



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE UNA RED FTTX PARA LA
CONEXIÓN A INTERNET DE ALTA
VELOCIDAD EN SAN JUAN DE LOS MORROS,
ESTADO GUÁRICO**

Autores:
Lugo García Andrea Valentina
Ramírez Díaz Omar Daniel

Urb. Yuma II, calle N.º 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 TELECOMUNICACIONES**

**DISEÑO DE UNA RED FTTX PARA LA CONEXIÓN A INTERNET DE ALTA
VELOCIDAD EN SAN JUAN DE LOS MORROS, ESTADO GUÁRICO**

**Proyecto del Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

Autores:

Lugo Andrea

Ramírez Omar

Tutor:

Ing. José Villarroel

San diego, junio 2023



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:

Diseño de una red FTTX para la conexión a Internet
de alta Velocidad en San Juan de los Rios-
estado Guárico

Realizado por el (la) Br. Lugo García* Andrea Valentina

C.I. N° 29 781 307 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


Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: SoSe Vilho 1104
C.I.: 24193852


Jurado 1
Nombre: Arax Barrion
C.I.: 8667.378



16/11/23

Felix Reyna
Jurado 2
Nombre: Felix Reyna
C.I.: 27664811

Fecha: 13/11/2023



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:

Diseño de una red FTTX para la conexión de alta
Velocidad en San Juan de los Rios - estado Guárico

Realizado por el (la) Br. Ramírez Díaz Omar Daniel

C.I. N° 30.027.891 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

José Villanueva
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: José Villanueva
C.I.: 24193852

FFL
Jurado 1
Nombre: Ayox Barrios
C.I.: 8.667.378



16/11/23

Felix Reyna
Jurado 2
Nombre: Felix Reyna
C.I.: 27764 811

Fecha: 13/11/2023

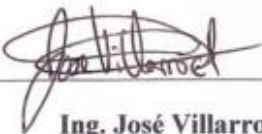


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

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

Quien suscribe, Ing. José Villarroel, portador de la cédula de identidad N° 24.193.852, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Lugo G, Andrea V. portador de la cédula de identidad N° 29.78.107 y Ramírez D, Omar D. portador de la cédula de identidad N° 30.027.891, titulado **“DISEÑO DE UNA RED FTTX PARA LA CONEXIÓN A INTERNET DE ALTA VELOCIDAD EN SAN JUAN DE LOS MORROS, ESTADO GUÁRICO”**., 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 23 días del mes de octubre del año dos mil veintitrés.



Ing. José Villarroel
C.I. 24.193.852



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA

FI T 002 2023-1CR TG

Valencia, 04 de agosto de 2023

Ciudadanos:

LUGO GARCIA, ANDREA VALENTINA

29.781.107

RAMIREZ DIAZ, OMAR DANIEL

30.027.891

Presente -

Cumplo con informarles que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 11-2023 de fecha 13/06/2023 aprobó el proyecto de grado titulado:

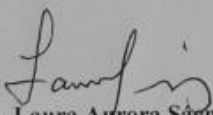
Diseño de una red FTTX para la conexión a internet de alta velocidad en San Juan de los Morros, estado Guarico.

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. José Rafael Villarroel García, titular de la cédula de identidad V- 24.193.852

Atentamente




Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecemos a Dios por permitirnos cumplir con esta meta tan importante, acompañándonos en cada paso que damos. Sin él no hubiese sido posible, *¡Gracias Dios!*

A nuestros padres, por ser pilar fundamental en nuestras vidas, ofreciéndonos todo su apoyo y amor incondicional, esto se lo debemos a ustedes. Le agradecemos a nuestros hermanos, amigos y familias por todo su amor y apoyo.

Gracias al **Ing. José Villarroel** nuestro tutor y guía en nuestro trabajo de grado, por siempre orientarnos y motivarnos, por siempre recordarnos que sí se puede y contagiarnos siempre de las mejores vibras, nuestro respeto y admiración.

Al **Ing. Wilmer Sanz**, por ser el mejor director de escuela que podemos tener, ser un gran guía y siempre estar allí cuando lo necesitamos, por siempre indicarnos por donde ir con paciencia y responsabilidad. ¡Gracias profesor!

A nuestros amigos y futuros colegas, por acompañarnos en este recorrido, por ser parte de esta bonita experiencia, gracias por estar en cada sonrisa y cada lágrima, por cada locura, cada aprendizaje y cada experiencia vivida.

Y finalmente, gracias a la promoción XLII de Telecomunicaciones y la promoción LII de Electrónica por esta experiencia única, a pesar de la situación, lo estamos logrando, que sea el comienzo de mucho éxito para todos.

A todos y cada uno de ustedes. ¡Gracias!

Andrea Lugo y Omar Ramírez.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado primeramente a Dios, por ser mi guía en cada paso que doy tanto en mi vida como en mi carrera, por bendecirme y siempre ayudarme.

Le dedico este trabajo de grado a mi madre **Nilda García**, quien es el mayor motor en mi vida, por todos sus consejos, por no dejarme rendir jamás, por siempre confiar y estar para mí. A mi hermana **Nicole**, por escucharme y ayudarme en este camino.

A mi papá **Edgar Lugo**, por confiar y creer en mí, por tus consejos y fortaleza, por tus palabras alentadoras.

A todas las personas que confiaron en mí, mis hermanos, mis amigos, mi familia por siempre tener las palabras adecuadas en el momento adecuado.

A los amigos que conocí en la universidad, gracias a todos y cada uno de ustedes, por nunca dejarme caer y siempre alentándome a seguir adelante. Esto es gracias a ustedes.

A mi amigo, hermano y compañero de tesis, **Omar Ramírez**, por estar desde el momento uno a mi lado, por todos sus consejos, ayudas y ser el mejor compañero de tesis que me pudo tocar.

Andrea Lugo.

