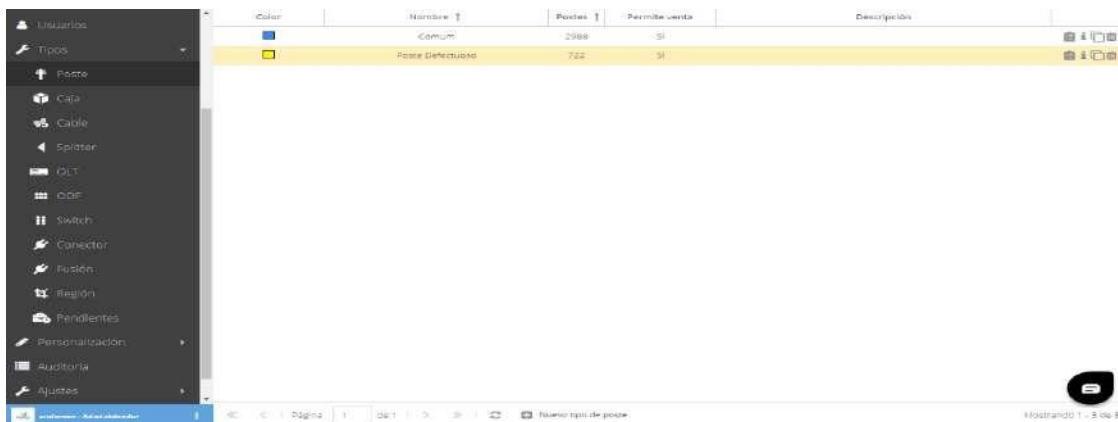


Figura 33. Configuración de los postes

Fuente: Balza, Figueroa 2021

- 2) **Caja:** En este apartado se configuran las cajas mejor conocidas como Cajas nap o Mangas donde se les coloca el código o su nombre, marca, modelo, prefijo, su reserva estándar y nivel, además la plantilla debe estar en vacío ya que los splitter se colocan dentro de ella cuando estén implementadas en el mapa. La reserva estándar para efectos del diseño posee una distancia de 20m ya que es suficientemente larga para al momento de realizar la caja sea fácil de trabajar en el suelo.

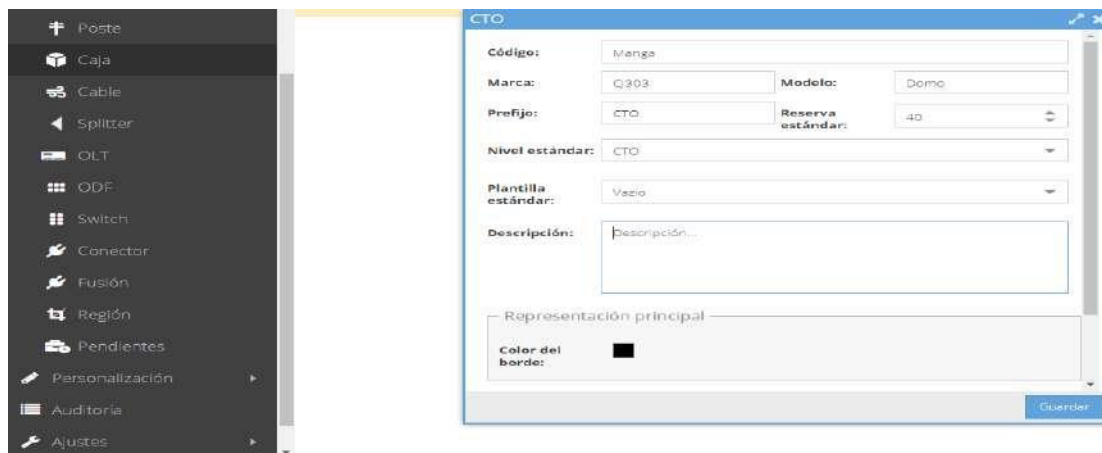


Figura 34. Configuración de caja

Fuente: Balza, Figueroa 2021

- 3) **Cables:** En esta sección se procederá a configurar en el programa los tres tipos de cable de fibra óptica que se utilizarán para el diseño, así como también determinar la atenuación por Km (dB) para cada uno según la tabla 5.3.

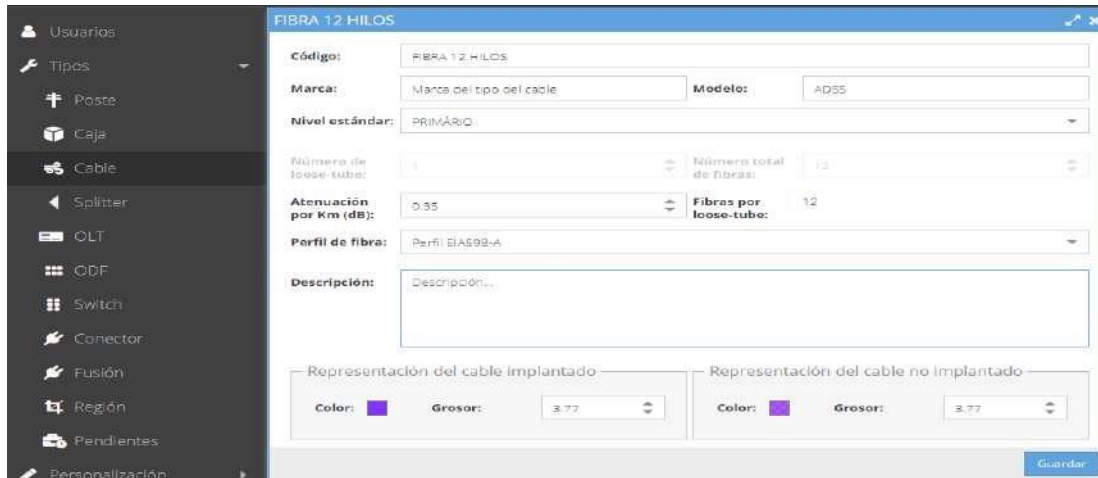


Figura 35. Configuración de la Fibra Óptica 12 hilos

Fuente: Balza, Figueroa 2021

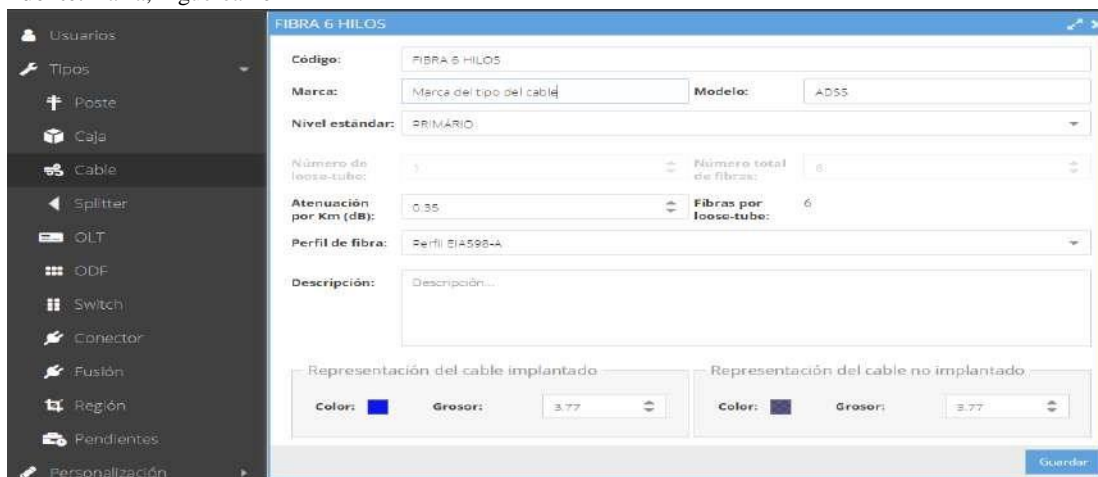


Figura 36. Configuración de la Fibra Óptica 6 hilos

Fuente: Balza, Figueroa 2021

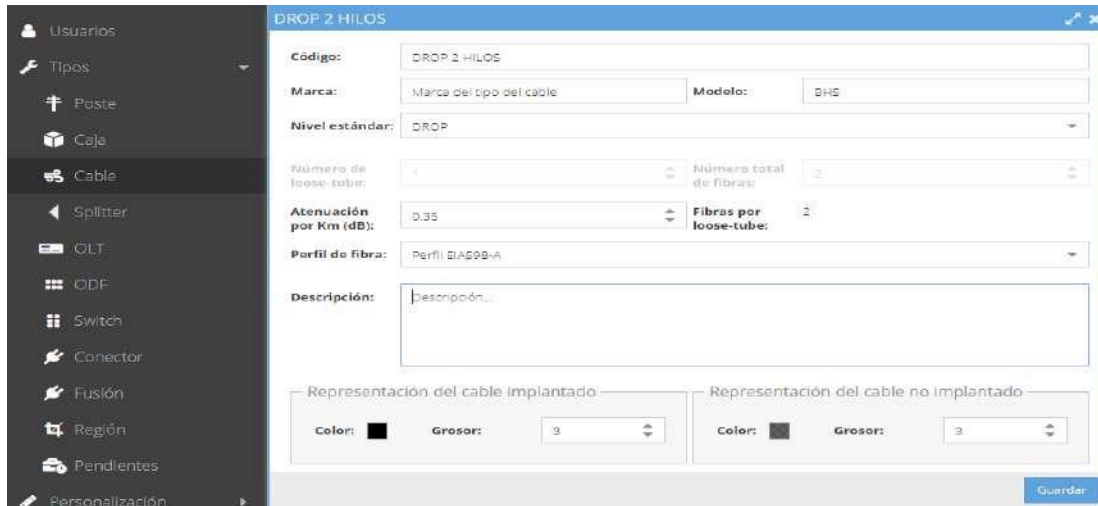


Figura 37. Configuración de la Fibra Óptica 2 hilos
Fuente: Balza, Figueroa 2021

- 4) **Splitter:** En esta sección se consideró importante establecer el número de entradas y salidas que va a poseer nuestro splitter así como también la atenuación que cada uno presentara según la tabla 5.3.

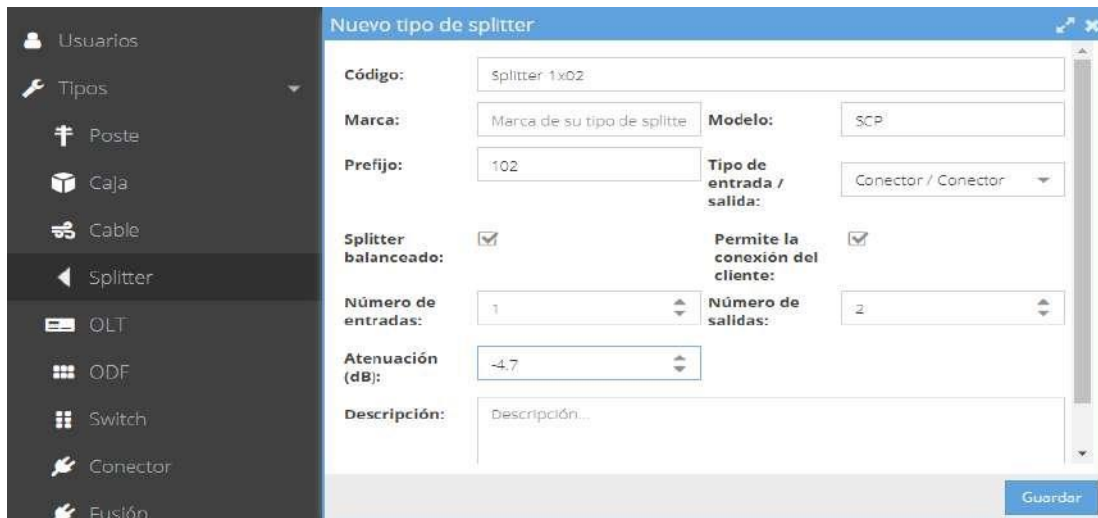


Figura 38. Configuración Splitter 1x02
Fuente: Balza, Figueroa 2021

Splitter 1x02

Código: Splitter 1x04
Marca: Marca de su tipo de splitte **Modelo:** SCP
Prefijo: 104 **Tipo de entrada / salida:** Conector / Conector
Splitter balanceado: **Permite la conexión del cliente:**
Número de entradas: 1 **Número de salidas:** 4
Atenuación (dB): -7,3
Descripción: Descripción...

Guardar

Figura 39. Configuración Splitter 1x04

Fuente: Balza, Figueroa 2021

Splitter 1x02

Código: Splitter 1x16
Marca: Marca de su tipo de splitte **Modelo:** SCP
Prefijo: 104 **Tipo de entrada / salida:** Conector / Conector
Splitter balanceado: **Permite la conexión del cliente:**
Número de entradas: 1 **Número de salidas:** 16
Atenuación (dB): -14,3
Descripción: Descripción...

Guardar

Figura 40. Configuración Splitter 1x16

Fuente: Balza, Figueroa 2021.

- 5) **OLT:** En este apartado se configura la OLT a utilizar agregándole (Código, marca, modelo, máximo de clientes estándar por puertos, potencia estándar por puertos y el número de slots).

Número de Slot	Número de puertos	Índice inicial de los puertos
1	8	1

Figura 41. Configuración de la OLT

Fuente: Balza, Figueroa 2021

- 6) **ODF:** Se determinó el total de puertos, el número de bandejas y la atenuación que presentara por cada hilo

Figura 42. Configuración del ODF

Fuente: Balza, Figueroa 2021

7) **Conector y Fusión:** Se determinó la atenuación que presentara cada uno en el momento de permitir la conexión con el cliente.

Nuevo tipo de conector

Código: 0001

Marca: Marca del tipo de conector Modelo: SC/APC

Permite la conexión del cliente: Atenuación (dB): -0.9

Descripción: Descripción...

Guardar

Figura 43. Configuración del conector

Fuente: Balza, Figueroa 2021

Nuevo tipo de fusión

Código: 0002

Permite la conexión del cliente: Atenuación (dB): -0.1

Guardar

Figura 44. Configuración de la fusión

Fuente: Balza, Figueroa 2021

Paso 3: Establecer en el mapa las coordenadas de los postes extraídos de la App OZsurvey para realizar el tendido del cable.

OZsurvey es una aplicación que puede marcar elementos en el mapa mientras está en movimiento si se tiene activado el GPS (ubicación), además permite marcar publicaciones, casillas, clientes y cualquier otra cosa que necesite marcar en un mapa.



Figura 45. Marcar postes en la App OZsurvey

Fuente: Balza, Figueroa (2021)

La figura 42 muestra como al presionar la casilla “Simple” establece un poste en el mapa de tu ubicación en tiempo real.

Posteriormente, al marcar en el mapa cada uno de los postes se deberán exportar del programa como un archivo csv ya que el programa OZmap solo admite ese tipo de formato.

Tabla 9. Formato csv exportado del programa OZsurvey

Fuente: Balza, Figueroa (2021)

Nombre	Latitud	Longitud	Tipo
	10.1694652	-67.9246618	Poste
	10.1693864	-67.9249312	Poste
	10.1693203	-67.9252452	Poste

	10.1692681	-67.9255616	Poste
	10.16926	-67.9255832	Poste
	10.1692505	-67.9257833	Poste
	10.1691261	-67.9258636	Poste

	10.1690855	-67.9258348	Poste
	10.1688453	-67.9258425	Poste
	10.1688251	-67.9258374	Poste
	10.1685314	-67.9258044	Poste
	10.1685314	-67.9258044	Poste
	10.1685416	-67.9254814	Poste
	10.1685801	-67.9252192	Poste
	10.1686597	-67.9248746	Poste
	10.1686961	-67.9246345	Poste
	10.1687552	-67.9243398	Poste
	10.1688078	-67.923963	Poste
	10.1690359	-67.9243336	Poste
	10.1690539	-67.9240747	Poste
	10.1690622	-67.9240493	Poste Def
	10.1693928	-67.9241302	Poste
	10.1696457	-67.9241527	Poste
	10.1696072	-67.9244347	Poste
	10.1694337	-67.9244037	Poste
	10.1691593	-67.9243822	Poste
	10.1691255	-67.9245625	Poste

	10.1691355	-67.9245696	Poste
	10.1690733	-67.9246713	Poste
	10.1690901	-67.9248778	Poste
	10.1694959	-67.9246114	Poste
	10.1696979	-67.92467	Poste
	10.170017	-67.924763	Poste
	10.1702663	-67.9247769	Poste
	10.1702747	-67.9244698	Poste

	10.1705703	-67.9244729	Poste
	10.1707813	-67.9243027	Poste
	10.1709199	-67.9242048	Poste
	10.1708041	-67.9240008	Poste
	10.1710335	-67.9244038	Poste
	10.1709693	-67.9245882	Poste
	10.1711717	-67.9246051	Poste
	10.1712431	-67.9247981	Poste
	10.1713996	-67.925001	Poste
	10.1715081	-67.9251848	Poste
	10.1715231	-67.9252114	Poste
	10.1711923	-67.9250505	Poste
	10.1716711	-67.9251672	Poste
	10.171938	-67.9250024	Poste
	10.1721013	-67.9249029	Poste
	10.1722526	-67.9248255	Poste

	10.1723747	-67.9250262	Poste
	10.1725072	-67.9252657	Poste
	10.1725758	-67.9253766	Poste
	10.1726868	-67.925594	Poste
	10.1728083	-67.9258051	Poste
	10.1726164	-67.9260014	Poste
	10.1723234	-67.9261219	Poste Def
	10.1722526	-67.9262046	Poste
	10.1720742	-67.9262912	Poste
	10.1719271	-67.9260642	Poste
	10.1721454	-67.9259034	Poste
	10.1720496	-67.9257222	Poste

	10.1719371	-67.9254721	Poste
	10.1718065	-67.9252432	Poste
	10.1720934	-67.9254083	Poste
	10.1715451	-67.9253237	Poste
	10.171686	-67.925684	Poste
	10.1717851	-67.9263504	Poste
	10.171735	-67.9263411	Poste Def
	10.1716824	-67.9262059	Poste
	10.17157	-67.9260285	Poste
	10.1713857	-67.9256748	Poste
	10.1714027	-67.9256009	Poste
	10.1711586	-67.9252775	Poste

	10.171137	-67.9254128	Poste
	10.1710788	-67.9255856	Poste
	10.1710521	-67.9258688	Poste
	10.1713112	-67.9259242	Poste
	10.1707799	-67.9258015	Poste
	10.1707849	-67.9255596	Poste
	10.1708935	-67.9252039	Poste
	10.1706891	-67.9251672	Poste
	10.1705393	-67.9253079	Poste
	10.1704854	-67.9255785	Poste
	10.1704574	-67.9257534	Poste
	10.170395	-67.9260799	Poste
	10.1706793	-67.9261392	Poste
	10.1710623	-67.9262007	Poste
	10.1713665	-67.9262141	Poste
	10.171381	-67.9262284	Poste
	10.1704666	-67.9251222	Poste
	10.1702926	-67.9249669	Poste
	10.1702826	-67.9251771	Poste
	10.1702477	-67.9254229	Poste
	10.170193	-67.9256861	Poste
	10.1701403	-67.9260203	Poste
	10.170137	-67.9260367	Poste
	10.169797	-67.9259806	Poste
	10.1697825	-67.9259776	Poste

	10.169633	-67.9259439	Poste Def
	10.1694379	-67.9259245	Poste
	10.1694224	-67.9259311	Poste
	10.1695994	-67.9258958	Poste
	10.1696519	-67.9256515	Poste
	10.1698651	-67.9256528	Poste
	10.1699459	-67.9254362	Poste
	10.1697308	-67.9254039	Poste Def
	10.1690857	-67.9255321	Poste
	10.1688916	-67.9255228	Poste
	10.1688651	-67.9253261	Poste
	10.1689099	-67.9251046	Poste
	10.1689963	-67.9250372	Poste
	10.1690748	-67.9253619	Poste
	10.1696992	-67.9249948	Poste
	10.1700473	-67.925074	Poste

Tabla 10. Formato csv exportado del programa OZsurvey

Fuente: Balza, Figueroa (2021)

Nombre	Latitud	Longitud	Tipo
	10,169,465,199,999,900	-679,246,618	Poste
	10,169,386,399,999,900	-679,249,312	Poste
	10,169,320,300,000,000	-679,252,452	Poste