Primeramente, dedico este trabajo de grado a Dios por brindar la fortaleza y la sabiduría para llegar a este momento de mi vida académica y poder cumplir mis metas en todo momento.

A mi madre **Liez Diaz**, por ser una de las guías más importante en este camino que me brindo el apoyo y el amor incondicional en todo momento y que representa una de mis mayores motivaciones en los momentos de adversidad.

A mi padre **Omar Ramírez**, por todo los consejos y la sabiduría impartida día a día para permitirme avanzar sin desfallecer y continuar con dedicación junto a su apoyo incondicional.

A mi hermana **Liez Ramírez**, al ser una de las acompañantes en cada momento y un motivo de alegría y felicidad para fortalecer mis ánimos y ser un ejemplo para ella en todo momento.

A mis familiares, profesores y amigos que con su cariño y apoyo constante en todo este proceso me han permitido afrontar este camino con mayor motivación y alegría.

A todos mis compañeros y hermanos que he conocido en esta universidad que me han brindado su mano y compañía para lograr estas metas en conjunto y ser parte de una de las mejores experiencias vividas.

A mi compañera y amiga **Andrea Lugo**, que durante esta carrera ha sido un apoyo constante de cariño y afecto para lograr esta meta, y que ha significado una gran persona que con sus mejores sentimientos y pensamientos forman parte ejemplar e inolvidable de esta etapa en mi vida.

¡Gracias a todos!

Omar Ramírez D.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE GRAFICOS	xxiii
LISTA DE TABLAS	xxiv
RESUMEN INFORMATIVO	xxvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO

I. EL PROBLEMA	2
1.1. Planteamiento del Problema	2
1.2. Formulación del Problema.....	5
1.3. Objetivos de la Investigación	5
1.3.1. Objetivo General	5
1.3.2. Objetivos Específicos	5
1.4. Justificación de la Investigación.....	6
1.5. Alcance y Limitaciones	6
1.5.1. Alcance	6
1.5.1. Limitaciones.....	7
II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes de la Investigación	8
2.2. Bases teóricas.....	11
2.2.1. Redes de comunicación	11
2.2.2. Protocolo TCP/IP	12
2.2.3. Tipos de redes de comunicación	13
2.2.4. Topologías de red.....	14
2.2.5. Fibra óptica	17
2.2.6. Las redes FTTX.....	21
2.2.7. Las redes ópticas pasivas PON y GPON	22
2.3. Bases legales.....	25
2.4. Definición de Términos.....	27

III. MARCO METODOLÓGICO.....	28
3.1. Paradigma de la Investigación.....	28
3.2. Tipo de Investigación.....	28
3.3. Diseño de la Investigación	29
3.4. Nivel de la Investigación.....	29
3.5. Población y Muestra.....	30
3.5.1. Población	30
3.5.2. Muestra	30
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	30
3.7. Técnicas de análisis de datos.....	31
3.8. Confiabilidad y/o validez de los instrumentos	32
3.9. Fases metodológicas	32
3.10. Cuadro de Operacionalización de Variables	34
IV RESULTADOS	35
5.1. Fase I: Diagnóstico de la infraestructura y la calidad de los servicios de Internet disponibles actualmente para la población de San Juan de los Morros, estado Guárico. .35	
5.1.1. Aplicación de entrevista sobre problemática.....	35
5.1.2. Estudio de la zona	47
5.2. Fase II: Análisis de los posibles diseños de red para seleccionar los equipos más adecuados para la población de San Juan de los Morros, estado Guárico.....	55
5.2.1. Identificación de elementos según sus funciones.	55
5.2.2. Opciones de Arquitectura del diseño	75
5.2.3. Población y sectorización de la zona del diseño seleccionado.....	77
5.2.4. Arquitectura de red del diseño seleccionado	84
5.2.5. Elementos disponibles para el tendido de fibra óptica.....	84
5.2.6. Materiales requeridos la instalación de la red	87
5.2.7. Elementos de Instalación	99
5.2.8. Elementos para diagnóstico de la red.....	101
5.3. Fase III Diseño de un modelo de red FTTX para obtener una conexión de Internet de alta velocidad y fiabilidad en San Juan de los Morros, estado Guárico	104
5.3.1. Pasos para diseñar una red FTTX	104
5.3.2. Configuración de TOMODAT2	105
5.3.3. Diseño de red en TOMODAT2	114
5.3.4. Configuración de nodos.....	184

5.4. Fase IV Estudio de la viabilidad de los factores técnicos de trabajo con respecto al diseño y las tecnologías a utilizar, el impacto social que se percibirán con esta propuesta de red FTTX para la región de San Juan de los Morros, estado Guárico	190
5.4.1. Factores técnicos del diseño	190
5.4.2. Viabilidad económica del diseño	190
5.4.3. Impacto Social	199
CONCLUSIONES	200
RECOMENDACIONES	202
REFERENCIAS	203
APÉNDICES	219
A.....	220
B.....	222

LISTA DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Cuadro de Operacionalización de Variables	34

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Protocolo TCP/IP	13
2	Topología Punto a punto	14
3	Topología estrella	15
4	Topología de árbol	15
5	Topología de anillo	16
6	Topología de bus	16
7	Topología de malla	17
8	Topología mixta	17
9	Partes de la fibra óptica	18
10	Comportamiento de la luz con una superficie	19
11	Fibra multimodo y monomodo	20
12	Fibra óptica monomodo	20
13	Fibra óptica multimodo	21
14	San Juan de los Morros, estado Guárico	48
15	Velocidad con red 3G Digitel en la Av. Fermín Toro. San Juan de los Morros	48
16	Velocidad con red 4G Movistar en la Av. Miranda San Juan de los Morros	48
17	Troncales norte de San Juan de los Morros, puntos de referencia en azul el terminal de Pasajeros, en morado la estación de servicio “PDV” en la intercepción, en verde la Urb. El Guafal	49
18	Troncales norte de San Juan de los Morros, puntos de referencia en morado estación de servicio “El Platillón”, en azul la estación de servicio “PDV” en la intercepción, en verde el comando de la Guardia Nacional “El Portal” y por último en celeste la Av. El Castrero	50
19	Instalaciones de cableado para CANTV	51
20	Antenas sectoriales para conexiones de Inter	51
21	Instalaciones de fibra óptica Fibex	52