	10,169,268,100,000,000	-6,792,556,160,000,000	Poste
	10,169,260,000,000,000	-6,792,558,319,999,990	Poste
	10,169,250,500,000,000	-679,257,833	Poste
	10,169,126,100,000,000	-679,258,636	Poste
	10,169,085,500,000,000	-6,792,583,479,999,990	Poste
	10,168,845,299,999,900	-6,792,584,249,999,990	Poste
	101,688,251	-679,258,374	Poste
	10,168,531,400,000,000	-6,792,580,439,999,990	Poste
	10,168,531,400,000,000	-6,792,580,439,999,990	Poste
	1,016,854,160,000,000	-6,792,548,140,000,000	Poste
	10,168,580,099,999,900	-6,792,521,920,000,000	Poste
	10,168,659,700,000,000	-679,248,746	Poste
	10,168,696,099,999,900	-679,246,345	Poste
	101,687,552	-679,243,398	Poste
	10,168,807,800,000,000	-67,923,963	Poste
	10,169,035,899,999,900	-679,243,336	Poste
	10,169,053,900,000,000	-679,240,747	Poste
	10,169,062,200,000,000	-6,792,404,929,999,990	Poste Def
	10,169,392,799,999,900	-679,241,302	Poste
	1,016,964,570,000,000	-6,792,415,269,999,990	Poste
	10,169,607,199,999,900	-6,792,443,470,000,000	Poste
	10,169,433,699,999,900	-6,792,440,370,000,000	Poste
	10,169,159,300,000,000	-6,792,438,219,999,990	Poste
	10,169,125,499,999,900	-679,245,625	Poste

	10,169,135,500,000,000	-6,792,456,959,999,990	Poste
	10,169,073,300,000,000	-679,246,713	Poste
	10,169,090,100,000,000	-679,248,778	Poste
	1,016,949,590,000,000	-679,246,114	Poste
	10,169,697,900,000,000	-6,792,467,000,000,000	Poste
	10,170,016,999,999,900	-67,924,763	Poste
	10,170,266,299,999,900	-6,792,477,689,999,990	Poste
	10,170,274,700,000,000	-679,244,698	Poste
	101,705,703	-679,244,729	Poste
	1,017,078,130,000,000	-679,243,027	Poste
	10,170,919,899,999,900	-679,242,048	Poste
	101,708,041	-679,240,008	Poste
	10,171,033,500,000,000	-679,244,038	Poste
	10,170,969,300,000,000	-679,245,882	Poste
	10,171,171,700,000,000	-6,792,460,510,000,000	Poste
	10,171,243,099,999,900	-679,247,981	Poste
	10,171,399,600,000,000	-6,792,500,099,999,990	Poste
	10,171,508,099,999,900	-6,792,518,480,000,000	Poste
	10,171,523,100,000,000	-6,792,521,140,000,000	Poste
	1,017,119,229,999,990	-6,792,505,050,000,000	Poste
	10,171,671,100,000,000	-679,251,672	Poste
	10,171,938,000,000,000	-6,792,500,239,999,990	Poste
	10,172,101,299,999,900	-679,249,029	Poste
	10,172,252,600,000,000	-679,248,255	Poste
	10,172,374,700,000,000	-6,792,502,619,999,990	Poste

	10,172,507,200,000,000	-6,792,526,569,999,990	Poste
	10,172,575,800,000,000	-679,253,766	Poste
	10,172,686,799,999,900	-6,792,559,400,000,000	Poste
	10,172,808,300,000,000	-679,258,051	Poste
	10,172,616,400,000,000	-679,260,014	Poste
	10,172,323,400,000,000	-679,261,219	Poste Def
	10,172,252,600,000,000	-6,792,620,460,000,000	Poste
	10,172,074,200,000,000	-6,792,629,119,999,990	Poste
	10,171,927,100,000,000	-6,792,606,419,999,990	Poste
	10,172,145,400,000,000	-679,259,034	Poste
	10,172,049,600,000,000	-6,792,572,219,999,990	Poste
	10,171,937,100,000,000	-679,254,721	Poste
	1,017,180,650,000,000	-679,252,432	Poste
	10,172,093,400,000,000	-679,254,083	Poste
	10,171,545,100,000,000	-679,253,237	Poste
	10,171,686,000,000,000	-67,925,684	Poste
	10,171,785,099,999,900	-679,263,504	Poste
	10,171,734,999,999,900	-679,263,411	Poste Def
	10,171,682,400,000,000	-679,262,059	Poste
	10,171,570,000,000,000	-6,792,602,849,999,990	Poste
	10,171,385,700,000,000	-6,792,567,479,999,990	Poste
	1,017,140,270,000,000	-679,256,009	Poste
	10,171,158,600,000,000	-679,252,775	Poste
	10,171,136,999,999,900	-679,254,128	Poste

	101,710,788	-6,792,558,559,999,990	Poste
	10,171,052,099,999,900	-679,258,688	Poste
	10,171,311,200,000,000	-679,259,242	Poste
	10,170,779,900,000,000	-6,792,580,149,999,990	Poste
	10,170,784,900,000,000	-679,255,596	Poste

	10,170,893,500,000,000	-6,792,520,389,999,990	Poste
	10,170,689,100,000,000	-679,251,672	Poste
	10,170,539,300,000,000	-679,253,079	Poste
	10,170,485,399,999,900	-6,792,557,850,000,000	Poste
	10,170,457,399,999,900	-679,257,534	Poste
	10,170,395,000,000,000	-679,260,799	Poste
	10,170,679,299,999,900	-679,261,392	Poste
	1,017,106,230,000,000	-6,792,620,070,000,000	Poste
	101,713,665	-679,262,141	Poste
	10,171,380,999,999,900	-679,262,284	Poste
	10,170,466,600,000,000	-679,251,222	Poste
	101,702,926	-679,249,669	Poste
	10,170,282,600,000,000	-6,792,517,710,000,000	Poste
	101,702,477	-679,254,229	Poste
	10,170,193,000,000,000	-679,256,861	Poste
	10,170,140,300,000,000	-6,792,602,029,999,990	Poste
	10,170,136,999,999,900	-6,792,603,669,999,990	Poste
	10,169,797,000,000,000	-679,259,806	Poste
	10,169,782,500,000,000	-679,259,776	Poste

	10,169,633,000,000,000	-6,792,594,389,999,990	Poste Def
	10,169,437,900,000,000	-679,259,245	Poste
	10,169,422,400,000,000	-679,259,311	Poste
	10,169,599,400,000,000	-679,258,958	Poste
	10,169,651,900,000,000	-6,792,565,150,000,000	Poste
	101,698,651	-679,256,528	Poste
	10,169,945,900,000,000	-6,792,543,619,999,990	Poste
	101,697,308	-679,254,039	Poste Def
	10,169,085,700,000,000	-6,792,553,210,000,000	Poste
	10,168,891,600,000,000	-679,255,228	Poste
	10,168,865,099,999,900	-679,253,261	Poste
	10,168,909,900,000,000	-6,792,510,460,000,000	Poste
	10,168,996,300,000,000	-679,250,372	Poste
	10,169,074,800,000,000	-679,253,619	Poste
	10,169,699,200,000,000	-679,249,948	Poste
	10,170,047,300,000,000	-67,925,074	Poste

La tabla 9 y 10 representan las coordenadas de las ubicaciones reales de los postes tanto del troncal principal de la red FTTH y los postes internos del sector 2-C de la Urb, las Agüitas.

Finalmente, teniendo el formato compatible con el programa OZmap y las coordenadas de cada uno de los postes se procede a ingresarlos en el software de la forma siguiente

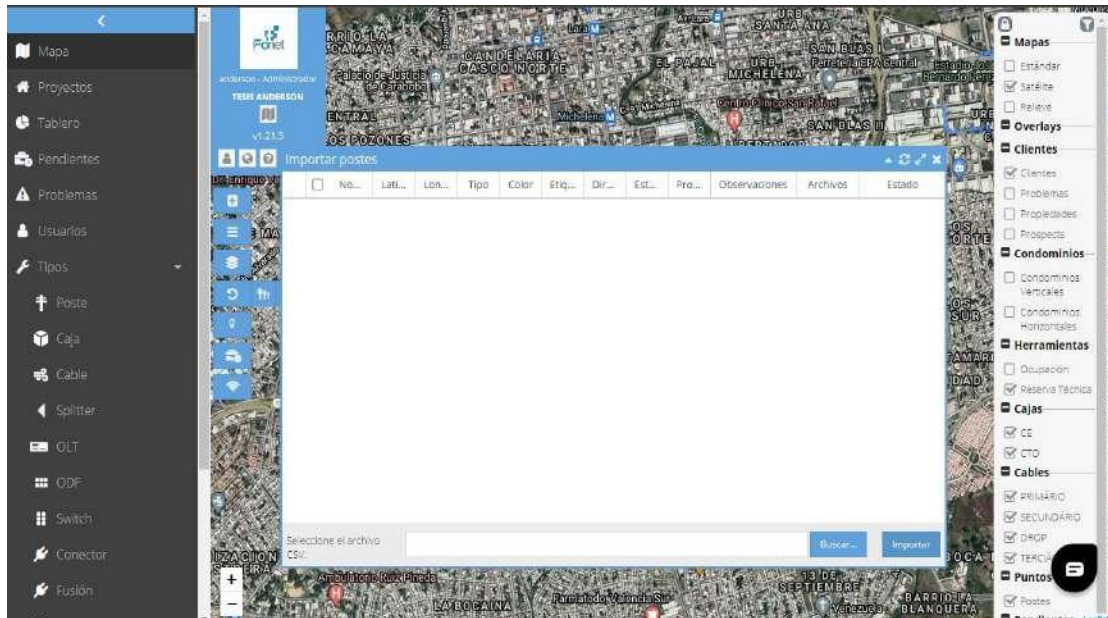


Figura 46. Botón importar datos
Fuente: Balza, Figueroa (2021)

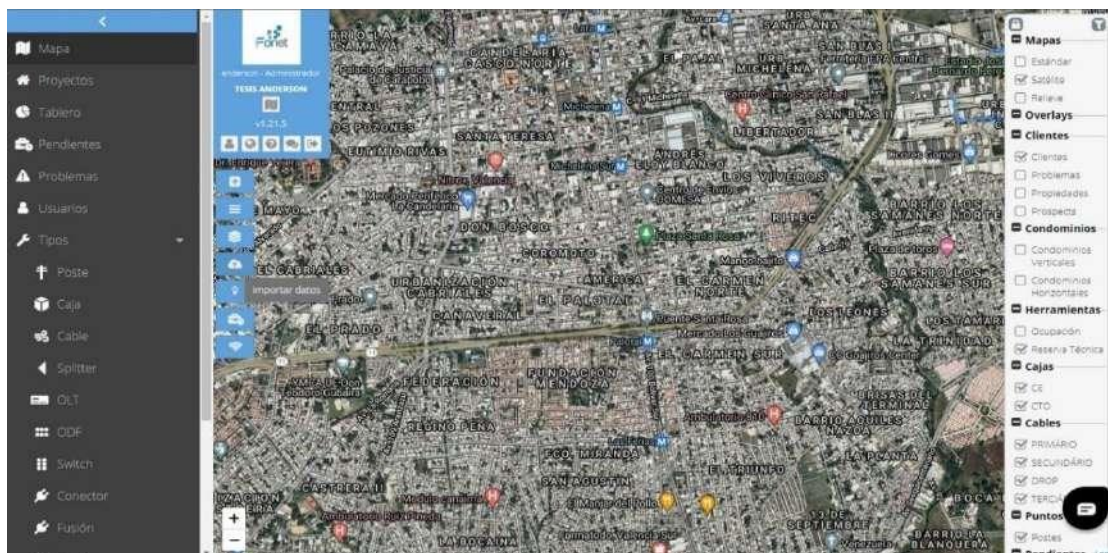


Figura 47. Botón importar Postes.
Fuente Balza, Figueroa (2021)

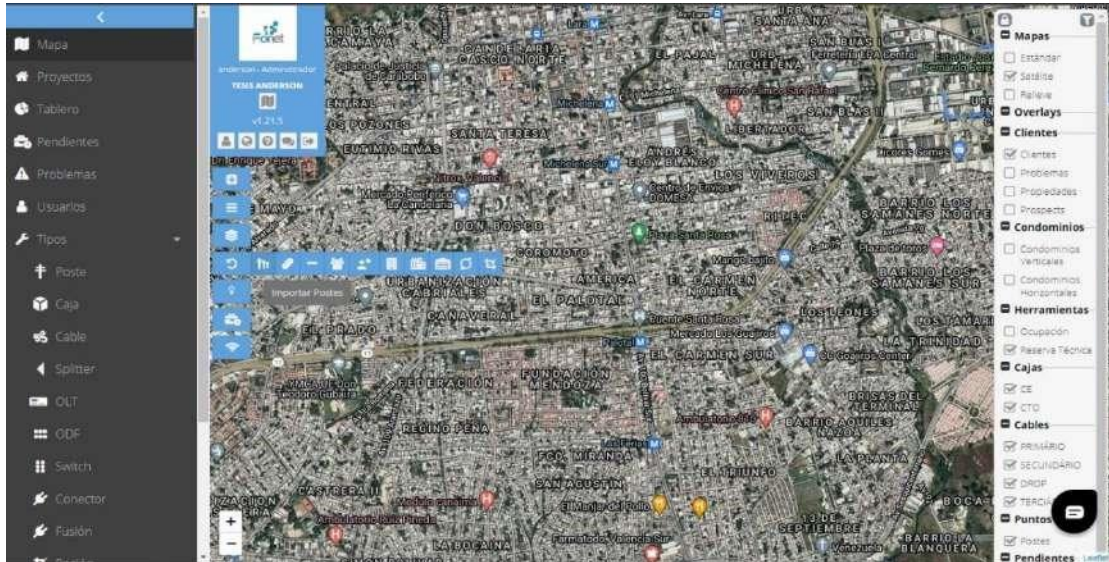


Figura 48. Botón buscar el archivo seleccionado
Fuente: Balza, Figueroa (2021)

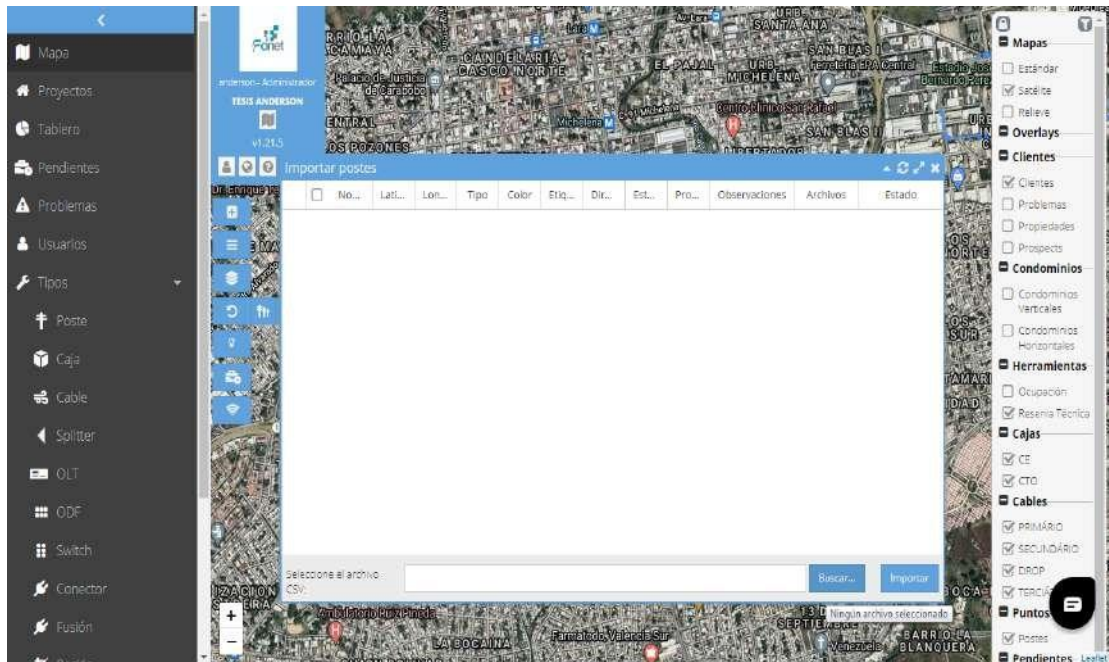


Figura 49. Botón Importar
Fuente: Balza, Figueroa (2021)

Paso 4: Colocar en nuestro mapa la ubicación en donde estará nuestro POP

En esta sección del diseño se procedió a ubicar en el mapa satelital que nos ofrece el software OZmap un punto de presencia (PoP del inglés point of presence) que indica el lugar físico donde un proveedor de servicios tiene equipamiento, esto puede variar desde unos cuantos equipos, hasta pisos enteros de dispositivos que para nuestro caso solo tendremos una OLT y un ODF ubicado en el C.C Paseo las Industrias, ubicado en la Zona Industrial, Valencia, Edo. Carabobo, Venezuela, lugar conocido como data center para muchos ISP.



Figura 50. Boton Expansion de red

Fuente: Balza, Figueroa 2021



Figura 51. Botón agregar POP
 Fuente: Balza, Figueroa 2021

Nuevo POP

Nombre:

Etiquetas:

Estado de implantación: En proyecto No implementado Implementado Certificado

Observaciones:

Figura 52. Configuración básica del POP
 Fuente: Balza, Figueroa 2021

Paso 5: Realizar la configuración avanzada dentro del Data center

El POP nos permite agregar en su interior nuevos gabinetes mejores conocidos como Rack donde además se podrán colocar OLT, ODF, SWITCH y entre otros equipos necesarios para conformar una red óptica pasiva, a continuación se muestran los pasos para agregar cada uno de ellos:

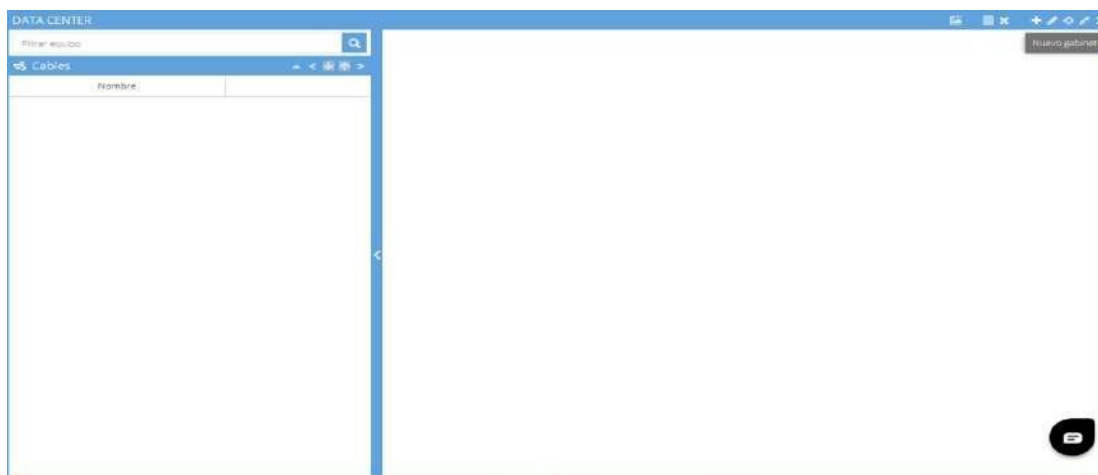


Figura 53. Botón nuevo gabinete

Fuente: Balza, Figueroa 2021

Figura 54. Configuración básica de un gabinete en OZmap

Fuente: Balza, Figueroa 2021

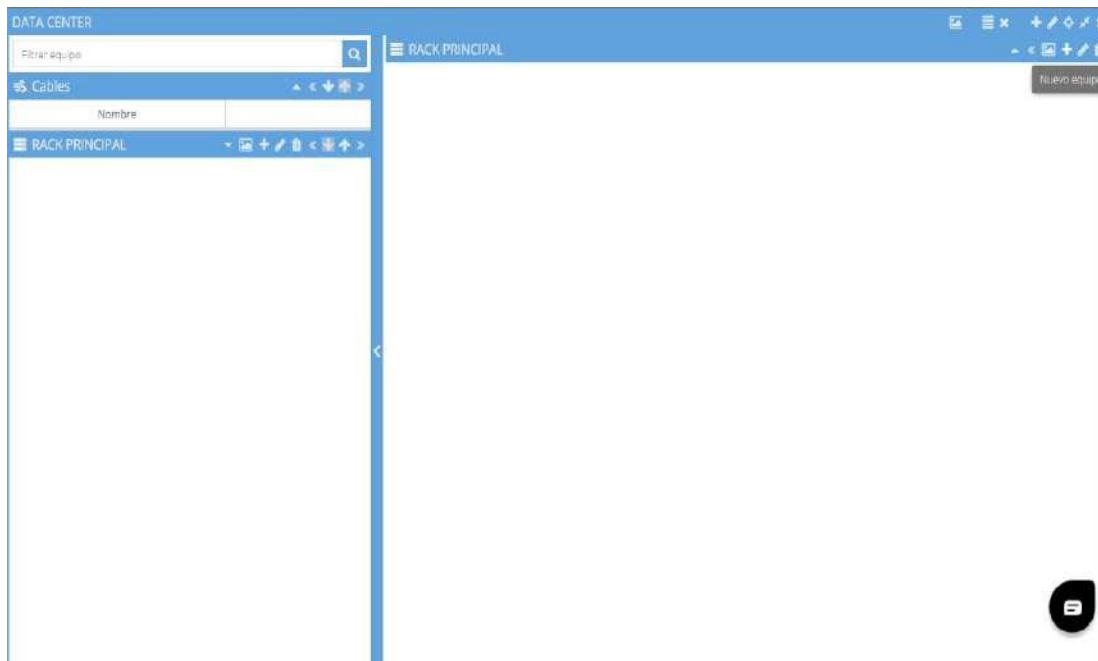


Figura 55. Botón agregar nuevo equipo
Fuente: Balza, Figueroa 2021

The image shows a configuration window titled 'Nuevo equipo'. It is divided into two sections. The first section, 'Datos básicos del equipo', contains four fields: 'Tipo de equipo:' with a dropdown menu set to 'OLT', 'Tipo:' with a dropdown menu set to 'C320', 'Nombre:' with a text input field containing 'OLT ZTE C320', and 'Etiqueta:' with an empty text input field. The second section, 'Equipo físico', contains four fields: 'Usuario:' with an empty text input field, 'Contraseña:' with an empty text input field, 'IP:' with an empty text input field, and 'Puerto:' with an empty text input field. A blue 'Guardar' button is located at the bottom right of the form.