22	Instalaciones de fibra óptica Supernova	52
23	Manga en la Av. Acosta Carles	53
24	Caja NAP para clientes con reserva. Av. Guaiquera	53
25	Arreglo de tendido de Fibra Óptica con soportes, flejes, hebilla, preformado. Av. Miranda	54
26	Incumplimiento de normas para arreglo de cableado	55
27	Composición de Fibra ADSS	56
28	Características del Drop	57
29	Soporte de Suspensión Colgante	57
30	Soporte de Suspensión tipo montado	58
31	Soporte Tipo J	58
32	Fleje de acero inoxidable	59
33	Hebilla de acero inoxidable	59
34	Preformado para fibra óptica	60
35	Partes del Tensor	60
36	Caja NAP o de Servicio	61
37	Caja de Empalme	61
38	OLT Alcatel	62
39	Transceptor o Modulo SFP	63
40	Modulo SFP a RJ45	64
41	Panel ODF de Fibra Óptica	64
42	Conector SC/APC	65
43	Conector LC/UPC	65
44	Pigtail SC/APC	66
45	Pigtail SC/UPC	66
46	Patch Cords SC/APC	67
47	Enfrentador SC/APC	67
48	Splitter 1:4	68
49	Router Cisco	69
50	Switches de Distribución	69
51	ONU	70

52	Roseta	70
53	Sistema Interconectado de Paneles Solares	72
54	Regulador de carga solar	72
55	Inversores de corriente	73
56	Banco de Baterías	73
57	Sistema de Control	74
58	Interruptor solar	74
59	Opción A de diseño de fibra óptica	75
60	Opción B de diseño de fibra óptica parte 1	76
61	Opción B de diseño de fibra óptica parte 2	76
62	División del Sector Norte-Oeste	77
63	División del sector Norte-Centro	77
64	División del Sector Norte-Este	78
65	División del Sector Centro-Oeste	78
66	División del Sector Casco Central	79
67	División del Sector Centro–Este	79
68	División del Sector Sur-Oeste	80
69	División del Sector Sur-Este	80
70	Portal de la Photovoltaic Geographical Information System con ubicación de San Juan de los Morros	96
71	Portal de la Photovoltaic Geographical Information System con datos de irradiación solar del año 2015 en San Juan de los Morros	96
72	Portal de Solarpedia para el conocer el ángulo de inclinación	97
73	Portal de Solarpedia para el cálculo de HSP	97
74	Kit de Instalación de Fibra Óptica	100
75	Flejadora	100
76	OTDR	101
77	Fusionadora de Fibra Óptica	101
78	Bobina de Lanzamiento	102
79	VFL	102
80	Power Meter	103

81	Pluma de limpieza de fibra óptica	103
82	Pantalla inicial de Tomodat2	105
83	Opciones de parametrización	106
84	Tipos de cables en Tomodat2	106
85	Opciones nuevo tipo de cable de fibra óptica	107
86	Cables configurados en Tomodat2	107
87	Tipos de punto de acceso	118
88	Propiedades del Armario “RACK”	118
89	Propiedades de la manga	118
90	Propiedades de las cajas de servicio	109
91	Configuración de equipos activos	109
92	Puertos configurados de la OLT	110
93	Puertos configurados del CCR2116	110
94	Puertos configurados del CCR2004	111
95	Puerto de conversor RJ-45 a SFP	111
96	Propiedades de configuración de todos los equipos activos	112
97	Pestaña de configuración de herraje	112
98	Propiedades de los herrajes	113
99	Valores de atenuación de la Fibra y Splitters	113
100	Opciones para añadir elementos al mapa	114
101	Ubicación norte de los nodos de acceso	115
102	Ubicación sur de los nodos de acceso	115
103	Troncal Oeste – Av. Miranda, Av. Rómulo Gallegos, Av. Fuerzas Armadas, Av. El Castrero	117
104	Troncal 2 – Centro Este – Av. Fermín Toro – Av. Los Llanos	117
105	Troncal 2 – Norte Oeste – Av. Felipe Acosta Carles – Av. Perimetral ...	117
106	Troncal 11 – Norte Este – Av. Fermín Toro – C. Regional San Juan – San Sebastián	118
107	Av. Las Industrias – C. Principal Palmarito	119
108	C. Perimetral B. Los Cedros – B. El Guafal	119
109	Av. Simón Bolívar – Av. Antonio Jose de Sucre	119

110	Av. Miranda Centro	119
111	Av. Rómulo Gallegos – Av. 9 de diciembre – B. El Chaparral – B. El Deportivo – B. Altamira – B. La Vega	120
112	C. Principal la Morera – C. Perimetral Sur Este – C. Araure	120
113	C. La Unidad – C. Colinas de Pariapán – C. Bolivariana – C. B. Bicentenario	120
114	C. Santa Rosa – Av. Jose Félix Ribas	121
115	C. Zamora – Vía Camburito	121
116	C.P. Los Cedros Mapa	121
117	C.P. Los Cedros Satélite	121
118	Intercepción Av. Las Industrias – C.P. Palmarito Mapa	122
119	Intercepción Av. Las Industrias – C.P. Palmarito Satélite	122
120	C. Perimetral Sur Este Mapa	123
121	C. Perimetral Sur Este Satélite	123
122	Código de colores de la fibra óptica	124
123	OLT / S. Casco Central 5 en DC – San Jose	125
124	OLT / S. Sur Este 1, 2 y 3 en DC – San Jose	126
125	OLT / S. Sur Oeste 1 y 2 en DC – El Castrero	128
126	Nivel 1 y 2 para B. La Ceiba y S. Universitario	130
127	Hilos distribuidos al troncal	130
128	OLT / S. Centro Oeste 1 y 2 en DC – Villa Olímpica	130
129	OLT / S. Casco Central 4 en DC – Villa Olímpica	131
130	OLT / S. Norte Centro 3 en DC – Av. Miranda	132
131	OLT / S. Casco Central 1, 2 y 3 en DC – Av. Miranda	133
132	Nivel 1 de Splitter para B. Doña El Vira en el nodo	135
133	Segundo nivel de Splitter para cajas cercanas al nodo	136
134	Distribución de hilos al troncal del B. Doña El Vira	136
135	OLT / S. Norte Este en DC – Ricardo Montilla	136
136	OLT / S. Centro Este 1 y 2 en DC – Ricardo Montilla	137
137	OLT / S. Norte Centro 1 y 2 en DC – La Esperanza	139
138	OLT / S. Norte Oeste 1 y 2 en DC – La Esperanza	139