Figura 56. Configuración básica para agregar un OLT
Fuente: Balza, Figueroa 2021

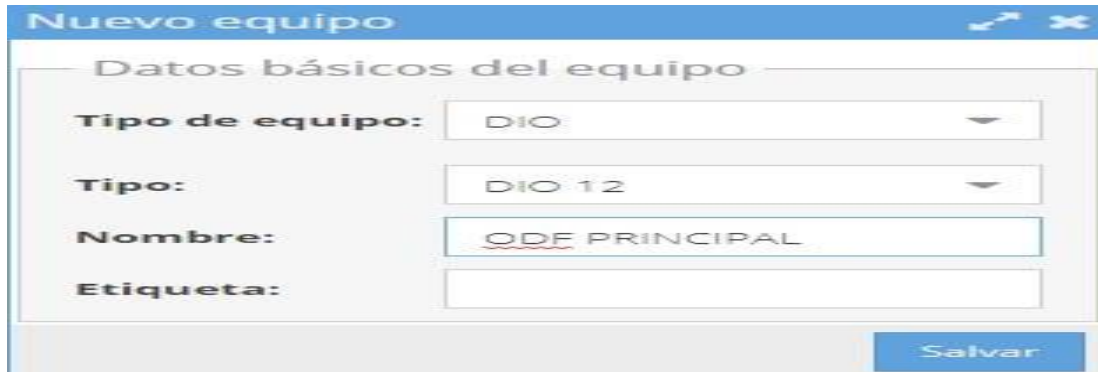


Figura 57. Configuración básica para agregar un ODF

Fuente: Balza, Figueroa 2021



Figura 58. Imagen visual de un OLT y ODF dentro de un rack en OZmap

Fuente: Balza, Figueroa 2021

Paso 6: Agregar el cable de fibra óptica 12 hilos ADSS desde el ODF en el Data Center hasta la manga Master

Una vez realizada la configuración de los cables ver figura 37 se procederá a agregar el cable del troncal principal usando una fibra óptica de 12 hilos ADSS desde la data center ubicado dentro del CC Paseo las industrias hasta unirla con la manga master del diseño ubicada en el punto, este cable debe anidarse con cada uno de los postes marcados en el recorrido, a continuación, las siguientes figuras mostrarán los pasos para realizarlo.

Primero, haciendo clic sobre el botón expansión de red ver figura 52, se procederá a seleccionar en el menú que se despliega la sección llamada “agregar cable”.



Figura 59. Botón agregar cable

Fuente: Balza, Figueroa 2021

Segundo, se da clic desde la data center y luego se va seleccionando poste por postes siguiendo la ruta por donde se quiere llevar el tendido de la fibra hasta encontrarse con la primera manga, al finalizar se deberá hacer la configuración básica del cable, es decir, darle nombre, tipo, nivel e incluso el estado de implementación en el programa.

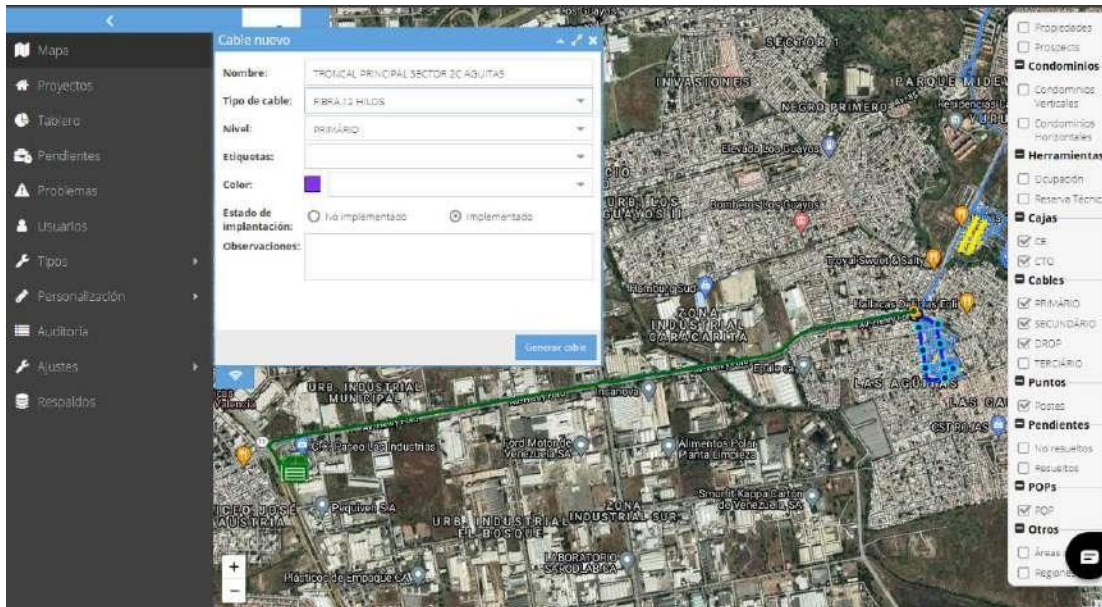


Figura 60. Configuración básica de agregar cable
Fuente: Balza, Figueroa 2021

Paso 7: Agregar las reservas en el programa OZmap

Las reservas técnicas son de vital importancia para cualquier diseño de red FTTH ya que implementarlas en puntos estratégicos nos permite mantener nuestra red segura de algún posible corte de fibra en el futuro o de alguna expansión de la red, es por esto, que las reservas durante el tendido deben colocarse aproximadamente cada 300mts y en puntos donde probablemente la red pueda optar por nuevas rutas, a continuación, se muestra como agregar las reservas en el programa OZmap.

Si ya tenemos ubicado el poste donde queremos establecer nuestra reserva técnica, entonces simplemente haciendo clic sobre él se nos desplegara un menú del poste seleccionado con diferentes campos, donde el campo sombreado en amarillo y en el apartado que dice “reserva técnica” que inicialmente estará en cero debemos cambiar su valor por 40 o 30 todo dependerá del diseñador, en nuestro caso las reservas técnicas para este diseño tendrán un largo de 40mts.

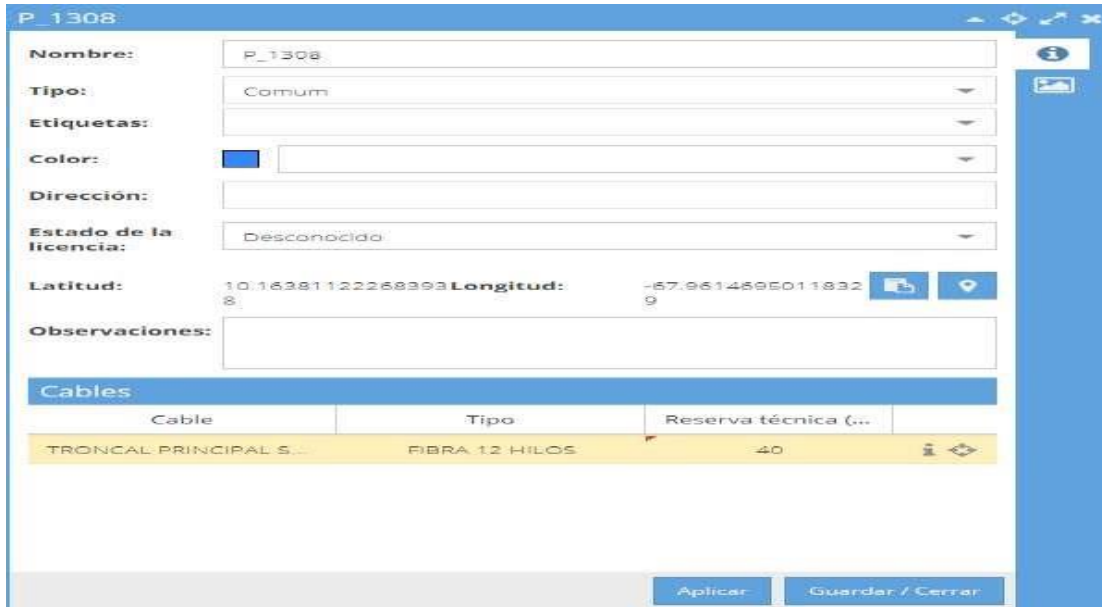


Figura 61. Agregar reserva
Fuente: Balza, Figueroa 2021



Figura 62. Imagen visual de las reservas técnicas en el programa OZmap
Fuente: Balza, Figueroa 2021

Paso 8: Agregar cajas o Mangas en el programa OZmap

Presionando el botón agregar caja podemos entrar a su configuración básica y establecer en el mapa su cantidad según el diseño lo requiera.



Figura 63. Agregar caja en el programa OZmap

Fuente: Balza, Figueroa 2021

The image shows the 'Nueva caja' (New box) configuration dialog box. It has a blue header with the title 'Nueva caja'. The form contains the following fields:

- Tipo:** A dropdown menu with 'CTO' selected.
- Nombre:** A text input field containing 'MANGA N1'.
- Plantilla:** A dropdown menu with 'Vazio' selected.
- Nivel:** A dropdown menu with 'CTO' selected.
- Color del borde:** A color selection field with a black swatch.
- Color de relleno:** A color selection field with a black swatch.
- Etiquetas:** A dropdown menu.
- Estado de implantación:** Radio buttons for 'En proyecto', 'No implementado', 'Implementado' (which is selected), and 'Certificado'.
- Observaciones:** A large text area for notes.

At the bottom right are two buttons: 'Confirmar' and 'Cancelar'.

Figura 64. Configuración básica de una caja en el programa OZmap

Fuente: Balza, Figueroa 2021

Según la figura 65 y 66 Se procedió a agregar las cajas en el programa según la cantidad que el diseño arrojó y colocándose en ubicaciones estratégicas para cubrir toda la zona del sector 2C.

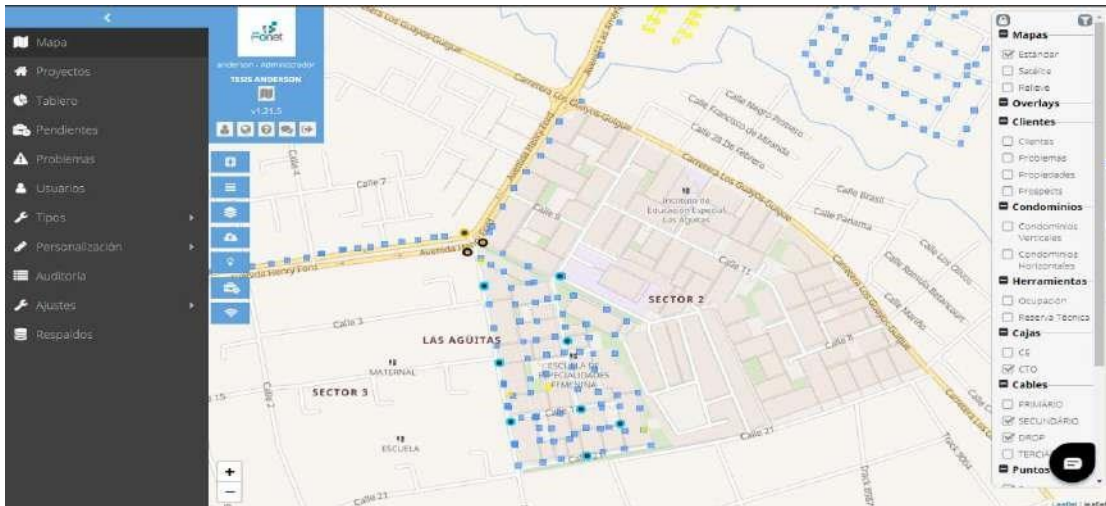


Figura 65. Ubicación geográfica de las cajas del diseño de la red FTTH

Fuente: Balza, Figueroa 2021

Paso 9: Agregar los Splitter en cada una de las cajas del diseño de la red FTTH

En esta sección se mostrará internamente como estará estructurado cada una de las cajas del diseño de la red FTTH para el sector 2C de la Urb. Las Agüitas, así como también explicando cómo agregar fusiones y splitter a las cajas.

Primero para agregar un nuevo Splitter a la caja se debe seleccionar del menú ubicado en la parte inferior a la izquierda la casilla nombrada como “Nuevo Splitter”.

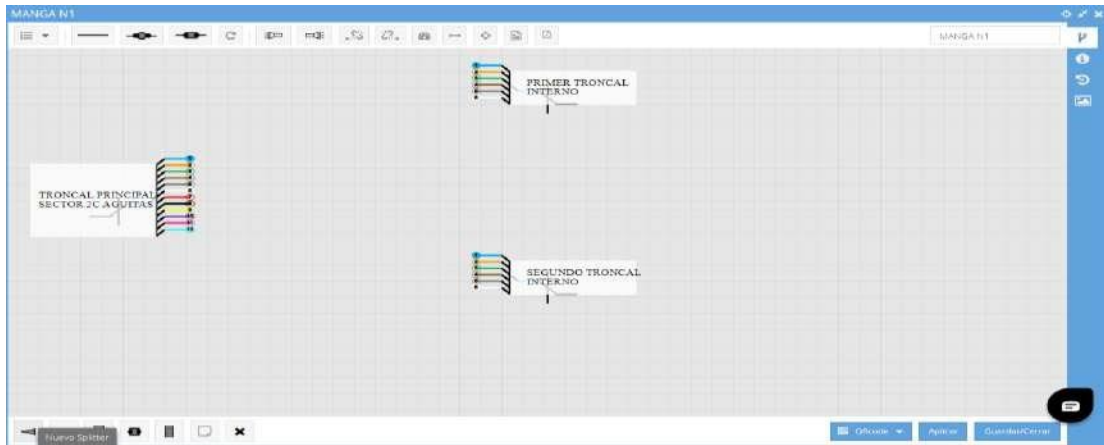


Figura 66. Botón agregar nuevo Splitter

Fuente: Balza, Figueroa 2021

Posteriormente, se desplegará un menú de selección donde deberá escoger el tipo de splitter que requiere usar en su diseño.

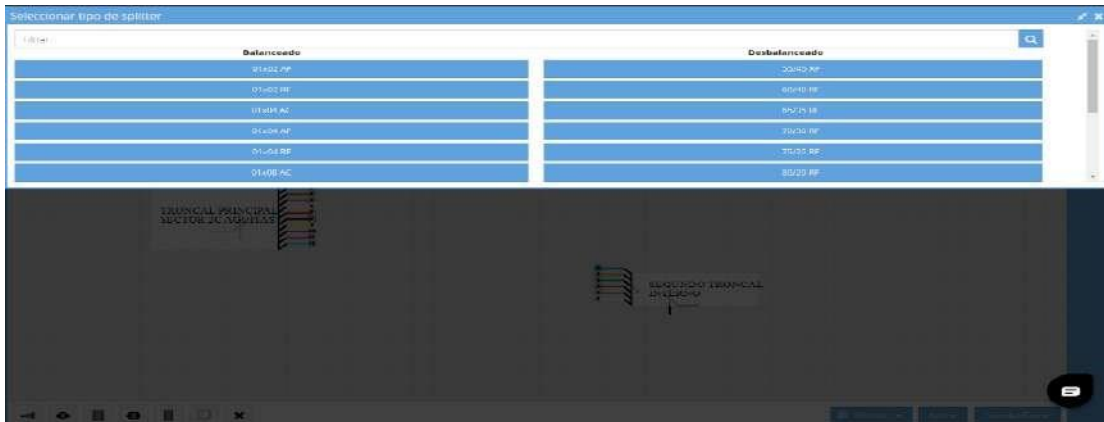


Figura 67. Menú seleccionar tipo de splitter

Fuente: Balza, Figueroa 2021

Tercero, para agregar una fusión se procede a seleccionar del menú ubicado en la parte inferior a la izquierda la casilla nombrada como “Nueva fusión”.

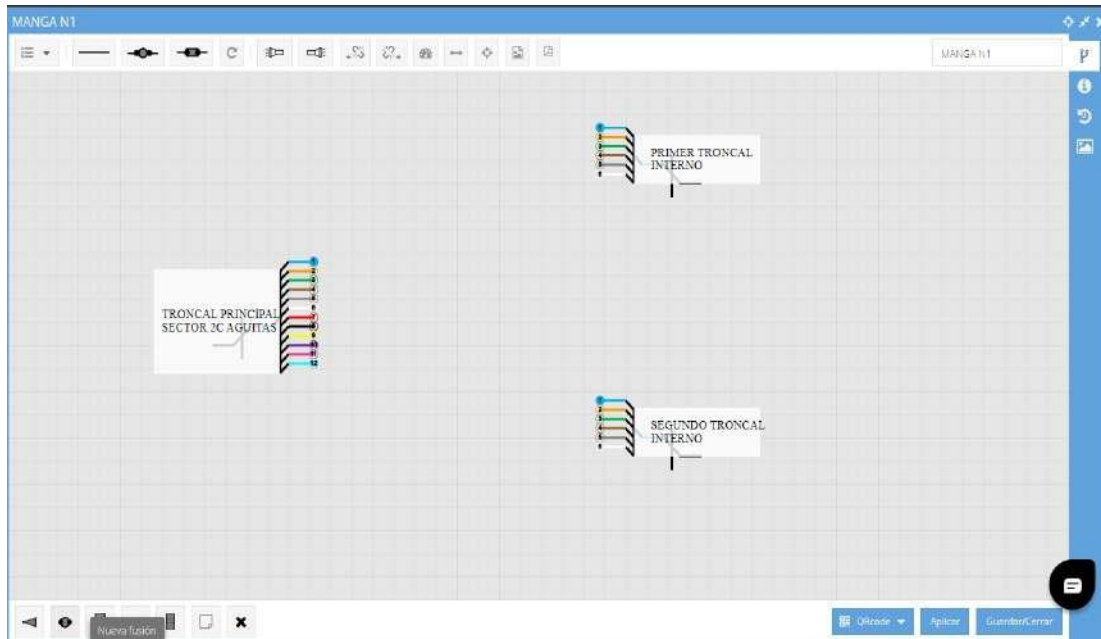


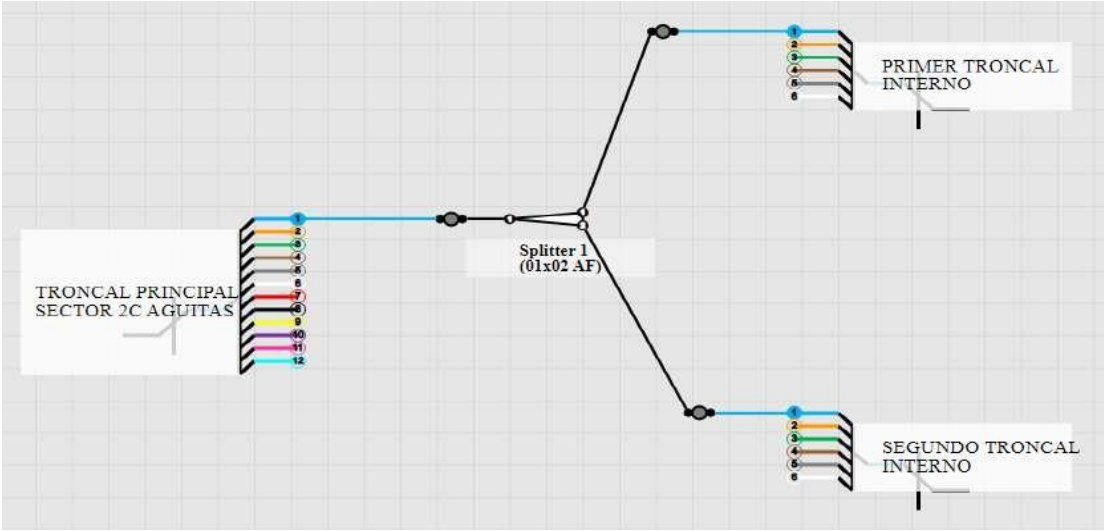
Figura 68. Botón agregar nueva fusión
 Fuente: Balza, Figueroa 2021

Finalmente, se desplegará un menú de selección donde deberá escoger el tipo de fusión que requiere usar en su diseño que ya previamente se configuro según la atenuación que se requiere, ver figura 46.



Figura 69. Menú seleccionar tipo de fusión
 Fuente: Balza, Figueroa 2021

Tomando como referencia las figuras anteriores como agregar splitters y fusiones en las cajas en el programa OZmap podemos mostrar a continuación la estructura interna de cada una de las 11 cajas del diseño de la red de acceso FTTH.



Figura

Fuente:

70. Manga master de primer nivel

Balza, Figueroa 2021

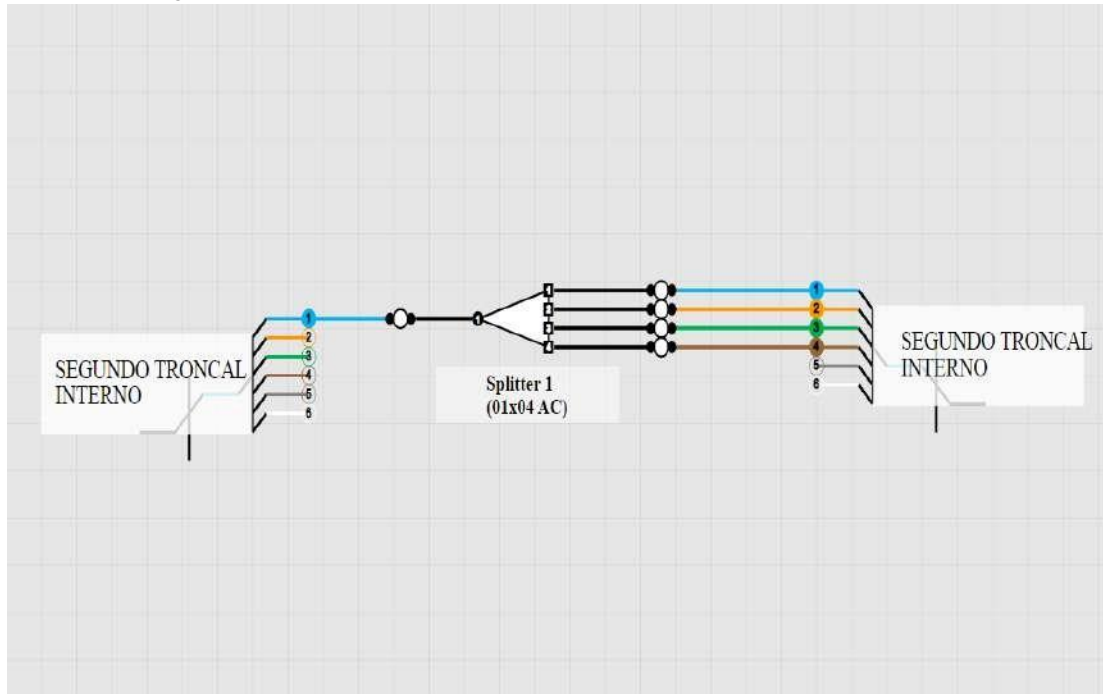
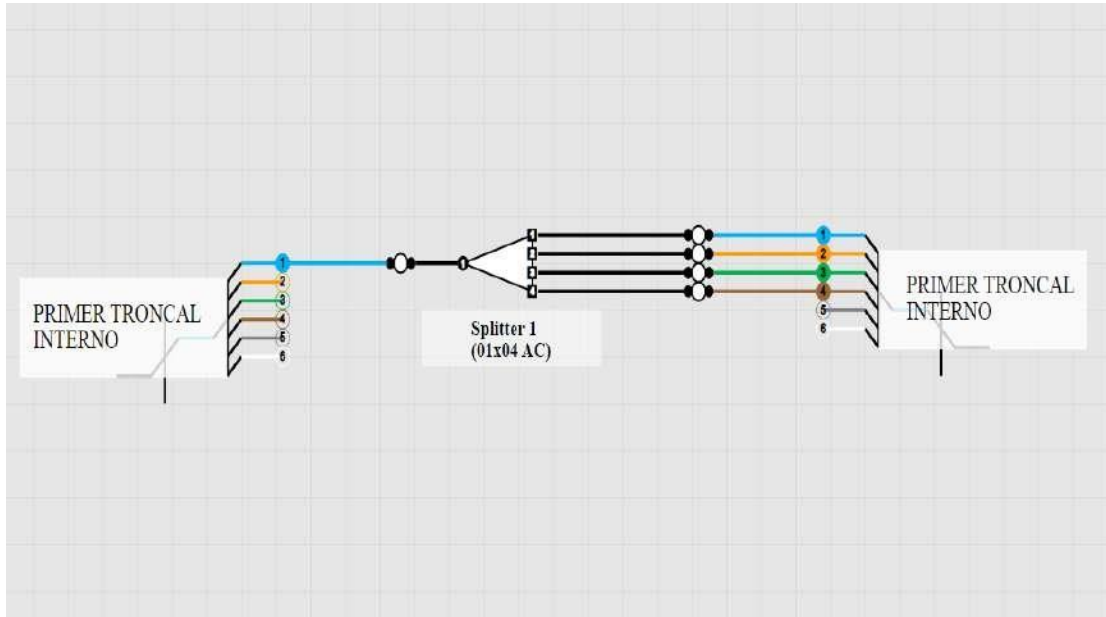


Figura 71. Manga de segundo nivel correspondiente al segundo troncal interno

Fuente: Balza, Figueroa 2021

Figura

Fuente:



72. Manga de segundo nivel correspondiente al primer troncal interno
Balza, Figueroa 2021

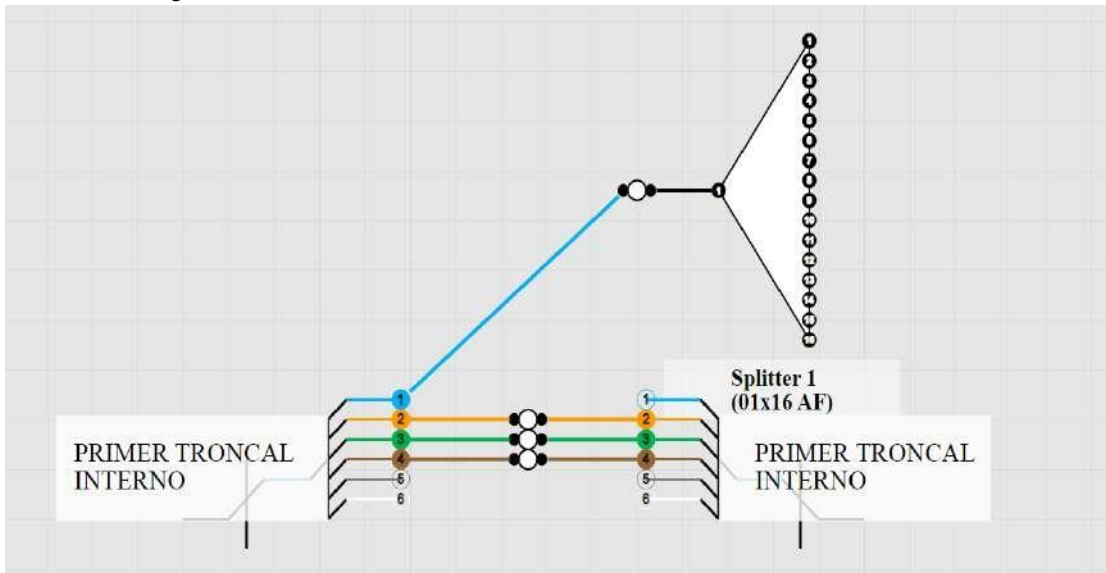
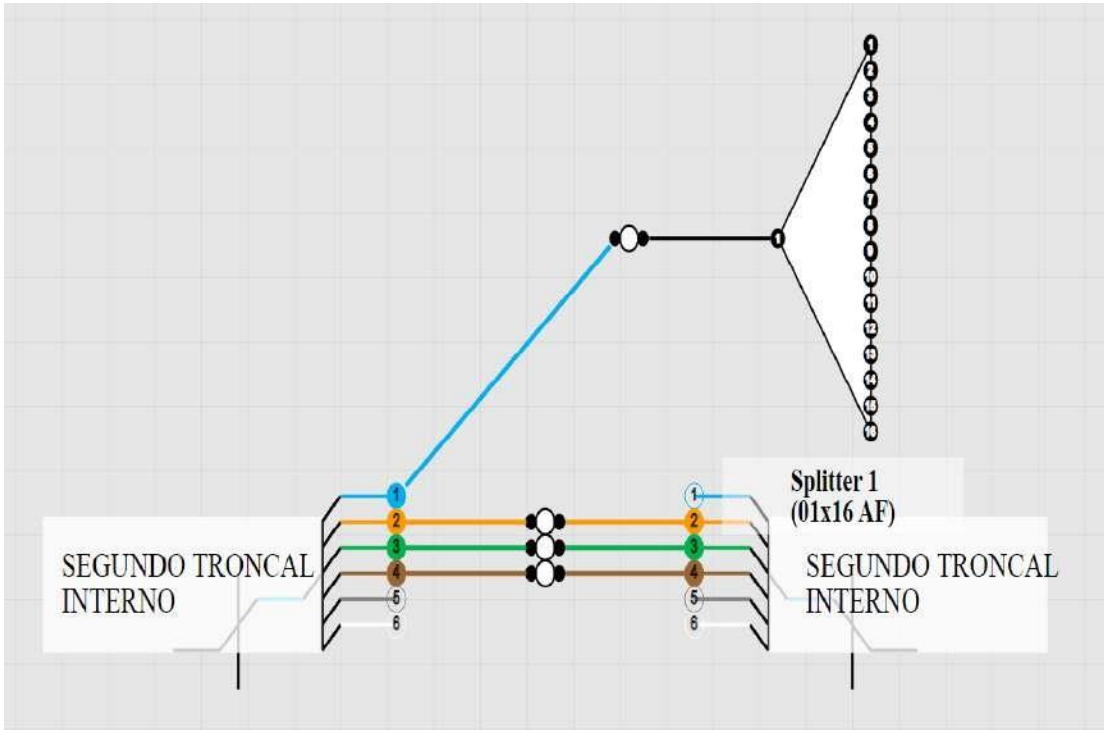


Figura 73. Primera manga de clientes correspondiente al primer troncal interno
Fuente: Balza, Figueroa 2021

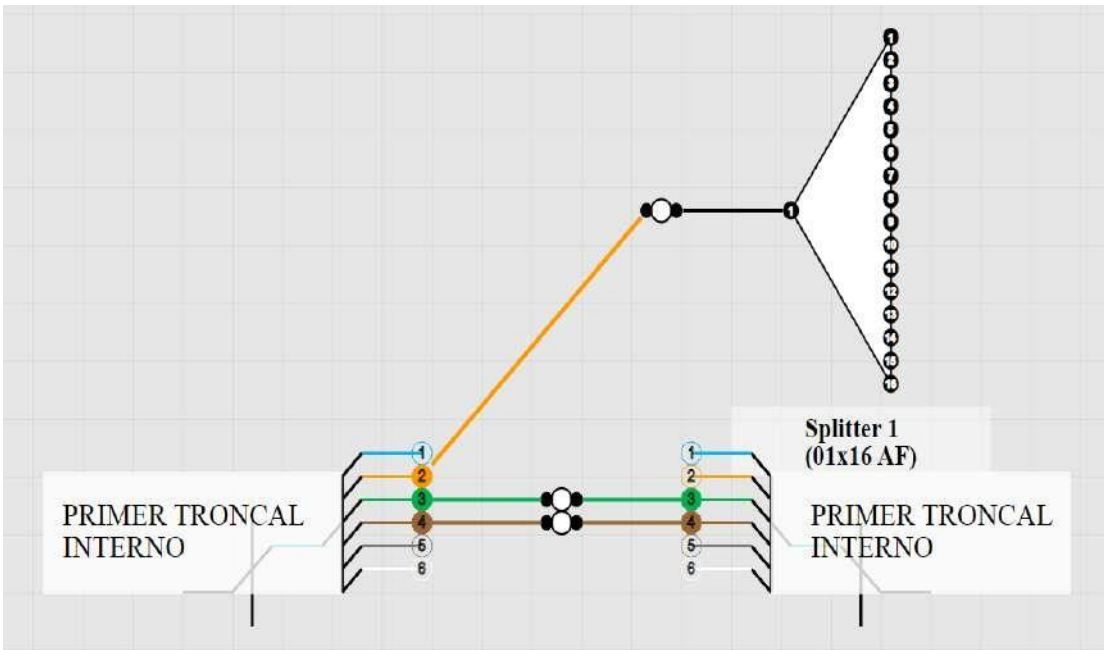
Figura

Fuente:



74. Primera manga de clientes correspondiente al segundo troncal interno

Balza, Figueroa 2021

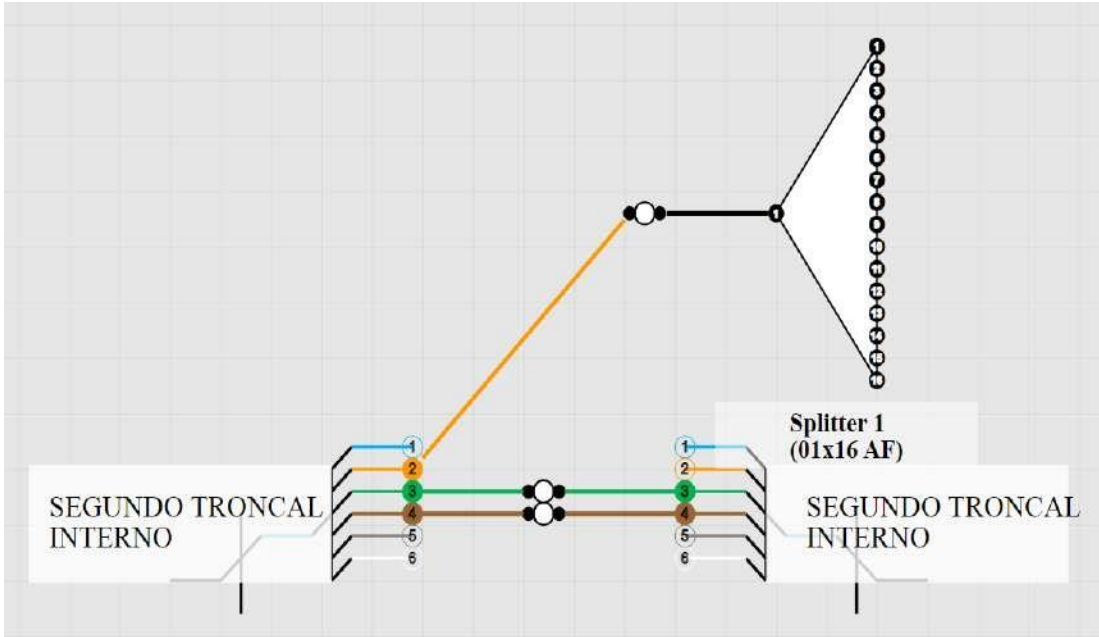


Figura

Fuente:

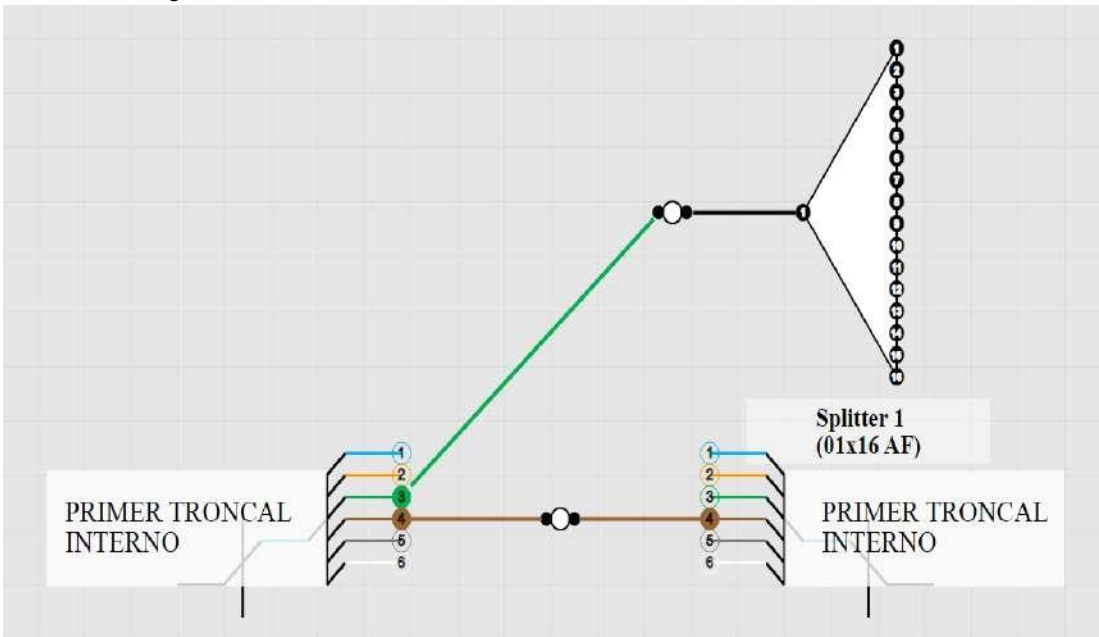
Figura 75. Segunda manga de clientes correspondiente al primer troncal interno

Fuente: Balza, Figueroa 2021



76. Segunda manga de clientes correspondiente al segundo troncal interno

Balza, Figueroa 2021



Figura

Fuente:

Figura 77. Tercera manga de clientes correspondiente al primer troncal interno

Fuente: Balza, Figueroa 2021

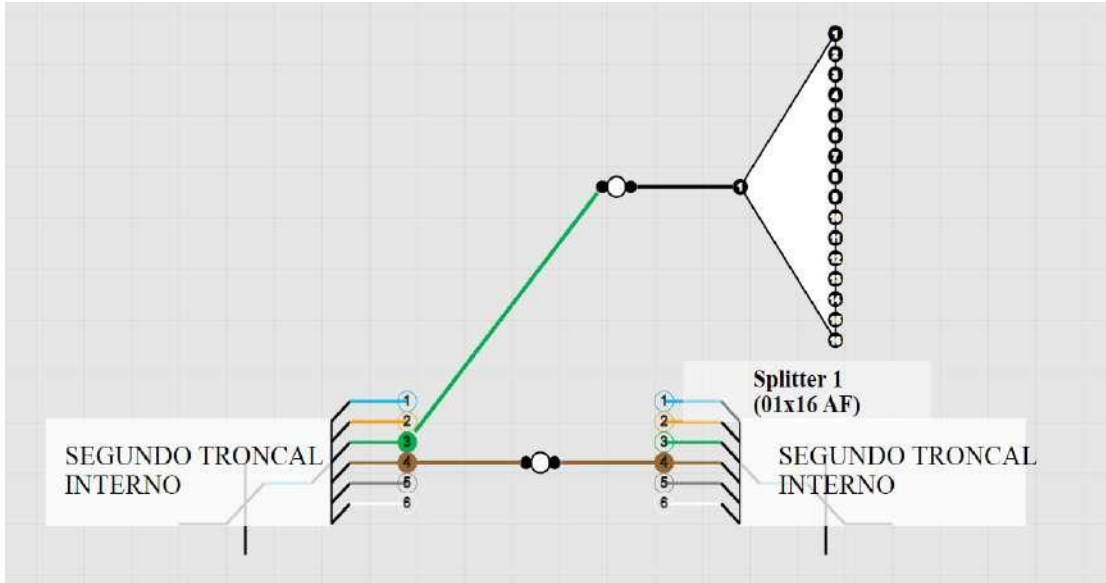


Figura 78. Tercera manga de clientes correspondiente al segundo troncal interno

Fuente: Balza, Figueroa 2021

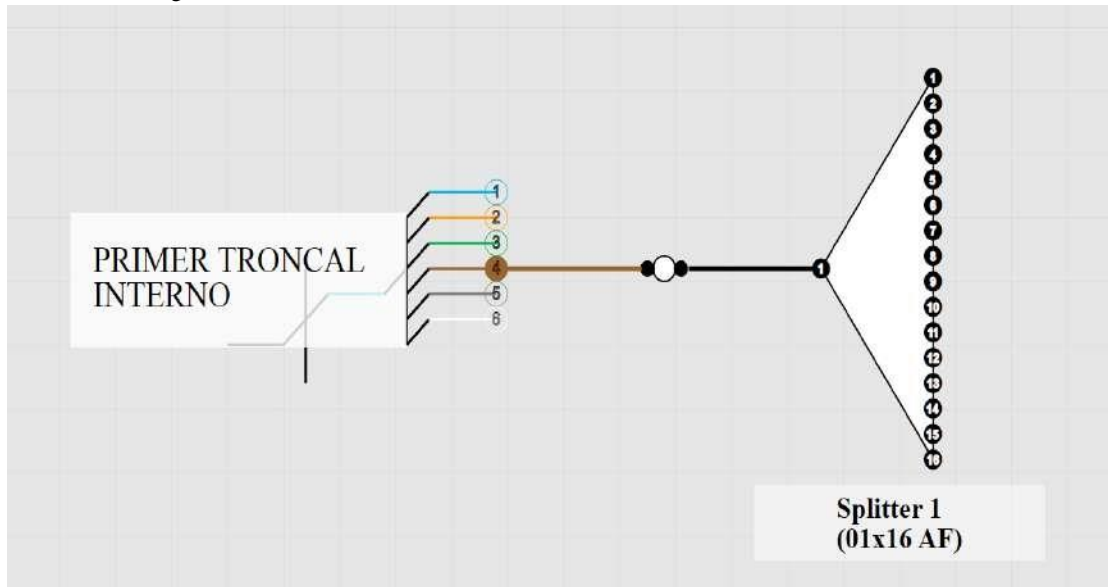


Figura 79. Cuarta manga de clientes correspondiente al primer troncal interno

Fuente: Balza, Figueroa 2021

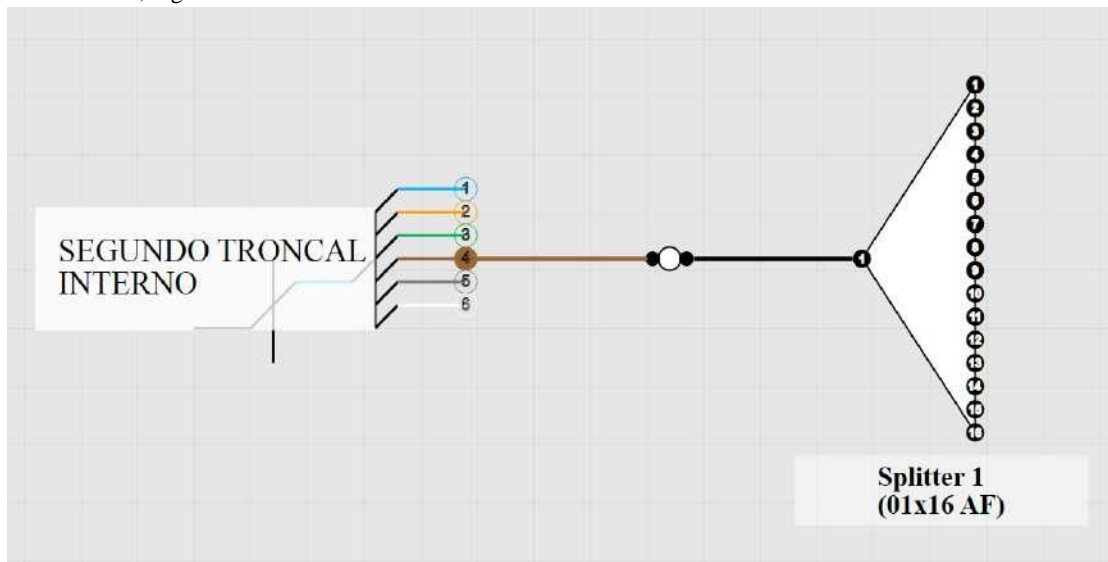


Figura 80. Cuarta manga de clientes correspondiente al segundo troncal interno

Fuente: Balza, Figueroa 2021

Paso 10: Usar las herramientas de comprobación y medición que ofrece el software OZmap

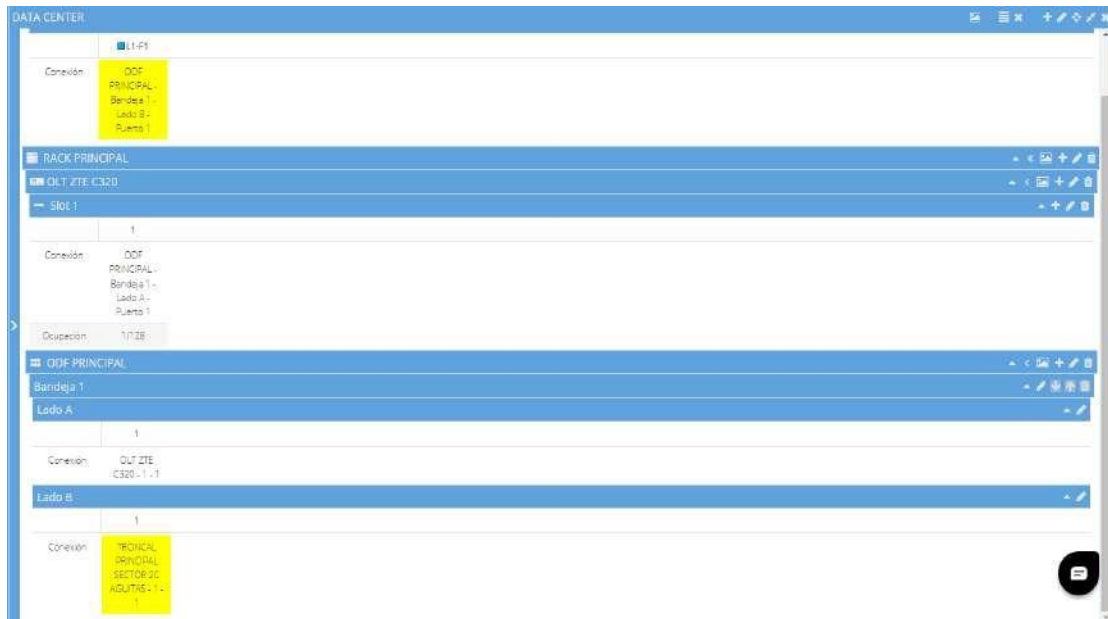


Figura 81. Hacer las conexiones en el Rack.

Fuente: Balza, Figueroa (2021)

El software OZmap además de permitirnos agregar nuestros propios elementos de red, configurarlos y representar de forma esquemática nuestras conexiones del diseño, también posee herramientas de comprobación y medición para cerciorarnos de que todas las conexiones están de acuerdo a lo esperado.

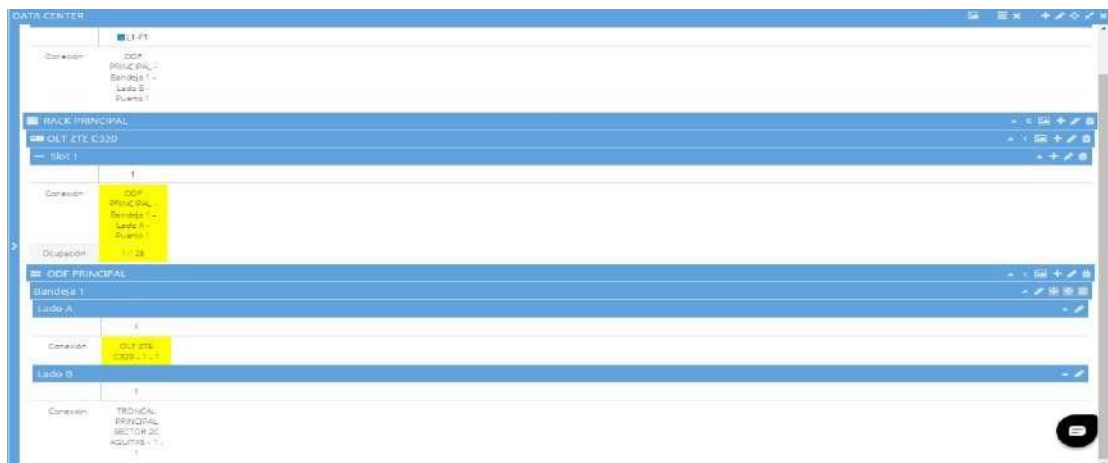


Figura 82. Iluminar ODF

Fuente: Balza, Figueroa 2021

Entrando en nuestro Rack y presionando click derecho sobre el lado de la bandeja del ODF conectado directamente al hilo azul de nuestra fibra óptica se desplegará un pequeño menú con los siguientes campos (Iluminar, OTDR, Propiedades y desconectar). Seguidamente si das click sobre el campo Iluminar estaríamos enviando luz a todo el hilo que lleva la potencia para comprar su conectividad y continuidad según las conexiones ya realizadas.

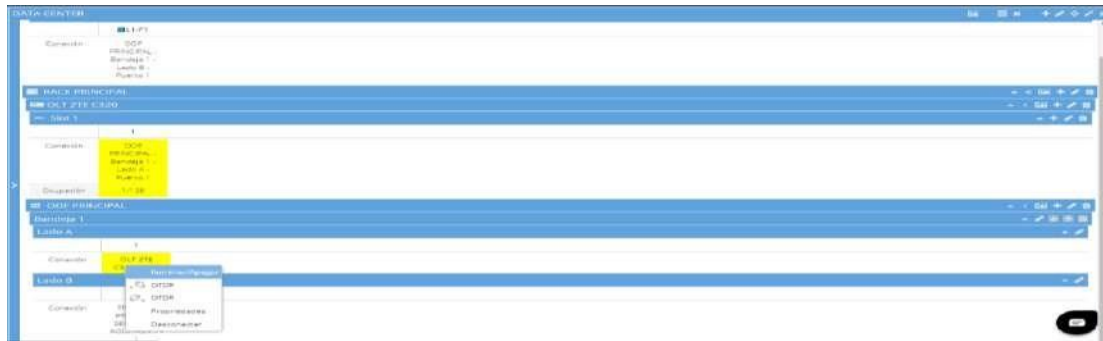


Figura 83. Botón Iluminar

Fuente: Balza, Figueroa 2021

Esta imagen evidencia la continuidad de luz desde el ODF hasta cada una de las mangas del diseño, por lo que es una clara comprobación de que las conexiones están perfectamente realizadas.



Figura 84. Diseño de la red FTTH iluminada
 Fuente: Balza, Figueroa 2021

En ese mismo sentido, si ingresamos en cada una de las cajas para comprar si sus conexiones están perfectamente realizadas según el diseño, en el parte superior centrado se encuentra un símbolo de linterna con el nombre iluminar hacia la derecha o izquierda todo dependerá de la necesidad a donde se quiere enviar el láser.

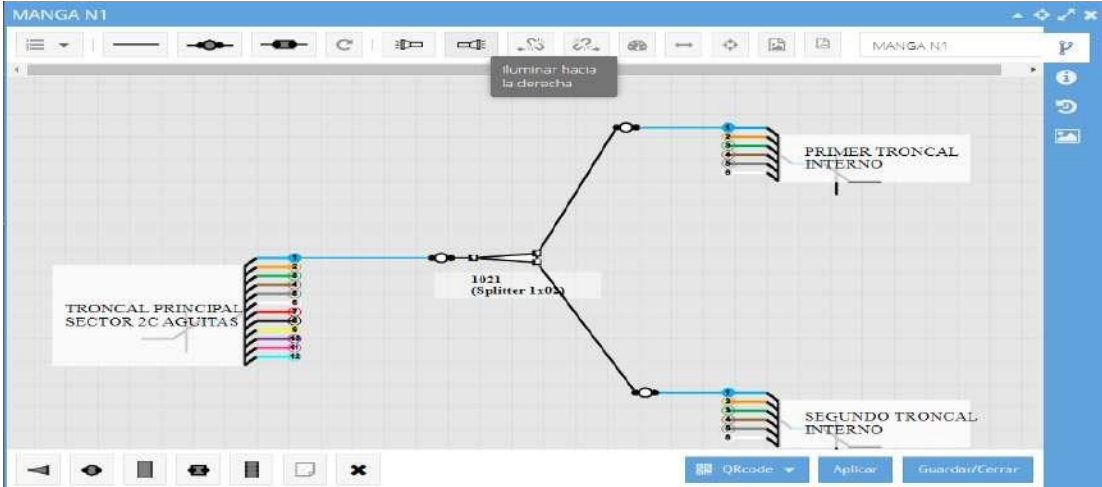


Figura 85. Botón Iluminar dentro de una caja
 Fuente: Balza, Figueroa 2021

Posteriormente, el símbolo de linterna se coloca sobre el cable al cual queremos enviar el láser y se presiona sobre él, tal como se muestra en la siguiente figura:

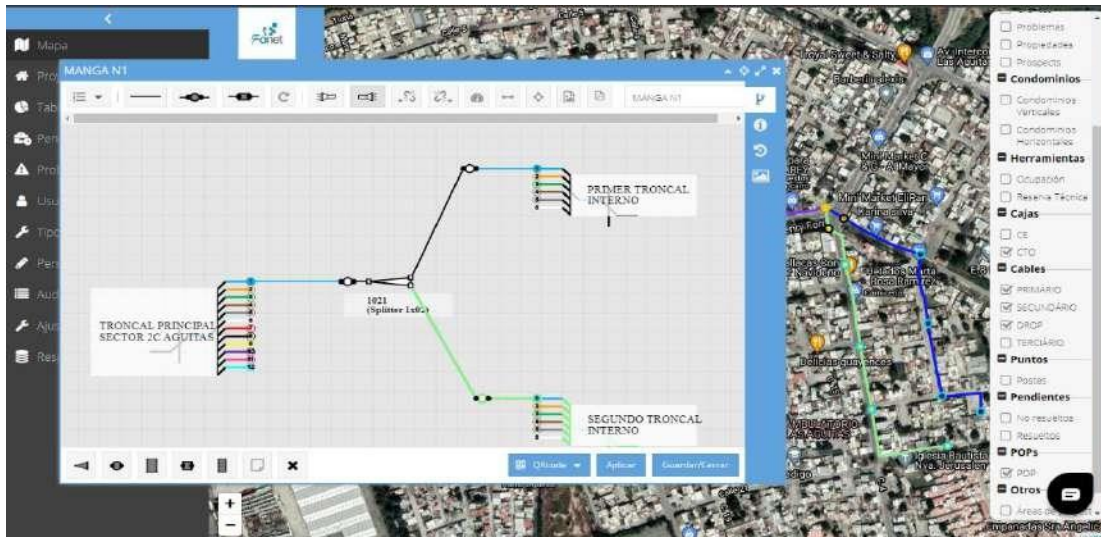
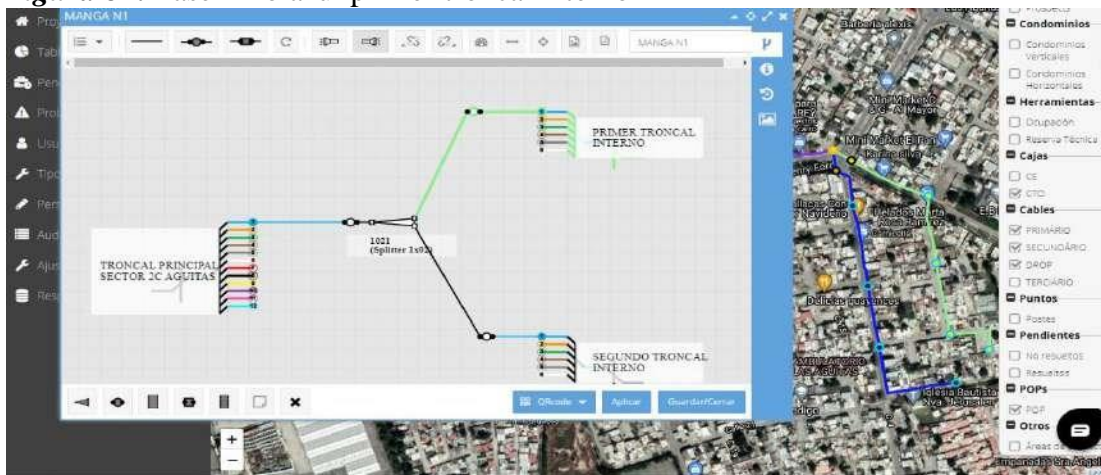


Figura 86. Laser hilo azul segundo troncal interno

Fuente: Balza, Figueroa 2021

La figura 88 comprueba que el hilo azul perteneciente al segundo troncal interno fusionado al hilo azul del troncal principal mediante la implementación de un splitter 1x02, el láser viaja única y exclusivamente por el hilo azul del segundo troncal.

Figura 87. Laser hilo azul primer troncal interno



Fuente: Balza, Figueroa 2021

La figura 89 comprueba que el hilo azul perteneciente al primer troncal interno fusionado con el hilo azul del troncal principal mediante la implementación de un splitter 1x02, el láser viaja única y exclusivamente por el hilo azul del primer troncal.

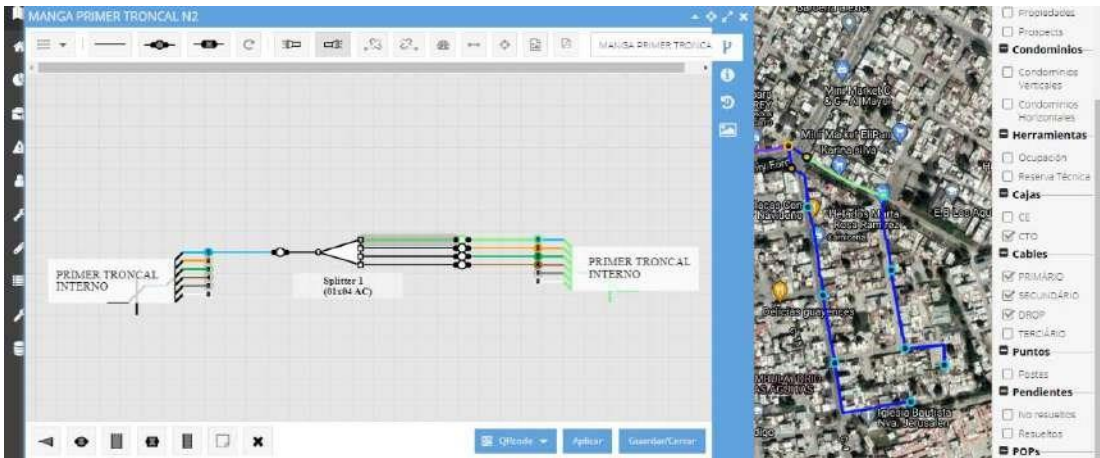


Figura 88. Conexión hilo azul del primer troncal con splitter 1x04

Fuente: Balza, Figueroa 2021

La figura 90 comprueba que el hilo azul perteneciente al primer troncal interno fusionado con el hilo azul del mismo primer troncal interno mediante la implementación de un splitter 1x04, el láser viaja única y exclusivamente por el hilo azul del primer troncal quedando en la primera manga. Esto es así según la conexión mostrada en la figura 89.

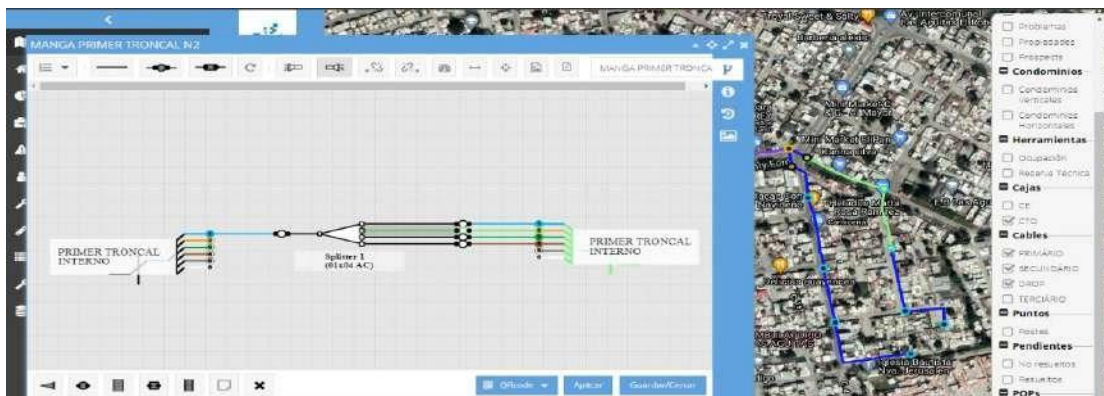


Figura 89. Conexión hilo naranja del primer troncal con splitter 1x04

Fuente: Balza, Figueroa 2021

La figura 91 comprueba que el hilo naranja perteneciente al primer troncal interno fusionado con el hilo azul del mismo primer troncal interno mediante la implementación de un splitter 1x04, el láser viaja única y exclusivamente por el hilo naranja del primer troncal quedando en la segunda manga. Esto es así según la conexión mostrada en la figura 89.