139	Tipo de transceptores GPON	141
140	Potencia configurada a la OLT	142
141	Gráfico de atenuación causada por la dispersión y la absorción de potencia	142
142	Red de fibra óptica B. La Esperanza y Casco Industrial	143
143	Red de fibra óptica B. La Esperanza	144
144	Red de fibra óptica B. Guaiquera	144
145	Red de fibra óptica B. Pedro Zaraza	145
146	Red de fibra óptica Casco Industrial, Urb. Las Abejitas I y II	145
147	Red de fibra óptica La Guaiquera, Urb. Los Jardines, Urb. Antonio Miguel Martínez	146
148	Red de fibra óptica B. Ricardo Montilla, Palmarito	147
149	Red de fibra óptica B. Las Majaguas	148
150	Red de fibra óptica B. La Cumbre	148
151	Red de fibra óptica B. La Cumbre Etapa 2	149
152	Red de fibra óptica B. La Cumbre E.2 y E.3, Urb. El Guafal Etapa 1, 2 y 3	149
153	Red de fibra óptica Urb. El Guafal cajas externas troncal	150
154	Red de fibra óptica B. El Chaparral	150
155	Red de fibra óptica B. Rómulo Gallegos parte 1	151
156	Red de fibra óptica B. Rómulo Gallegos parte 2	151
157	Red de fibra óptica Urb. Evaristo Linares Vega	152
158	Red de fibra óptica Urb. Altamira	152
159	Red de fibra óptica Urb. Altamira Norte	153
160	Red de fibra óptica B. San Jose	153
161	Red de fibra óptica B. Doña El Vira, Pueblo Nuevo, El Delirio, Urdaneta	154
162	Red de fibra óptica Urb. López Contreras, Centro	154
163	Red de fibra óptica Urb. Los Morros, Los Naranjos, B. Doña El Vira, Centro	155
164	Red de fibra óptica Centro, B. Tenería, Puerto Rico, Junín II	155

165	Red de fibra óptica B. Las Mercedes, Puerto Rico, Puerta Negra	156
166	Red de fibra óptica B. Bicentenario	156
167	Red de fibra óptica B. Brisas del Pariapán	157
168	Red de fibra óptica B. Primero de Mayo, Urb. Santa Isabel	157
169	Red de fibra óptica B. La Morera, Jesús Bandre, San Nicolas	158
170	Red de fibra óptica B. Jesús Bandre, El Mahomo	158
171	Red de fibra óptica Urb. Los Cerezos, B. La Morera, San Nicolas	159
172	Red de fibra óptica B. La Vega Centro	159
173	Red de fibra óptica B. La Vega Norte	160
174	Red de fibra óptica B. La Vega Sur	160
175	Red de fibra óptica Universidad Rómulo Gallegos Campus	161
176	Red de fibra óptica Decanatos UNERG	161
177	Red de fibra óptica B. La Ceiba parte 1	162
178	Red de fibra óptica B. La Ceiba parte 2	162
179	Red de fibra óptica B. Brisas del Valle	163
180	Red de fibra óptica B. Junín	163
181	Red de fibra óptica B. 1° de Mayo, Valle Verde parte 1	164
182	Red de fibra óptica B. 1° de Mayo, Valle Verde parte 2	164
183	Red de fibra óptica Urb. Los Laureles	165
184	Red de fibra óptica B. Santa Inés, Valle Verde	165
185	Red de fibra óptica Urb. Trina Chacín	166
186	Red de fibra óptica B. El Jobo, Las Terrazas	166
187	Red de fibra óptica B. La Victoria, María de los Ángeles	167
188	Cajas con primera salida de 1:2 en la Av. La Vega – B. La Vega	170
189	Primer y segundo nivel de Splitter en Av. La Vega – B. La Vega	170
190	Potencia del PON utilizado en la Urb. La Vega	171
191	Salida de usuarios en tercer nivel en la Av. La Vega – B. La Vega	171
192	Distribución de cajas en segunda etapa del primer nivel Av. La Vega – B. La Vega	172
193	Segundo nivel de Splitter en segunda etapa Av. La Vega – B. La Vega	172