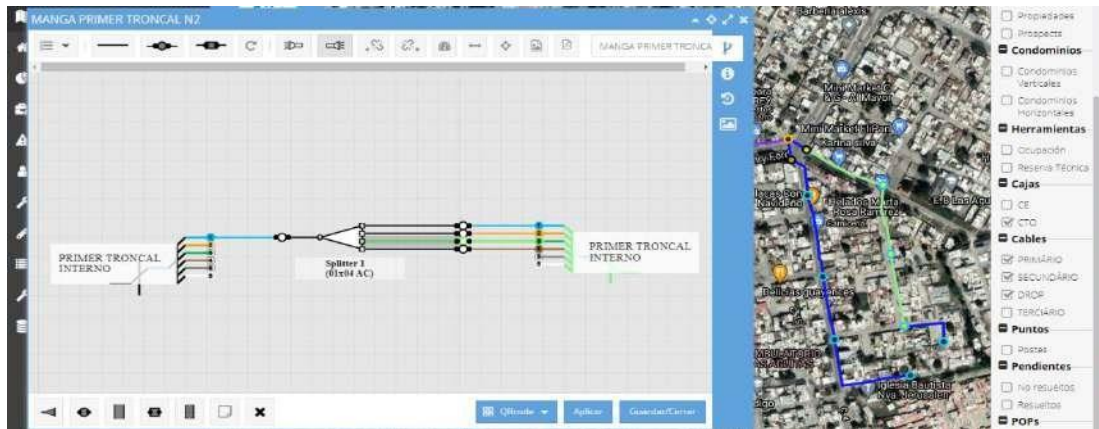


Figura 90. Conexión hilo verde del primer troncal con splitter 1x04

Fuente: Balza, Figueroa 2021

La figura 92 comprueba que el hilo verde perteneciente al primer troncal interno fusionado con el hilo azul del mismo primer troncal interno mediante la implementación de un splitter 1x04, el láser viaja única y exclusivamente por el hilo verde del primer troncal quedando en la tercera manga. Esto es así según la conexión mostrada en la figura 89.

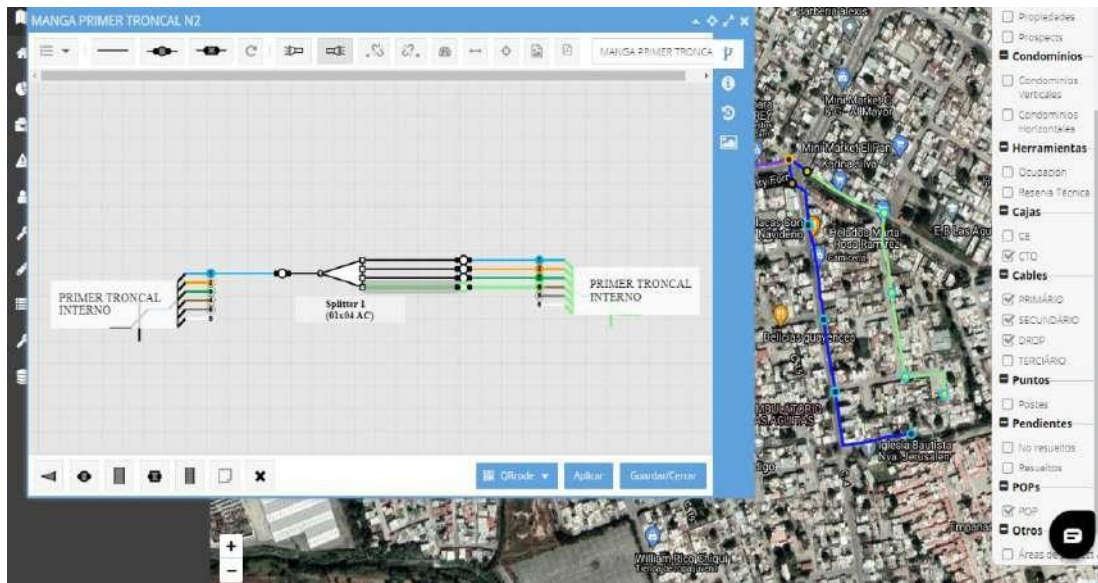


Figura 91. Conexión hilo marrón del primer troncal con splitter 1x04
Fuente: Balza, Figueroa 2021

La figura 93 comprueba que el hilo marrón perteneciente al primer troncal interno fusionado con el hilo azul del mismo primer troncal interno mediante la implementación de un splitter 1x04, el láser viaja única y exclusivamente por el hilo marrón del primer troncal quedando en la cuarta y última manga. Esto es así según la conexión mostrada en la figura 89.

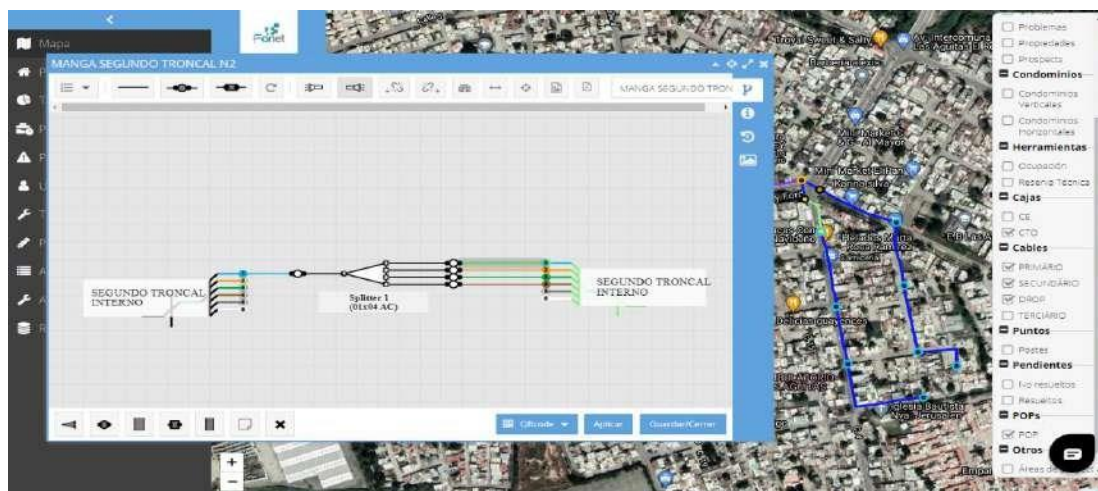


Figura 92. Conexión hilo azul del segundo troncal con splitter 1x04

Fuente: Balza, Figueroa 2021

La figura 85 comprueba que el hilo azul perteneciente al segundo troncal interno fusionado con el hilo azul del mismo primer troncal interno mediante la implementación de un splitter 1x04, el láser viaja única y exclusivamente por el hilo azul del segundo troncal quedando en la primera manga. Esto es así según la conexión mostrada en la figura 89.

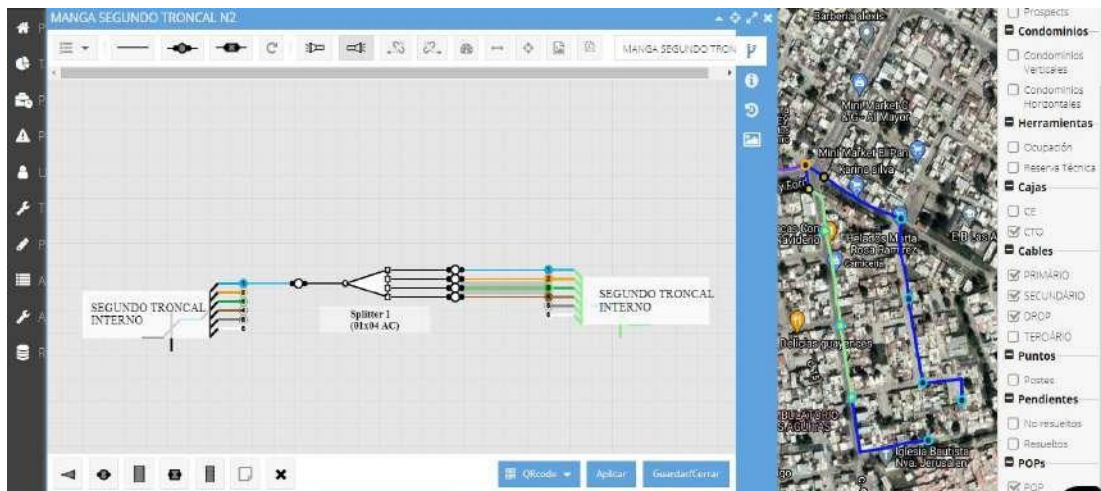


Figura 93. Conexión hilo naranja del segundo troncal con splitter 1x04

Fuente: Balza, Figueroa 2021

La figura 95 comprueba que el hilo naranja perteneciente al segundo troncal interno fusionado con el hilo azul del mismo primer troncal interno mediante la implementación de un splitter 1x04, el láser viaja única y exclusivamente por el hilo naranja del segundo troncal quedando en la segunda manga. Esto es así según la conexión mostrada en la figura 89.

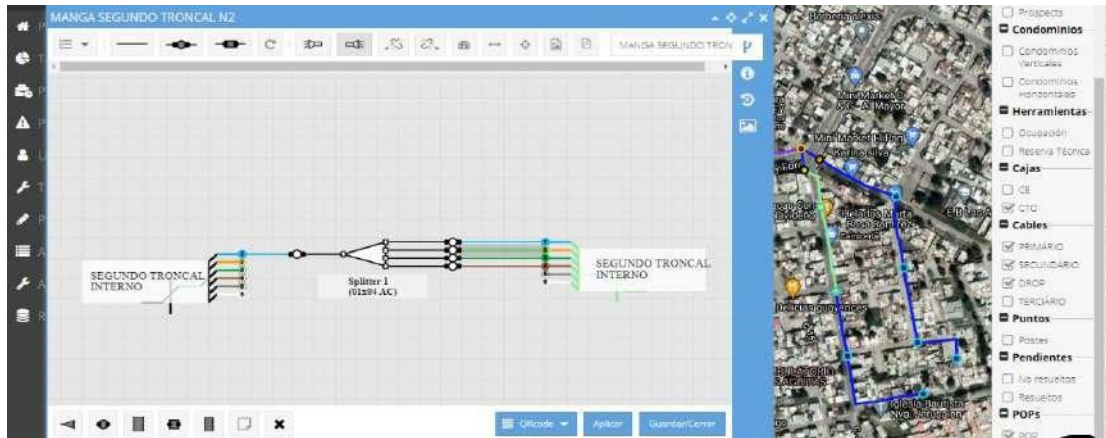


Figura 94. Conexión hilo verde del segundo troncal con splitter 1x04
 Fuente: Balza, Figueroa 2021

La figura 96 comprueba que el hilo verde perteneciente al segundo troncal interno fusionado con el hilo azul del mismo primer troncal interno mediante la implementación de un splitter 1x04, el láser viaja única y exclusivamente por el hilo verde del segundo troncal quedando en la tercera manga. Esto es así según la conexión mostrada en la figura 89.

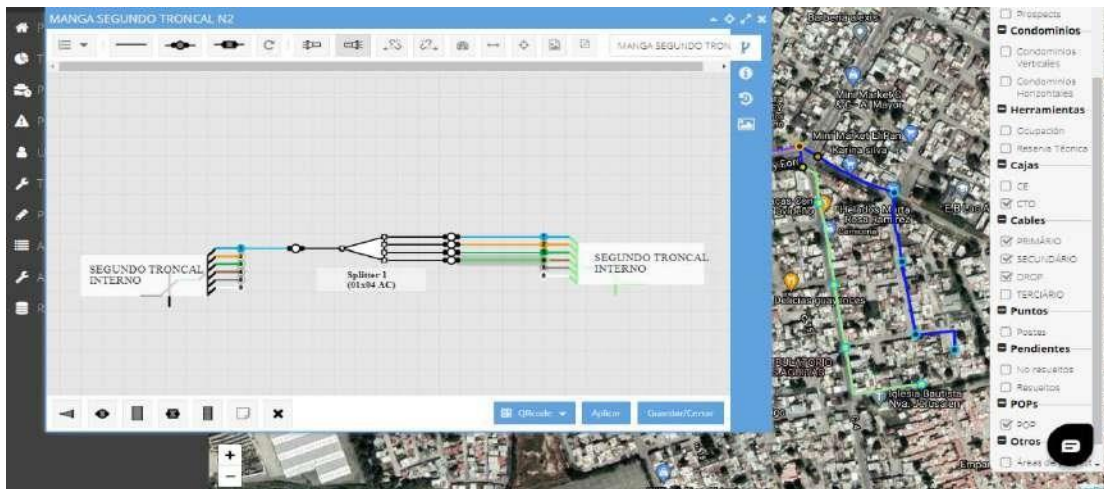


Figura 95. Conexión hilo marrón del segundo troncal con splitter 1x04
 Fuente: Balza, Figueroa 2021

La figura 97 comprueba que el hilo marrón perteneciente al segundo troncal interno fusionado con el hilo azul del mismo primer troncal interno mediante la implementación de un splitter 1x04, el láser viaja única y exclusivamente por el hilo

marrón del segundo troncal quedando en la cuarta manga. Esto es así según la conexión mostrada en la figura 89.

Paso 11: Calculo de la potencia con el programa OZMAP

Localización	Tipo	Elemento	Atenuación (dB)	Potencia (dBm)	Distancia (m)
	Fibra	PERDIDA dB/Km (DROP CLIENTE)	0.05	-23.12	5246.55
CTO - 1	Fusión	FUSION QUE CONTIENE ATENUACIONES DE (S...	0.90	-23.06	5096.21
CTO - 1	Splitter	PRIMER SPLITTER 1 X16 PARA CLIENTES - puer...	14.30	-22.16	5096.21
CTO - 1	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X16 P...	0.03	-7.86	5096.21
PRIMER TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO AZUL DEL PRIMER TRONCAL (MANGA 1)	0.06	-7.83	5096.21
MANGA PRIMER TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA SALIDA DEL SPLITTER 1X4 CON ...	0.03	-4923.57	4923.57
MANGA PRIMER TRONCAL N2	Splitter	SPLITTER 1X4 DEL PRIMER TRONCAL (MANGA ...	7.30	-7.74	-4923.57
MANGA PRIMER TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X4 CO...	0.03	-0.44	-4923.57
PRIMER TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO AZUL PRIMER TRONCAL INTERNO	0.01	-0.41	-4923.57
MANGA N1	Fusión	Fusión salida Splitter 1x02 Primer Troncal	0.03	-0.40	-4890.99
MANGA N1	Splitter	SPLITTER 1X2 (MANGA MASTER) - puerto 1	4.70	-0.37	-4890.99
MANGA N1	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X2 DE ...	0.03	4.23	-4890.99
TRONCAL PRINCIPAL SECTOR 2C ASQUITAS	Fibra	PERDIDA dB x Km (TRONCAL PRINCIPAL)	1.71	4.96	-4890.99
DATA CENTER	DIO	ODF - Bandeja 1 - puerto 1	0.63	6.07	0.00
DATA CENTER	PDN	RACK PRINCIPAL - OLT ZTE C320 - Slot 1 - Port...	7.00	7.00	0.00

Figura 96. Potencia perteneciente a la primera manga del primer troncal interno

Fuente: Balza, Figueroa (2021)

Localización	Tipo	Elemento	Atenuación (dB)	Potencia (dBm)	Distancia (m)
	Fibra	PERDIDA dB/Km (DROP CLIENTE)	0.00	-23.15	5401.25
CTO - 4	Fusión	FUSION QUE CONTIENE ATENUACIONES DE (S...	0.90	-23.15	5252.68
CTO - 4	Splitter	SEGUNDO SPLITTER 1X8 PARA CLIENTES - pue...	14.30	-22.26	5252.68
CTO - 4	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X16 P...	0.03	-7.95	5252.68
PRIMER TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO NARANJA DEL PRIMER TRONCAL (MANGA ...	0.05	-7.92	5252.68
CTO - 1	Fusión	FUSION QUE ENTRA EL HILO NARANJA HAST...	0.03	-7.86	5096.21
PRIMER TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO NARANJA DEL PRIMER TRONCAL (MANGA ...	0.06	-7.83	5096.21
MANGA PRIMER TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA SALIDA DEL SPLITTER 1X4 CON ...	0.03	-7.77	-4923.57
MANGA PRIMER TRONCAL N2	Splitter	SPLITTER 1X4 DEL PRIMER TRONCAL (MANGA ...	7.30	-7.74	-4923.57
MANGA PRIMER TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X4 CO...	0.03	-0.44	-4923.57
PRIMER TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO AZUL PRIMER TRONCAL INTERNO	0.01	-0.41	-4923.57
MANGA N1	Fusión	Fusión salida Splitter 1x02 Primer Troncal	0.03	-0.40	-4890.99
MANGA N1	Splitter	SPLITTER 1X2 (MANGA MASTER) - puerto 1	4.70	-0.37	-4890.99
MANGA N1	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X2 DE ...	0.03	4.33	-4890.99
TRONCAL PRINCIPAL SECTOR 2C ASQUITAS	Fibra	PERDIDA dB x Km (TRONCAL PRINCIPAL)	1.71	4.96	-4890.99
DATA CENTER	DIO	ODF - Bandeja 1 - puerto 1	0.63	6.07	0.00
DATA CENTER	PDN	RACK PRINCIPAL - OLT ZTE C320 - Slot 1 - Port...	7.00	7.00	0.00

Figura 97. Potencia perteneciente a la segunda manga del primer troncal interno

Fuente: Balza, Figueroa (2021)

Localización	Tipo	Elemento	Atenuación (dB)	Potencia (dBm)	Distancia (m)
	Fibra	PERDIDA eB/Km (DROP CLIENTE)	0.05	-23.29	5565.73
CTO - 3	Fusión	FUSION QUE CONTIENE ATENUACIONES DE (S...	0.00	-23.24	5415.35
CTO - 3	Splitter	TERCER SPLITTER 1x16 PARA CLIENTES - puert...	14.30	-22.94	5415.35
CTO - 3	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1x16 P...	0.03	-8.04	5415.35
PRIMER TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO VERDE DEL PRIMER TRONCAL (MANGA 3)	0.06	-8.01	5415.35
CTO - 4	Fusión	SEGUNDA FUSION QUE ENRUTA EL HILO VERD...	0.03	-7.95	5252.68
PRIMER TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO VERDE DEL PRIMER TRONCAL (MANGA 3)	0.05	-7.92	5252.68
CTO - 1	Fusión	PRIMERA FUSION QUE ENRUTA EL HILO VERD...	0.03	-7.86	5096.21
PRIMER TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO VERDE DEL PRIMER TRONCAL (MANGA 3)	0.06	-7.83	5096.21
MANGA PRIMER TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA SALIDA DEL SPLITTER 1x4 CON ...	0.03	-7.77	4923.57
MANGA PRIMER TRONCAL N2	Splitter	SPLITTER 1x4 DEL PRIMER TRONCAL (MANGA ...	7.30	-7.74	4923.57
MANGA PRIMER TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1x4 CO...	0.03	-0.44	4923.57
PRIMER TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO AZUL PRIMER TRONCAL INTERNO	0.01	-0.41	4923.57
MANGA N1	Fusión	Fusión sobre Splitter 1x02 Primer Troncal	0.03	-0.40	4890.99
MANGA N1	Splitter	SPLITTER 1x2 (MANGA MASTER) - puerto 1	4.70	-0.37	4890.99
MANGA N1	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1x2 DE...	0.03	4.33	4890.99
TRONCAL PRINCIPAL SECTOR 2C AGUITAS	Fibra	PERDIDA eB x Km (TRONCAL PRINCIPAL)	1.71	4.36	4890.99
DATA CENTER	DIO	ODF - Bodega 1 - puerto 1	0.93	6.07	0.00
DATA CENTER	PON	RACK PRINCIPAL - OLT ZTE C320 - Slot 1 - Port...		7.00	0.00

Figura 98. Potencia perteneciente a la Tercera manga del primer troncal interno Fuente: Balza, Figueroa (2021)