194	Salidas de usuarios en tercer nivel para la segunda etapa Av. La Vega – B. La Vega	173
195	Cajas con cobertura para combinación de Splitter 1:16 – 1:8	173
196	Primer nivel de Splitter para combinación 1:16 – 1:8	174
197	Potencia recibida en manga Int. Etapa 1 y 3 Urb. El Guafal	174
198	Salidas de usuarios en segundo nivel para Etapa 2 Urb. El Guafal	175
199	Ejemplo de distribución de cajas en el B. Primero de Mayo	175
200	Potencia obtenida en el Barrio Primero de Mayo	176
201	Primer y Segundo nivel para los usuarios en combinación 1:8 – 1:16 ...	176
202	Alternativa de segundo nivel con 1:2 distribuido	177
203	Salida de usuario en tercer nivel en B. Primero de Mayo	177
204	Distribución de cajas para Urb. El Guafal Etapa 2	178
205	Potencia recibida en la Manga Urb. El Guafal Etapa 2	178
206	Primer nivel de Splitter en combinación 1:4 – 1:4 – 1:16	179
207	Nivel 1 y 2 con salida a usuarios Urb. El Guafal Etapa 2	179
208	Caso N°2 con Segundo Nivel 1:8 para Urb. El Guafal Etapa 2 y troncal 11	180
209	Distribución de cajas para Urb. El Guafal Troncal	180
210	Salida de usuarios en Urb. El Guafal Troncal	181
211	Reservas de fibra de 96 hilos sobre troncal principal	182
212	Cantidad de reserva de fibra de 96 hilos	182
213	Reservas de fibra de 48 hilos en el troncal alternativo	182
214	Tamaño de reservas de fibra de 48 hilos	183
215	Reservas de fibra de 12 hilos en troncales de urbanización	183
216	Tamaño de reservas de fibra de 12 hilos	183
217	Reservas de fibra de 2 hilos en tendidos reducidos de calles	184
218	Tamaño de reservas de fibra de 2 hilos	184
219	Arquitectura de nodo Principal San Jose	185
220	Arquitectura de los nodos dedicados para la red FTTX para San Juan de los Morros	185
221	Equipos en Nodo Principal con salidas al troncal principal	186

222	Equipos OLT en Nodo principal	186
223	Equipos en Nodo Av. Miranda con OLT's	187
224	Equipos en Nodo La Esperanza con OLT's	188
225	Equipos en Nodo Villa Olímpica con OLT's	188
226	Equipos en Nodo Ricardo Montilla con OLT's	189
227	Equipos en Nodo El Castrero con OLT's	189

LISTA DE GRAFICOS

GRAFICO	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Calificación del servicio de Internet según los usuarios de San Juan de los Morros	36
2	Los tipos de conexión a Internet que poseen los usuarios de San Juan de los Morros	37
3	Tiempo con que se frecuentan fallas en el servicio de Internet que poseen los usuarios de San Juan de los Morros	38
4	Motivos de fallas que posee la red de San Juan de los Morros	39
5	Calificación de la velocidad percibida por los usuarios de San Juan de los Morros	40
6	Lugares donde los usuarios de San Juan de los Morros utilizan conexión a Internet	41
7	Usos comunes que realizan los usuarios con la red de Internet	42
8	Opiniones sobre la relación calidad – precio del servicio contratado	43
9	Estudio del conocimiento sobre el concepto de red de fibra óptica entre los usuarios de San Juan de los Morros	44
10	Nivel de aceptación de una mejorada red de fibra óptica en la región de San Juan de los Morros	45
11	Totalidad de potenciales usuarios en una hipotética implementación de una red de fibra óptica	45
12	Cantidad de usuarios dispuestos a realizar sugerencias y aportes nuevos	46
13	Problemáticas expuestas por los usuarios y los posibles efectos sobre la propuesta de una red FTTX para la zona de San Juan de los Morros	47

LISTA DE TABLAS

TABLA	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Contabilización de edificaciones por sectores	81
2	Contabilización de clientes potenciales	83
3	Contabilización de elementos disponibles para tendido de fibra óptica	85
4	Contabilización de materiales estimados teóricamente para el tendido de troncal principal	88
5	Contabilización de materiales estimados teóricamente para el interior de los sectores	89
6	Contabilización estimada teóricamente de paquetes de clientes	90
7	Cantidades de OLT's	91
8	Contabilización de equipos de potencia a emplear por cada nodo	93
9	Potencia y energía por equipos activos de los nodos de acceso	94
10	Tipos de fibra a emplear para el diseño	99
11	Materiales para troncal principal	118
12	Materiales para cada tendido alternativo	123
13	Distribución de PON's para Nodo Principal – San Jose	126
14	Distribución de PON's para Nodo el Castrero	129
15	Distribución de PON's para Nodo Villa Olímpica	131
16	Distribución de PON's para Nodo Av. Miranda	133
17	Distribución de PON's para Nodo Ricardo Montilla	137
18	Distribución de PON's para Nodo La Esperanza	138
19	Herrajes utilizados para cada sector de San Juan de los Morros con fibra ADSS de 12 hilos	167
20	Herrajes utilizados para cada sector de San Juan de los Morros con fibra Drop de 2 hilos	168
21	Cajas NAP, Mangas, Splitters, Acopladores y Patch Cord utilizados por Sector en el tendido aéreo sectorial	168
22	Elementos de atenuación para la red	169

23	Capital tangible para capital fijo	192
24	Capital intangible para capital fijo	194
25	Capital de trabajo	194
26	Ingresos brutos por sector con paquete de cliente	195
27	Elementos de instalación a cliente	195
28	Ingresos con proyección en el tiempo	196
29	Costos Operacionales en el tiempo	196
30	Ingreso Neto Gravable e Impuesto sobre la Renta	197
31	Flujos y Rentabilidad en el tiempo	198



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

DISEÑO DE UNA RED FTTX PARA LA CONEXIÓN A INTERNET DE ALTA VELOCIDAD EN SAN JUAN DE LOS MORROS, ESTADO GUÁRICO

Autores: Lugo García Andrea Valentina
Ramírez Díaz Omar Daniel

Tutor: Ing. José Villarroel

Fecha: junio 2023

RESUMEN INFORMATIVO

La sociedad actual desarrolla su día a día mediante el acceso a Internet desde cualquier lugar de interés, es allí donde se dedican los esfuerzos para implementar redes con mayores velocidades, fiabilidad y fácil accesibilidad, entre las alternativas modernas que se emplean son las redes de fibra óptica. Sin embargo, para diversas regiones de Venezuela se observa que el acceso a las redes de Internet se vuelve dificultoso y con servicios de baja calidad en infraestructura y cobertura, siendo este el caso de la región de San Juan de los Morros, Estado Guárico. La línea de investigación del presente trabajo se rige por los Avances Tecnológicos en Tecnologías de Información y Comunicación, para cumplir el objetivo de la presente investigación que es el diseño de una red FTTX basada en tecnología de fibra óptica para los múltiples perfiles de usuario en la ciudad de San Juan de los Morros, en la cual se emplea como una alternativa a las redes tradicionales y a los proveedores escasos en la región. Se tendrá como base las redes existentes en la zona para proseguir al estudio del entorno y así lograr definir la topología y la arquitectura del diseño propuesto. Por otro lado, en cuanto a la metodología se tiene una investigación factible con un diseño de campo y documental al requerir el estudio cercano de la región y de los diversos materiales textuales para definir conceptos del diseño, además de emplear instrumentos para la recolección de datos como lo son la observación directa en el entorno, la entrevista a los usuarios de la ciudad para conocer los puntos de vista y opiniones en cuanto a la red, y la información documental existente sobre el tema a desarrollar. Generando de esta forma una propuesta que proyecta el desarrollo y el cumplimiento de los objetivos planteados en la presente investigación.

Descriptores: Comunicaciones ópticas basadas en redes FTTX, red de telecomunicaciones, Internet y análisis de red.

INTRODUCCIÓN

Las redes de Internet basadas en la fibra óptica son la alternativa de comunicación predilecta en la actualidad, esta permite un desarrollo de redes seguras, con grandes velocidades, fáciles de implementar y de mantener. La fibra óptica se basa en principios de la transmisión de la luz por medio de cableado con núcleo de fibra de vidrio en lo cual permite el flujo de la luz con potencia traducida en la información de los usuarios, de allí la gran velocidad de transmisión de la información en este medio.

En Venezuela, existe una creciente influencia de las nuevas redes de fibra óptica debido a la requerida suplantación de los sistemas actuales de cables coaxiales o telefónicos, en lo cual otorgan un servicio defectuoso y de baja calidad para los usuarios. Sin embargo, se tiene un desarrollo elevado dedicado a grandes ciudades dejando a las poblaciones menores y lejanas desprovistas de nuevas tecnologías de comunicación, es así como para empresas en búsqueda de emprendimiento en zonas de poca competencia es esencial tener en cuenta diseños de red para una población con potencial, con el ideal de plantear mejoras a la red local y como alternativa económica para el usuario y el proveedor interesado en el desarrollo propuestas nuevas y de gran proyección a la modernización.

La presente investigación se desenvuelve mediante los siguientes capítulos:

- ✓ Capítulo I: Aquí se plasma la problemática principal por la cual se desarrolla el proyecto, además de su formulación para definir un objetivo general y otros específicos que definirán a la investigación, y por ultimo una justificación de dicha solución, sus limitaciones y su alcance presente.
- ✓ Capítulo II: En esta sección se encuentran antecedentes de la investigación, también se tiene la estructura teórica del proyecto, las definiciones legales para llevar acabo la propuesta y los términos básicos que se usaran a lo largo del desarrollo.
- ✓ Capítulo III: Para este capítulo se definen metodologías en cuanto al tipo de investigación, su diseño, paradigmas y niveles de la investigación, además de conocer la población y muestra para el diseño, las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos a emplear, fases metodológicas para el desarrollo y variables a emplear.
- ✓ Capítulo IV: Por último, se conocerán los recursos humanos, institucionales y materiales a utilizar, en conjunto a las actividades a ejecutar en un cronograma.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

En la actualidad se tiene una constante necesidad de permanecer conectados al mundo digital mediante las redes del Internet siendo estas aún más demandadas con el paso del tiempo para cumplir estándares de velocidad, seguridad, fiabilidad y accesibilidad a todos los niveles de la sociedad. Esto se ve reflejado en el crecimiento vertiginoso de la implementación de redes FTTX “Fiber to the X” según Vivares (2022) “usada más para designar las diferentes conexiones siempre a través de fibra óptica, entre la red del proveedor y el hogar, oficina o centro de datos del cliente, incluyendo topologías o arreglos de las redes ópticas pasivas”, siendo su traducción literal “Fibra hasta la X” donde “X” representa a los lugares de la sociedad descritos anteriormente, por otro lado se tiene a la fibra óptica como el medio por donde se lleva al usuario el acceso a Internet de alta velocidad de forma segura y que para Castillo (2019) “se trata de un medio de transmisión de datos mediante impulsos fotoeléctricos a través de un hilo construido en vidrio transparente u otros materiales plásticos con la misma funcionalidad”.

Para Venezuela los procesos del crecimiento de la implementación de infraestructura para redes de fibra óptica descrito este fenómeno por el periodista Reyes en el año 2022, donde explica a las redes de fibra de óptica como “una opción cada vez más popular entre los venezolanos, quienes quieren garantizarse un servicio de calidad o solucionar los problemas de conectividad que no han resuelto los tradicionales proveedores, incluso los manejados por el Estado”, sin embargo, en la actualidad es enfocado este desarrollo en las grandes ciudades ya que estas representan mayor poder adquisitivo y abundancia de comercios que pueden solventar los costos en los proceso de diseño y desarrollo de una red completa que cumpla los estándares exigidos por el usurario en las zonas más céntricas.

En cuanto a la zona de San Juan de los Morros recientemente se conoce por el artículo publicado por El Diario El Nacionalista el día 27 de Junio de 2021 que “El 80% de las comunidades en San Juan de los Morros presentan problema con Internet y señal telefónica”, esta cifra detalla la falta de servicio durante meses por parte de la compañía CANTV, en lo cual para los usuarios afecta a las actividades de educación, comercio por

punto de venta y otras actividades necesarias de la conexión a Internet, que para la fecha presenta deficiencias y sin respuesta concreta por parte de la compañía.