Localización	Tipo	Elemento	Atenuación (dB)	Potencia (dBm)	Distancia (m)
	Fibra	PERDIDA eB/Km (DROP CLIENTE)	0.05	-23.35	5595.85
CTO - 2	Fusión	FUSION QUE CONTIENE ATENUACIONES DE L...	0.00	-23.31	5546.31
CTO - 2	Splitter	CUARTO SPLITTER 1x16 PARA CLIENTES - puert...	14.30	-22.41	5546.31
CTO - 2	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1x16 P...	0.03	-8.11	5546.31
PRIMER TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO MARRON DEL PRIMER TRONCAL (MANG...	0.05	-8.08	5546.31
CTO - 3	Fusión	TERCERA FUSION QUE ENRUTA EL HILO MARR...	0.03	-8.04	5415.35
PRIMER TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO MARRON DEL PRIMER TRONCAL (MANG...	0.05	-8.01	5415.35
CTO - 4	Fusión	SEGUNDA FUSION QUE ENRUTA EL HILO MAR...	0.03	-7.98	5252.68
PRIMER TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO MARRON DEL PRIMER TRONCAL (MANG...	0.05	-7.92	5252.68
CTO - 1	Fusión	PRIMERA FUSION QUE ENRUTA EL HILO MARR...	0.03	-7.86	5096.21
PRIMER TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO MARRON PRIMER TRONCAL (MANGA 4)	0.06	-7.83	5096.21
MANGA PRIMER TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA SALIDA DEL SPLITTER 1x4 CON ...	0.03	-7.77	4923.57
MANGA PRIMER TRONCAL N2	Splitter	SPLITTER 1x4 DEL PRIMER TRONCAL (MANGA ...	7.30	-7.74	4923.57
MANGA PRIMER TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1x4 C...	0.03	-0.44	4923.57
PRIMER TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO AZUL PRIMER TRONCAL INTERNO	0.01	-0.41	4923.57
MANGA N1	Fusión	Fusión sobre Splitter 1x02 Primer Troncal	0.03	-0.40	4890.99
MANGA N1	Splitter	SPLITTER 1x2 (MANGA MASTER) - puerto 1	4.70	-0.37	4890.99
MANGA N1	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1x2 DE...	0.03	4.33	4890.99
TRONCAL PRINCIPAL SECTOR 2C AGUITAS	Fibra	PERDIDA eB x Km (TRONCAL PRINCIPAL)	1.71	4.36	4890.99
DATA CENTER	DIO	ODF - Bodega 1 - puerto 1	0.93	6.07	0.00
DATA CENTER	PON	RACK PRINCIPAL - OLT ZTE C320 - Slot 1 - Port...		7.00	0.00

Figura 99. Potencia perteneciente a la última manga del primer troncal interno Fuente: Balza, Figueroa (2021)

Localización	Tipo	Elemento	Atenúaación (dB)	Potencia (dBm)	Distancia (m)
	Fibra	PERDIDA 0,9dB/Km (DROP CLIENTE)	0,05	-23,05	5178,32
CTO - 7	Fusión	FUSION QUE CONTIENE ATENUACIONES DE (S...	0,90	-23,04	5027,61
CTO - 7	Splitter	QUINTO SPLITTER 1X16 PARA CLIENTES - puert...	14,30	-22,14	5027,61
CTO - 7	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X16 P...	0,03	-7,84	5027,61
SEGUNDO TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO AZUL DEL SEGUNDO TRONCAL (MANGA 1)	0,04	-7,81	5027,61
MANGA SEGUNDO TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA SALIDA DEL SPLITTER 1X4 CON ...	0,03	-7,77	4925,49
MANGA SEGUNDO TRONCAL N2	Splitter	SPLITTER 1X4 DEL PRIMER TRONCAL (MANGA ...	7,30	-7,74	4925,49
MANGA SEGUNDO TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X4 CO...	0,03	-0,44	4925,49
SEGUNDO TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO AZUL SEGUNDO TRONCAL INTERNO	0,01	-0,41	4925,49
MANGA N1	Fusión	FUSION DE LA SALIDA Splitter 1X2 SEGUNDO T...	0,03	-0,40	4890,99
MANGA N1	Splitter	SPLITTER 1X2 (MANGA MASTER) - puerto 2	4,70	-0,37	4890,99
MANGA N1	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X2 DE ...	0,03	4,33	4890,99
TRONCAL PRINCIPAL SECTOR 2C AGUITAS	Fibra	PERDIDA 0,6 x Km (TRONCAL PRINCIPAL)	1,71	4,36	4890,99
DATA CENTER	DIO	ODF - Bandeja 1 - puerto 1	0,93	6,07	0,00
DATA CENTER	PDN	BACK PRINCIPAL - OLT ZTE C320 - Slot 1 - Port...		7,00	0,00

Figura 100. Potencia perteneciente a la primera manga del segundo troncal interno
Fuente: Balza, Figueroa (2021)

Localización	Tipo	Elemento	Atenúaación (dB)	Potencia (dBm)	Distancia (m)
	Fibra	PERDIDA 0,9dB/Km (DROP CLIENTE)	0,05	-23,16	5343,40
CTO - 8	Fusión	FUSION QUE CONTIENE ATENUACIONES DE (S...	0,90	-23,13	5195,62
CTO - 8	Splitter	SEXTO SPLITTER 1X16 PARA CLIENTES - puerto 1	14,30	-22,23	5195,62
CTO - 8	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X16 P...	0,03	-7,93	5195,62
SEGUNDO TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO NARANJA DEL SEGUNDO TRONCAL (MAN...	0,06	-7,90	5195,62
CTO - 7	Fusión	FUSION QUE ENRUTA EL HILO NARANJA HAST...	0,03	-7,84	5027,61
SEGUNDO TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO NARANJA DEL SEGUNDO TRONCAL (MAN...	0,04	-7,81	5027,61
MANGA SEGUNDO TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA SALIDA DEL SPLITTER 1X4 CON ...	0,03	-7,77	4925,49
MANGA SEGUNDO TRONCAL N2	Splitter	SPLITTER 1X4 DEL PRIMER TRONCAL (MANGA ...	7,30	-7,74	4925,49
MANGA SEGUNDO TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X4 CO...	0,03	-0,44	4925,49
SEGUNDO TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO AZUL SEGUNDO TRONCAL INTERNO	0,01	-0,41	4925,49
MANGA N1	Fusión	FUSION DE LA SALIDA Splitter 1X2 SEGUNDO T...	0,03	-0,40	4890,99
MANGA N1	Splitter	SPLITTER 1X2 (MANGA MASTER) - puerto 2	4,70	-0,37	4890,99
MANGA N1	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X2 DE ...	0,03	4,33	4890,99
TRONCAL PRINCIPAL SECTOR 2C AGUITAS	Fibra	PERDIDA 0,6 x Km (TRONCAL PRINCIPAL)	1,71	4,36	4890,99
DATA CENTER	DIO	ODF - Bandeja 1 - puerto 1	0,93	6,07	0,00
DATA CENTER	PDN	BACK PRINCIPAL - OLT ZTE C320 - Slot 1 - Port...		7,00	0,00

Figura 101. Potencia perteneciente a la segunda manga del segundo troncal interno
Fuente: Balza, Figueroa (2021)

Localización	Tipo	Elemento	Atenuación (dB)	Potencia (dBm)	Distancia (m)	
	Fibra	PERDIDA dB/km (DROP CLIENTE)	0.00	-23.31	5696.29	i ↕
CTO - 5	Fusión	FUSION QUE CONTIENE ATENUACIONES DE C...	0.00	-23.31	5646.18	i ↕
CTO - 5	Splitter	SPLITTER 1X16 PARA CLIENTES - puerto 1	14.30	-22.41	5546.18	i ↕
CTO - 5	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X16 P...	0.03	-8.11	5546.18	i ↕
SEGUNDO TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO MARRON DEL SEGUNDO TRONCAL (MA...	0.08	-8.08	5546.18	i ↕
CTO - 6	Fusión	TERCERA FUSION QUE ENRUTA EL HILO MARR...	0.03	-8.01	5331.34	i ↕
SEGUNDO TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO MARRON DEL SEGUNDO TRONCAL (MA...	0.05	-7.98	5331.34	i ↕
CTO - 8	Fusión	SEGUNDA FUSION QUE ENRUTA EL HILO MAR...	0.03	-7.03	5195.62	i ↕
SEGUNDO TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO MARRON DEL SEGUNDO TRONCAL (MA...	0.06	-7.90	5195.62	i ↕
CTO - 7	Fusión	FUSION QUE ENRUTA EL HILO MARRON HAST...	0.03	-7.84	5027.61	i ↕
SEGUNDO TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO MARRON DEL SEGUNDO TRONCAL (MA...	0.04	-7.81	5027.61	i ↕
MANGA SEGUNDO TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA SALIDA DEL SPLITTER 1X4 CON ...	0.03	-7.77	4925.49	i ↕
MANGA SEGUNDO TRONCAL N2	Splitter	SPLITTER 1X4 DEL PRIMER TRONCAL (MANGA ...	7.30	-7.74	4925.49	i ↕
MANGA SEGUNDO TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X4 C...	0.03	-0.44	4925.49	i ↕
SEGUNDO TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO AZUL SEGUNDO TRONCAL INTERNO	0.01	-0.41	4925.49	i ↕
MANGA N1	Fusión	FUSION DE LA SALIDA Splitter 1X2 SEGUNDO T...	0.03	-0.40	4890.99	i ↕
MANGA N1	Splitter	SPLITTER 1X2 (MANGA MASTER) - puerto 2	4.70	-0.37	4890.99	i ↕
MANGA N1	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X2 DE ...	0.03	4.33	4890.99	i ↕
TRONCAL PRINCIPAL SECTOR 2C AGUILAS	Fibra	PERDIDA dB x Km (TRONCAL PRINCIPAL)	1.71	4.36	4890.99	i ↕
DATA CENTER	ODF	ODF - Bandeja 1 - puerto 1	0.93	6.07	0.00	i ↕
DATA CENTER	POH	RACK PRINCIPAL - OLT ZTE C320 - Slot 1 - Port...		7.00	0.00	i ↕

Figura 102. Potencia perteneciente a la tercera manga del segundo troncal interno
Fuente: Balza, Figueroa (2021)

Localización	Tipo	Elemento	Atenuación (dB)	Potencia (dBm)	Distancia (m)	
	Fibra	PERDIDA dB/km (DROP CLIENTE)	0.05	-23.26	5481.68	i ↕
CTO - 6	Fusión	FUSION QUE CONTIENE ATENUACIONES DE C...	0.00	-23.21	5331.34	i ↕
CTO - 6	Splitter	SEPTIMO SPLITTER 1X16 PARA CLIENTES - puer...	14.30	-22.31	5331.34	i ↕
CTO - 6	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X16 P...	0.03	-8.01	5331.34	i ↕
SEGUNDO TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO VERDE DEL SEGUNDO TRONCAL (MANG...	0.05	-7.98	5331.34	i ↕
CTO - 8	Fusión	SEGUNDA FUSION QUE ENRUTA EL HILO VERD...	0.03	-7.93	5195.62	i ↕
SEGUNDO TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO VERDE DEL SEGUNDO TRONCAL (MANG...	0.06	-7.90	5195.62	i ↕
CTO - 7	Fusión	FUSION QUE ENRUTA EL HILO VERDE HASTA S...	0.03	-7.84	5027.61	i ↕
SEGUNDO TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO VERDE DEL SEGUNDO TRONCAL (MANG...	0.04	-7.81	5027.61	i ↕
MANGA SEGUNDO TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA SALIDA DEL SPLITTER 1X4 CON ...	0.03	-7.77	4925.49	i ↕
MANGA SEGUNDO TRONCAL N2	Splitter	SPLITTER 1X4 DEL PRIMER TRONCAL (MANGA ...	7.30	-7.74	4925.49	i ↕
MANGA SEGUNDO TRONCAL N2	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X4 CO...	0.03	-0.44	4925.49	i ↕
SEGUNDO TRONCAL INTERNO	Fibra	HILO AZUL SEGUNDO TRONCAL INTERNO	0.01	-0.41	4925.49	i ↕
MANGA N1	Fusión	FUSION DE LA SALIDA Splitter 1X2 SEGUNDO T...	0.03	0.40	4890.99	i ↕
MANGA N1	Splitter	SPLITTER 1X2 (MANGA MASTER) - puerto 2	4.70	0.37	4890.99	i ↕
MANGA N1	Fusión	FUSION DE LA ENTRADA DEL SPLITTER 1X2 DE ...	0.03	4.33	4890.99	i ↕
TRONCAL PRINCIPAL SECTOR 2C AGUILAS	Fibra	PERDIDA dB x Km (TRONCAL PRINCIPAL)	1.71	4.36	4890.99	i ↕
DATA CENTER	ODF	ODF - Bandeja 1 - puerto 1	0.93	6.07	0.00	i ↕
DATA CENTER	POH	RACK PRINCIPAL - OLT ZTE C320 - Slot 1 - Port...		7.00	0.00	i ↕

Figura 103. Potencia perteneciente a la última manga del segundo troncal interno
Fuente: Balza, Figueroa (2021)

4.4 Fase IV Estudio de costos y análisis de la factibilidad técnica, social y ambiental que tiene el presente proyecto en el sector 2-C de la Urbanización Las Agüitas ubicada al Suroeste del municipio Los Guayos, Valencia, estado Carabobo.”

4.4.1 Factibilidad Ambiental

En distintas circunstancias el ambiente se ve afectado por las nuevas tecnologías e innovaciones que día por día se hacen presentes en nuestra vida. Por este motivo las empresas de telecomunicaciones buscan reemplazar los antiguos cables cobre con tecnología de fibra óptica para entrar en un enfoque más ecológico.

El medio de comunicación por fibra óptica reduce mucha más energía a diferencia del medio de comunicación a través de cobre. Según datos proporcionados por la Agencia de Protección Ambiental, los cables de cobre consumen 3,5 W por cada 100 metros, contra apenas 1 W de consumo estimado con el uso de cables de fibra óptica para conducir haces de luz en una mayor distancia recorrida de 300 metros y si pensamos en el medio ambiente al usar menos energía significa menor generación de calor lo que le da un valor agregado a la fibra óptica como medio de comunicación eficiente para ser implementado en lugar del cobre.

En ese mismo sentido, ahorrar energía es un elemento fundamental para el aprovechamiento de los recursos energéticos y de la misma forma estamos evitando la emisión de gases que contaminan nuestra atmósfera, por lo que la fibra óptica solo libera 7 gramos de CO₂ por cada Gigabit de datos transmitidos. Además, la fibra óptica radica en la alta resistencia de sus materiales porque los hilos de vidrio tienen el espesor de un cabello en el interior del cable, duran muchos años, mientras que los de cobre sufren oxidación y recalentamiento por los cambios de temperatura que sufre este metal, dentro o fuera de la tierra.

Posteriormente, la transmisión de luz por la fibra óptica no genera ruidos de ningún tipo. Las actividades periódicas de mantención, reposición o retiro de elementos

del tendido no suponen la generación de ruidos que pudieran generar efectos dañinos en la población o el medio ambiente

Finalmente, el presente trabajo de investigación no causa ningún tipo de deterioro capaz de ser perjudicial para el medio ambiente, de manera que el nivel de contaminación que el propio produce es considerado insignificante, en virtud de lo cual el presente trabajo de investigación vence en lo absoluto con las condiciones o factores necesarios que certifiquen su factibilidad ambiental.

4.4.2 Factibilidad técnica

La factibilidad técnica se refiere a los recursos necesarios como herramientas, conocimientos, habilidades y experiencia que son necesarios para efectuar las actividades o procesos que requiere el proyecto.

4.4.2.1 Interfaz de control y monitoreo de red.

SmartOLT es una solución en nube para Gestión de OLTs ZTE y Huawei que optimiza tiempo y recursos, garantizando que los niveles de calidad y excelencia en la red GPON lleguen a niveles nunca antes vistos. Además, con el monitoreo SNMP podremos saber con antelación todo lo que pasa en la red GPON haciendo el monitoreo de las ONUs de los clientes garantizando así el mejor servicio.

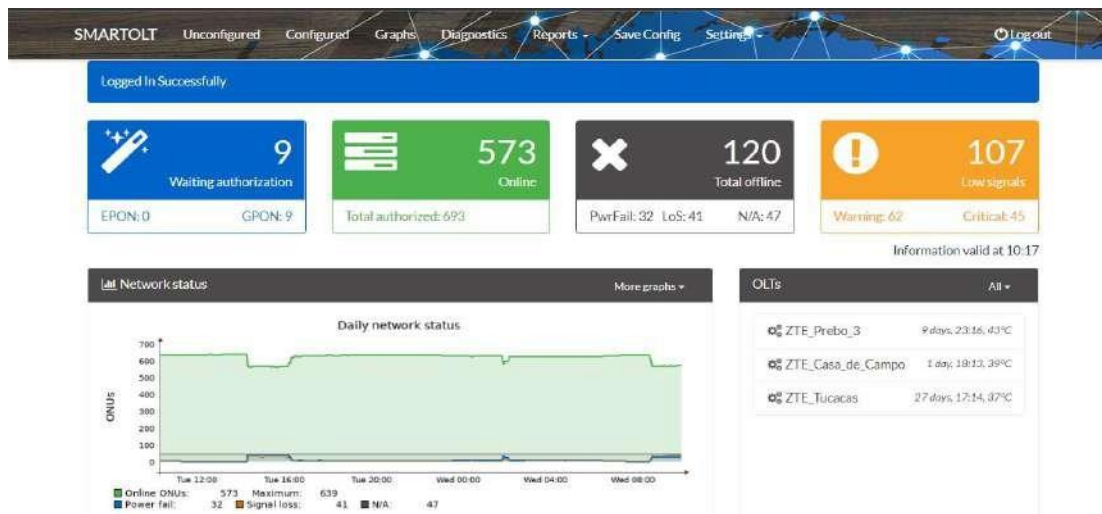


Figura 104. Interfaz gráfica de Smart OLT

Fuente: Balza, Figueroa

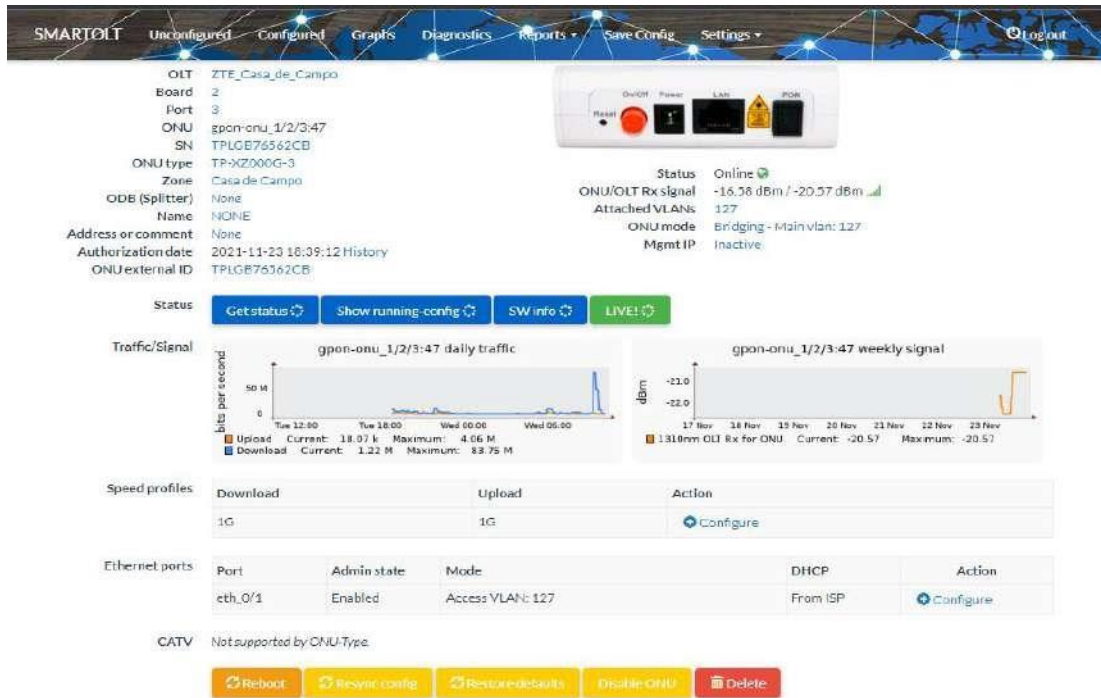


Figura 105. Interfaz gráfica de una ONU de Smart OLT

Fuente: Balza, Figueroa

4.4.2.2 Herramientas de instalación.

4.4.2.2.1 Fusionadora

Una fusionadora de fibra óptica es una máquina de precisión electro mecánica, que se utiliza para empalmar una fibra óptica con otra, ya sea en despliegue de una red de fibra óptica o en reparación de una rotura en un cable óptico de una red ya existente.

Figura 106. Fusionadora o empalmadora de fibra óptica



Fuente: <https://defibraoptica.com/fusionadora-fibra-optica/ai9-signal-fire/>

4.4.2.2.2 Flejadora

Permite un flejado rápido y seguro con la función de cortar el fleje de acero inoxidable de una precisa.