Esta inquietante situación produce un descontento percibido en múltiples reportes de periódicos y usuarios que detallan su desconforme con los servicios de Internet que existen actualmente en la región, evidenciado mediante reportajes como “ES OFICIAL/Por esta razón fallo el Internet y señal telefónica en San Juan de los Morros” realizado por Medina O, el día 19 de abril de 2022 para El Tubazo Digital, en donde refleja cómo se presentó un corte del ramal de fibra óptica San Juan – Villa del Cura perteneciente a la compañía CANTV, generando desconexión a la población de San Juan de los Morros y que fue solventando tras largas horas de espera, así sucesivamente se presentan fallas más recientes a nivel regional como la expuesta por Rodríguez R, ocurrida el día 08 de febrero de 2023 y publicado por Efecto Tocuyo detalla un “Corte de fibra óptica de CANTV deja sin Internet a Barinas, Mérida, Táchira y Trujillo”, en este caso se presentó una falla masiva en varios estados del país incluyendo el tramo Sabana de Mendoza-Carora y San Juan de Los Morros-El Sombrero, generando un porcentaje de desconexión del 20% para el estado Guárico particularmente.

Actualmente las fallas en el servicio son solventadas de forma momentánea debido a la inexistente inversión en una nueva infraestructura y manutención de equipos dando como conclusión múltiples interferencias del servicio con mayor frecuencia, destacado por Rodríguez R que “Venezuela Sin Filtro registró 10 caídas del servicio de Internet. El del 2 de agosto ocurrió una falla simultánea de Movilnet, Cantv, Inter y GolData”. Las deficiencias en la red han generado que la Alcaldesa de San Juan de los Morros Sulme Ávila se pronuncie en contra de esta situación, esta declaración es recopilada por Vies, A, el día 05 de marzo de 2022 para Punto de Corte con el artículo “Alcaldesa de San Juan de los Morros amenaza con cerrar señal de Intercable ante constantes fallas” en donde la Alcaldesa solicita soluciones a esta problemática en los servicios de cable e Internet a la compañía Inter, declarando no descartar el cambio de proveedor para el municipio destacando que “La irregularidad de la señal y altos costos en las mensualidades de Inter vienen siendo denunciadas desde el 2021”.

Al observar los datos de cobertura de Internet en la región de San Juan de los Morros por parte de algunas de las compañías principales que se encuentran en la misma, se tiene

conocimiento la demanda y oferta que se ofrece al mercado de usuarios carentes de conexión a Internet en San Juan de los Morros. Mediante la consulta en oficinas de alguno de estos proveedores se tuvo como resultado que para la empresa Inter se cuenta con 12.900 clientes aproximadamente con una cobertura en todo Guárico sin restricciones, sin embargo, en este caso se destaca el manejo de una transición de redes por coaxiales a redes de fibra óptica y satelitales de forma progresiva, en lo cual persisten usuarios con redes en decadencia y poco actualizadas.

Por otro lado, la compañía SUPERNOVA ofrece cobertura únicamente a las zonas céntricas de San Juan de los Morros en actual expansión y ofreciendo conexión por fibra óptica, con una cantidad de usuarios reportada por CONATEL en un artículo publicado por Ultimas Noticias el día 09 de octubre de 2021 destacando que “CONATEL otorgó concesión a Supernova Telecomunicaciones” para brindar servicio de Internet por fibra óptica y radioenlace con puntos estratégicos en Guárico desde los cerros de Santa Ana y Platillon para cubrir a 1.567 clientes aproximadamente a la fecha del artículo.

Conociendo estos datos contrastados con la población de San Juan de los Morros que se encuentra reflejado por el CNE en su reporte para las últimas elecciones de Concejales en 2021 en donde cita a la población de San Juan de los Morros dada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) con 151.418 habitantes en noviembre de 2021, al sumar a los clientes de las empresas con data publica como Inter y Supernova se obtienen a 15.000 clientes aproximadamente, para el restante de clientes se consideran a las demás empresas que prestan servicio en la zona apartando un 30% de la población de forma objetiva, además de reducir a la población con las personas con un rango de edad entre 18 y 70 años para poder contratar algún servicio, se obtendría una población entre los 110.000 habitantes aproximadamente.

Por consiguiente, el restante de usuarios representaría a 95.000 clientes, en lo cual un porcentaje del 30% corresponden a estar cubiertos por las empresas con data no publicada, obteniendo así un total de 66.500 clientes desprovistos de conexión a Internet de alta velocidad en San Juan de los Morros.

Por lo tanto, se puede destacar que existe la problemática del apartado de zonas lejanas o de poco interés comercial en el desarrollo de dichas redes de fibra óptica debido al alcance o las pocas garantías que se pueden tener para que la red sea mantenible o

resguardada, es por ello que se tienen usuarios en sus hogares y comerciantes con sistemas de Internet de baja calidad como lo son los coaxiales de cobre o redes inalámbricas poco fiables en las comunicaciones, esto anidado a las fallas de sus proveedores ISP o de Internet en cuanto a conexión o desperfectos de su red antigua provocando una parcial comunicación y flujo de información defectuosa para estos usuarios.

Luego de haber expuesto lo anterior, es de suma importancia recalcar que para el estado Guárico, específicamente en San Juan de los Morros aplica como una zona apartada de la red principal que los proveedores de Internet abarcan, siendo de esta manera considerado un espacio con pocas propuestas en el entorno de fibra óptica que actualmente se encuentra con escasa cobertura tanto para los usuarios comerciantes, como para los hogares y centros de salud que subsisten de redes antiguas con constante deficiencia de servicio de Internet, requiriendo de esta manera la aplicación de las nuevas tecnologías de fibra óptica para sobrellevar dichas deficiencias o carencias en comunicación, para así acoplar el potencial comercial y turístico con una representativa muestra de habitantes que requieren una nueva red FTTX para la conexión a Internet de alta velocidad en la población de dicha capital guariqueña.