Figura 107. Flejadora manual de acero inoxidable

Fuente: <https://lupo4722.com/store/fibra-optica/45-flejadora-manual-de-fleje-de-acero-inoxidable.html>

4.4.2.2.3 Kit de fibra óptica (FTTH)

Este kit incluye todas las herramientas necesarias para la instalación y comprobación de líneas de fibra óptica FTTH (Fiber To The Home). Contiene:

- 1 medidor de potencia óptica
- 1 conector de transferencia SC para medidor de potencia
- 1 localizador visual de fallas 5Km apuntador laser 1mW
- 1 cortador de fibra FC-6S
- 1 pelador de cable de fibra óptica CFS-2
- 1 pelador de cable FTTH
- 1 fijador de longitud de cable
- 1 botella para alcohol
- 1 bolsa para transporte
- 1 protector para el localizador
- 1 bolsa para el pelacables FC-6S



Figura 108. Kit de fibra óptica FTTH

Fuente: <https://www.didacticaselectronicas.com/index.php/herramientas/manuales/kit-de-herramientas/kit-defibra-%C3%B3ptica-ftth-herramientas-para-fibra-optica-detail>

4.4.2.2.4 OTDR

El OTDR es un instrumento que se utiliza para localizar pérdidas y roturas, averiguando la distancia a estos fallos (llamados eventos) y por tanto permitiendo ubicar físicamente el punto de la red donde hay que ejecutar las tareas de mantenimiento oportunas.



Figura 109. OTDR monomodo portátil

Fuente: <https://www.lvpowermx.com/product-page/otdr-1>

4.4.2.2.5 VFL

Localizador visual de fallos integrado (VFL) - permite a los técnicos identificar rápidamente los fallos de fibra dentro de la zona muerta del OTDR y verificar la polaridad.



Figura 110. (VFL) BML-205

Fuente: <https://www.conelectronica.com/fibra-optica/instrumentos-para-fibra-optica/localizadores-de-fallos-enredes-opticas/localizador-visual-de-fallos-vfl-para-identificacion-comprobacion-y-localizacion-de-fallos-enfibras-opticas-monomodo-y-multimodo>

4.4.2.2.6 Elementos técnicos importantes

Los recursos necesarios como herramientas tales como (Taladros, Destornilladores, escaleras y cinchas para posteaduras) son sumamente esenciales para la factibilidad técnica, además del transporte de los técnicos de campo necesarios para efectuar las actividades o procesos que requiere el proyecto.

4.4.2.3 Personal Técnico

Para una instalación eficiente y eficaz se necesita contar con personal hábil, capaz y profesional para cumplir con cada una de las fases del proyecto y el tiempo establecido. A continuación, se mostrará una tabla con el número de personal técnico necesario junto con su habilidad técnica para cumplir con la factibilidad.

Tabla 11. Personal técnico

Personal	Función	Cantidad
Cuadrilla de troncales	Linieros	4
Cuadrilla de instaladores	Instaladores	6
Supervisor de troncal	Ingeniero	1
Supervisor de instalación	Ingeniero	1

4.4.2.4 Tiempo estimado de instalación

- Construcción del troncal principal aéreo (en buenas condiciones) 1000 mts por día.

- Construcción de los dos troncales internos aéreos (en buenas condiciones) 1000 mts por día.

- Armado de mangas externas e internas 5 por día.
- Colocación de OLT, ODF y fusiones respectivas 3 horas.
- Punto de conexión en la vivienda, cada vivienda 45 min.
- Fusión e instalación de roseta, 20 minutos.
- Colocación de ONU, activación y configuración de Router 25 min

- Total, de horas del troncal principal = 40 horas
- Total, de horas de los troncales internos = 13 horas
- Total, de armado de mangas externas e internas = 17.6 horas
- Colocación de OLT, ODF y fusiones respectivas = 3 horas
- Total, de horas de trabajo para la cuadrilla de troncales = 73.6 horas

- Dividiendo el valor del tiempo entre 8 horas de trabajo
- Total, de días de trabajo para la cuadrilla de troncales = 9.2 días
- Total, de horas para instalación completa en cada vivienda = 45 min + 20 min + 25 min = 90 min = 1: 30 min

- Total, de horas por todas las instalaciones del proyecto = 1:30 min x 123 = 159.9 horas

En la cuadrilla de proyecto hay una cantidad de 6 instaladores por lo que se recomienda dividir el grupo en 3 cuadrillas de 2 instaladores para una mejor distribución y eficiencia en la rapidez del proyecto.

Instalaciones para cada cuadrilla de instaladores:

- Cantidad de instalaciones = 123 instalaciones / 3 grupos de instaladores
- Cantidad de instalaciones = 41 instalaciones

Entonces:

- Total, de horas por instalaciones de cada grupo = 1:30 min x 41 = 53.3 horas □ Total, de días por instalaciones de cada grupo = 1:30 min x 41 = 6.66 días. El siguiente trabajo de investigación tiene una duración de 9.2 días. En conclusión, el factor tiempo no representa un límite para la ejecución del proyecto, sin embargo; siempre existe el hecho de presentarse factores externos tales como la lluvia u otro factor ambiental, así como también alguna lesión o enfermedad que alguno de los técnicos llegue a presentar y afecte la productividad del proyecto.

La factibilidad técnica de la propuesta de diseño de una red de acceso FTTH con tecnología (GPON) para el sector 2C de la Urb. Las Agüitas ubicada al suroeste del municipio los guayos, Valencia, Edo. Carabobo es viable ya que consta de un sistema de monitoreo completamente tecnológico, por lo que este es mucho más óptimo y eficiente. Es por esto que los usuarios del sector contarán de un mejor servicio ya que actualmente ellos no cuentan con esto, con este diseño se creará una mejor calidad de vida en los usuarios, ya que proporcionar con Internet es de gran importancia para cada uno de ellos pues de eso depende sus labores cotidianas. Es por esto que la factibilidad técnica es muy importante ya que depende de la funcionalidad y calidad del servicio para mejorar la vida de los usuarios del sector.

4.4.3 Factibilidad Social

Esta investigación evidenció en los resultados y por la implementación de las herramientas de recolección de datos, apoyado en encuestas cerradas de respuestas de SI y NO, se corrobora en una pluralidad el control de información sobre las Redes FTTH con tecnología GPON y que a diferencia con la red de cobre, esta moderna red GPON es ejemplar por sus valiosas utilidades, donde los consumidores en esta ocasión buscan velocidad, un servicio que vista sus expectativas y sirva de avance para la sociedad en general promocionando otras actividades sociales y beneficiosas. La obtención de las redes de fibra óptica en su conjunto hasta el hogar va en crecimiento,

considerando a FIBEX o FONET en primer lugar y otras empresas para su posible implementación.

4.4.3.1 Factores para medir la viabilidad del proyecto

- **Emergencia:** Venezuela es otro país. Es radicalmente diferente lo que ocurrió en el año 2020 a lo que paso en 2021, la manera de adaptarse y reaccionar ante la pandemia para poder vivir mejor y realizar todas nuestras actividades laborales desde casa se ha vuelto algo muy común, en ese sentido el uso del internet se ha convertido en un elemento tan fundamental como el agua, aire, comida e incluso tener un techo donde vivir. De allí nace la importancia de trabajar en proyectos que busquen brindar soluciones a las necesidades de las personas en materia de sistemas de telecomunicaciones.

- **Número de beneficiarios directos:** la propuesta del diseño de la red de acceso FTTH con tecnología GPON para el sector 2C de la Urb. Las Agüitas del presente trabajo de investigación se verían beneficiadas un total de 123 personas, sin embargo la red está diseñada para ser escalable a largo plazo teniendo una capacidad de 1024 personas a lo cual presentarían mejoras representativas en su calidad de vida por contar con un servicio de Internet fiable.

- **Soluciones:** El presente trabajo de investigación posee las soluciones eficaces y oportunas para dar garantía de ser exitoso y supone la solución a un objetivo concreto o que, al menos, cubre la necesidad para la que será ejecutada.

- **Sostenibilidad:** Los aportes de los recursos, la financiación, su gestión y mantenimiento, entre otras cuestiones quedara bajo la decisión y responsabilidad del estado o de las empresas proveedoras de servicios de internet (ISP) si estas lo consideran pertinente.

4.4.4 Estudio de Costos de la instalación de la red FTTH propuesta

A continuación, se muestra un desglose de los costos asociados a los materiales y equipos requeridos en la instalación de cada una de las etapas de la red, considerando

que los insumos y la mano de obra corresponden a una fracción el total del costo de los materiales y equipos.

Cuadro.1 de Costos de materiales del Troncal Principal

Material	Cantidad	Unidad	P. unt (\$)	Precio (\$)
Fibra 12 hilos	4890.99	m	0.8	3912.79
Preformados (12 hilos)	108	und	4	432.00
Trompoplatinas	54	und	4.19	226.13
Trompetas de suspensión	67	und	9	603.00
Fleje	90	m	0.83	75.00
Hebillas	121	und	0.32	38.72
Total, costos del Troncal Principal				5287.64

Cuadro 2. de Costos de materiales del Primer troncal Interno

Material	Cantidad	Unidad	P. unt (\$)	Precio (\$)
Fibra 6 hilos	895.71	m	0.8	716.57
Preformados (6 hilos)	26	und	4	104.00
Trompoplatinas	13	und	4.19	54.44
Trompetas de suspensión	2	und	9	18.00
Fleje	7.5	m	0.83	6.25
Hebillas	15	und	0.32	4.8
Total costos del Troncal Principal				904.06

Cuadro. 3 de Costos de materiales del Segundo troncal Interno

Material	Cantidad	Unidad	P. unt (\$)	Precio (\$)
Fibra 6 hilos	895.5	m	0.8	716.40

Preformados (6 hilos)	26	und	4	104.00
Trompoplatinas	13	und	4.19	54.44
Trompetas de suspensión	3	und	9	27.00
Fleje	8	m	0.83	6.67
Hebillas	16	und	0.32	5.12
Total costos del Troncal Principal				913.62

Cuadro 4. De Costos de Equipos de la Red de Acceso

Equipos	Cantidad	Unidad	P. unt (\$)	Precio (\$)
OLT ZTE	1	und	2870	2870.00
Módulo GPON	1	und	126	126.00
ODF	1	und	30.00	30.00
Roseta	123	und	1.5	184.50
ONU ZTE	123	und	22.00	2706.00
Total costos de Equipos para la Red de Acceso				5916.50

Cuadro. 5 de Costos de los Componentes de la Red de Acceso

Equipos	Cantidad	Unidad	P. unt (\$)	Precio (\$)
Mangas	11	und	45	495.00
Splitter 1x2	1	und	6	6.00
Splitter 1x4	2	und	10.00	20.00
Splitter 1x16	8	und	18	144.00
Patch cord	123	und	3.00	369.00
Total costos de Equipos para la Red de Acceso				1034.00

Cuadro 6. Costo Total de la Instalación

Descripción	Precio (\$)
-------------	-------------

Troncal Principal	5287.64
1er Troncal Interno	904.06
2do Troncal Interno	913.62
Equipos de la Red de Acceso	5916.50
Componentes de la Red de Acceso	1034.00
Total de la Instalación	14055.82

Al analizar el desglose de los costos asociados a la propuesta se observa que el 38% corresponde a la instalación del troncal principal y el 42% corresponden a los equipos de la red de acceso siendo las etapas más costosas de la inversión; el costo promedio de incluir un nuevo troncal correspondería a un 6% del total de la inversión inicial. El equipo más costoso corresponde al OLT ZTE de 8 puertos, cuya función es controlar desde una oficina central la información transmitida en ambas direcciones a través de la ODN (Red de Distribución Óptica).

Por otra parte, dadas las características de la instalación de la capacidad del OLT instalada se está utilizando el 12.5% lo que indica la posibilidad de ampliar la red realizando una inversión mucho menor a la inicial.

4.4.4.1 Retorno de inversión de la instalación de la red FTTH propuesta

Para establecer el precio de venta se toma en cuenta que el cliente deberá cancelar el monto correspondiente a la instalación y a la mensualidad de servicio.

Para un cliente que contrata el plan mínimo de internet que será equivalente a 15MB el costo correspondiente a la instalación incluye, tomando en consideración los precios reportados en la tabla XX:

Cuadro 7. Retorno de inversión de la instalación

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total (\$)
-------------	----------	-----------------	------------

150 metros de Fibra drop de 2 hilos	150m	0.12 \$/m	18.00
10 tensores	10 Und.	2,00 \$/ und.	20.00
5 hebillas de ¾	5 und.	0.32 \$/und.	1.60
1 patch Cord SC/APC	1 Und.	3.00 \$/und.	3.00
1 roseta óptica	1Und.	1.50 \$/ und.	1.50
Fleje 3/4	2.5 m	0.86 \$/m	2.15
ONU ZTE ZXHN F660	1und.	22.00 \$/und.	22.00
Costo total de los materiales requeridos para realizar la instalación a un cliente			68.25

Los resultados obtenidos para el total reportado en la tabla anterior se calculan de la siguiente manera:

$$T_i = P_{Vi} * \text{cant. } i \quad \text{ECxx} \quad \text{Balza, Figueroa(2021)}$$

Dónde:

Ti: Total de item i

PVi= Precio de venta del item I

Cant.i : Cantidad requerida del item i

Por ejemplo, para el caso del primer ítem, el cual corresponde a los 150m de cable fibra drop de dos hilos se tiene que:

$$T_i = 0.12 \text{ \$} * 150\text{m} ==> T_i = 18.00\text{\$ m}$$

El precio del resto de los materiales reportados en la tabla xx se calculó de la misma forma. Por otra parte, al realizar la sumatoria de la última columna de dicha tabla se tiene que el total correspondiente a los materiales requeridos en la instalación del servicio es de 68,25 \$ el cual se le debe adicionar el costo de la mano de obra (CMO) el cual se estima en el 10% del total de costos de materiales por lo que:

$$CMO = 0.10 * \sum T_i \quad \text{ECxxx} \quad \text{Balza, Figueroa (2021)}$$

Sustituyendo los valores necesarios se tiene que:

$$CMO = 0.10 * 68.25 ==> CMO = 6.83\text{\$}$$

Ahora, asumiendo un 30% del costo total como ganancia del proyecto el costo total se establece en:

$$CT = (68.25 + 6.83) + 0.3(68.25 + 6.83) \implies CT = 97.60\$$$

Posteriormente para calcular el costo del plan mensual ofertado se tiene que, tomando en consideración que las principales empresas ofrecen el servicio en promedio de \$19 por 15MB, para entrar competitivamente en el mercado se asume un precio promocional de entrada mensual de 15\$/mes.

Finalmente, el costo total de contratar el servicio considerando instalación +15MB de velocidad de conexión, correspondientes al primer mes, se estima en: \$112.60. A partir de este punto el cliente solo cancelara la mensualidad estipulada.

Dado que existen distintos servicios de distribución, para estimar la tasa de retorno referencial se toma a la muestra utilizada en la recolección de datos correspondiente a la fase uno como los clientes potenciales, ya que ellos en el ítem 10 de la encuesta manifiestan que están dispuestos a cancelar el monto del servicio ofrecido, siendo así los ingresos brutos obtenidos se estiman en:

$$IB = 96 * 112.60\$ \implies IB = 10809.60\$$$

Para calcular la tasa de retorno, sin considerar el ISLR, se estima en:

$$TIR = \frac{CT - IB}{mensualidad}$$

Sustituyendo se tiene que:

$$TIR = \frac{(14055.82 - 10809.60)}{(96Cl * 15\$/Cl)} \cong 2 \text{ meses}$$

CONCLUSIÓN

En primer lugar, se pudo demostrar la baja calidad con respecto a las instalaciones e infraestructura que presenta actualmente la empresa CANTV en el sector 2C de la Urb. Las Agüitas, donde se encuentran en mal estado, sufren frecuentes caídas y alta intermitencia, por otro lado Movistar y Digitel se concluye que no son suficientes para satisfacer las necesidades de conectividad de los habitantes debido a la poca cobertura y velocidad de los mismos, finalmente al observar las respuestas de las encuestas cerradas de SI y NO se concluye que existe la necesidad de proponer una red de acceso FTTH con tecnología GPON para dicho sector.

En segundo lugar, se logró evidenciar la cantidad requerida de materiales, equipos y componentes siendo esta una cantidad exacta e inigualable para este proyecto, se concluye que las características de cada uno de ellos anteriormente mencionadas son las ideales para el diseño de la red de acceso FTTH con tecnología GPON para el sector 2C de la Urb. Las Agüitas.

En tercer lugar, se propuso el diseño de la red FTTH donde se concluye que los pasos para diseñar un red en el software Ozmap son claros y concisos, además las características de los troncales, la distribución de los equipos, las conexiones internas en cada una de las cajas de empalme y la potencia de recepción en la ONT de clientes prospectos es viable, segura y eficiente.

Finalmente, el presente trabajo de investigación supera en su totalidad las condiciones o factores inexcusables que certifiquen su factibilidad ambiental, social y técnica y de costos en el sector 2C de la Urb, Las Aguitas ubicada al suroeste del municipio los guayos, Valencia, Edo. Carabobo.

RECOMENDACIONES

- La ubicación de las cajas de empalme debe ubicarse a una distancia no mayor a la recomendada y cerca de los clientes que se les quiere brindar el servicio.
- Se recomienda tomar los procedimientos realizados en el diseño de la red de acceso FTTH para el sector 2C de la urbanización las Agüitas en el diseño de otras redes.
- La extensión de fibra requerida para el proyecto no debe exceder los 20km, pasado esta distancia se presentan pérdidas de información por las distintas atenuaciones presentes en la fibra óptica.
- Se recomienda no alterar el número de Splitters al recomendado para tener que evitar alterar el diseño de la red FTTH.
- Se recomienda contar con anticipación con los permisos pertinentes por parte de los entes que regulan las normas de Telecomunicaciones en el país para así darle más provecho en tiempo al proyecto
- El personal técnico destacado para la instalación y administración de la red de fibra óptica GPON deberá cumplir mínimamente con un perfil específico que es de contar con conocimiento sólidos en el manejo y operación de este estándar lo asegura que a futuros se presenten inconvenientes en su rendimiento y normal funcionamiento.
- Para los futuros cálculos de presupuesto de pérdidas ópticas se deben de considerar los valores más altos posibles en referencia a la atenuación en la distancia de los enlaces, fusiones, conectorizaciones, y splitter a emplearse para contar con una conectividad fiable.
- Se recomienda tener los cuidados propios de la manipulación y operación de fibra óptica, por ejemplo, limpieza de conectores, cortes de fibra compatible y empalmes. Para no introducir más pérdidas de las deseadas

- Dado que la OLT tiene más puertos PON, se recomienda hacer el tendido de fibra e instalación de la acometida en otros sectores, urbanizaciones u edificios para mayores ganancias por parte de la empresa que da acceso al servicio.
- Se recomienda usar ONU de la marca ZTE para mantener el estándar ya que el OLT ZTE admite diferentes marcas de ONU.
- Se recomienda contratar personal con experiencia y conocimientos en redes de fibra óptica GPON, así como también los materiales, equipos y componentes necesarios para cumplir con los parámetros del diseño de la red óptica pasiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado, Quezada y Chanfo, (2017): **Interconexión mediante tecnología GPON en una ciudad inteligente: Caso de estudio Ciudad de Loja (Ecuador)**. Recuperado en:<https://www.revistaespacios.com/a18v39n03/a18v39n03p12.pdf>
- Arias, F. (2006): **Capítulo III Metodología de la investigación. Población**. Zulia, Venezuela.
- Arias, F. (2012): **El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica**. Caracas: Editorial Episteme.
- Balestrini, M. (2002): **Los objetivos de la investigación**. Recuperado en: <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/10/los-objetivos-de-la-investigacionsegun.html>
- Becerra, G. (2019): **Sistema de Telecomunicaciones con tecnología GPON para el restablecimiento del servicio de la zona industrial el recreo de flor amarillo del municipio Valencia del Edo**. Carabobo, Venezuela.
- Bueno y Polanco, (2020): **Reingeniería del sistema de tv por cable mediante tecnología de redes GPON para un conjunto residencial de viviendas unifamiliares en la urbanización la gaviota del municipio san diego**. Carabobo, Venezuela.
- Dzul, M. (2013): **Diseño no experimental**. Mexico: Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
- FEDUPEL, (2003): **La investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas**. Manual de tesis de grado de especialización, maestría y tesis doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador quinta Edición 2016, Venezuela.
- Hurtado, J. (2010). **El proyecto de investigación**. Caracas: Editoria Quiron.

ITU-T, (2001): **Características de las fibras y cables ópticos monomodo. Recommendation, G.652.**

Méndez y Tapia, (2015): **Estudio de factibilidad para la implementación de la red FTTH de la compañía Puntonet agencia Cuenca,** Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.

Moreno y Moran, (2018): **Diseño de una red FTTH en urbanización villas del Rey etapa Carlos mejorando el servicio de internet,** Ecuador.

Palella y Martins, (2012): **Metodología de la investigación cuantitativa,** Caracas: Tercera Edición.

Electrónicas

CONATEL, (2017): **Octavo Proyecto de Servicio Universal de Telecomunicaciones (Opsut), iniciativa de la Revolución Bolivariana ejecutada por la estatal CANTV e impulsada por Conatel para garantizar el acceso de los ciudadanos a las Tecnologías de la Información y la Comunicación,** Venezuela.