1.2. Formulación del Problema

A lo anteriormente expuesto, se ha considerado la siguiente interrogante: ¿Cómo modernizar el servicio Internet, mejorando su acceso y velocidad en San Juan de los Morros, estado Guárico?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Proponer una red FTTX para la conexión a Internet de alta velocidad dedicada a la población de San Juan de los Morros, estado Guárico.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la infraestructura y la calidad de los servicios de Internet disponibles actualmente para la población de San Juan de los Morros, estado Guárico.
- Analizar los posibles diseños de red para seleccionar los equipos más adecuados para la población de San Juan de los Morros, estado Guárico.
- Diseñar un modelo de red FTTX para obtener una conexión de Internet de alta velocidad y fiabilidad en San Juan de los Morros, estado Guárico.

- Estudiar la viabilidad de los factores técnicos de trabajo con respecto al diseño y las tecnologías a utilizar, el impacto social que se percibirán con esta propuesta de red FTTX para la región de San Juan de los Morros, estado Guárico.

1.4. Justificación de la Investigación

Un diseño de fibra óptica a zonas carentes de buen servicio de Internet aporta una conexión de alto alcance y fiabilidad, en comparación con otros medios de transmisión de datos y telecomunicaciones, como el cable de cobre o la conexión satelital. Al utilizar la fibra óptica como medio de transmisión, estarías ofreciendo una solución tecnológica eficiente que permite una mayor velocidad en la transmisión de datos, una mayor confiabilidad en la conexión y una menor interferencia electromagnética en comparación con otros medios de comunicación. Por lo tanto, la implementación de la fibra óptica es una solución efectiva para mejorar la conectividad de las áreas que carecen de un buen servicio de Internet.

Además, la implementación exitosa de una red FTTX requerirá de un análisis completo de la topología de la red, los recursos necesarios y los costos asociados para una implementación y mantenimiento efectivo. Como resultado, la investigación podría conducir a la mejora de la calidad de vida de las personas o generar mayor rentabilidad en los comercios en estas zonas y permitirles el acceso a servicios en línea, además la educación, la atención médica y las oportunidades de empleo virtuales, que antes no eran posibles debido a la falta de conectividad de alta velocidad.

1.5. Alcance y Limitaciones

1.5.1. Alcance

Entre los factores que determinen la ruta de alcance para esta propuesta de diseño de la red será diagnosticar la infraestructura de la red de Internet existente para lograr determinar los equipos necesarios, además de cableado y la geografía de la zona, en lo cual serán determinantes para el desarrollo de esta propuesta de diseño del sistema de fibra óptica.

Al plantear abordar una red FTTX se enfoca al diseño para usuarios de diversas áreas de trabajo para así adaptar sus necesidades generales en esta propuesta y lograr un mayor factor de adaptabilidad y escalabilidad de desarrollo para los proveedores interesados en la propuesta. Además, se contempla en este diseño cubrir los elementos que

involucren un sistema de fácil mantenimiento y de fiabilidad para una conexión continua, por medio de sistemas de respaldo preventivo en cuanto a fallas eléctricas y desperfectos en puntos de la red con la aplicación de redundancia en el diseño para evitar la desconexión del usuario.

1.5.1. Limitaciones

En la propuesta de un diseño de red FTTX para la región de San Juan de Los Morros, estado Guárico se encuentran contempladas limitantes correspondiente al planteamiento de la operación de trabajo necesaria para este sistema de comunicación moderno, entre las cuales se tienen los diversos permisos que competen a entes públicos o privados para el uso de ciertos recursos necesarios en la propuesta, se puede destacar el uso de Tanquillas para la conexión subterránea a los usuarios en la zona, el uso de postes o la posibilidad de situar nuevos postes en los puntos estratégicos necesarios para la ubicación de cajas de distribución dedicadas para este diseño, además de estructuras de recepción y transmisión principal como antenas colocadas en torres existentes o nuevas estructuras con ciertas características optimas, en lo cual posibilitan la conexión al proveedor de Internet principal que se prevé se encuentre fuera del estado o de la zona cercana de fácil recepción terrestre, y por ello su ubicación estratégica que con llevan a el planteamiento de obras con otras índoles y áreas de trabajo externas a la propuesta, además de diversas licencias de aplicación necesarias.

Por otro lado, se tiene como limitante añadido la necesidad de contar con la evaluación y aprobación de esta propuesta de diseño de red FTTX de alta velocidad para la región de San Juan de los Morros, estado Guárico, por empresas públicas o privadas que observen como iniciativa aplicable a este proyecto para lograr optar por una etapa de desarrollo futuro, esto partiendo del diagnóstico de los diversos factores que afectan en el planteamiento del diseño de esta nueva red FTTX presentada en esta investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

La definición de los antecedentes de la Investigación según la metodología de Arias, F. (1999) se conoce como “a los estudios previos y tesis de grado relacionadas con el problema planteado, es decir, investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con el problema en estudio”, siendo así un conjunto de estudios bibliográficos previos a la investigación presente en donde se dan indicios del problema y su desarrollo propuesto por diversos autores.

En la actualidad las redes de fibra óptica en sus diversas escalas de aplicación son de gran relevancia para lograr el acceso al Internet de alta velocidad para la mayor cantidad de usuarios posibles dentro de un área geográfica preestablecida, esta premisa se recalca en la investigación de Balza y Figueroa (2022) mediante la **“Propuesta de Diseño de una Red de acceso FTTH con tecnología GPON para la Urbanización las Agüitas Estado Carabobo”**. Presentado en la Universidad José Antonio Páez de San Diego, Carabobo para optar por el título de Ingeniero de Telecomunicaciones. Venezuela. En esta propuesta se tiene como objetivo la mejora de los sistemas de telecomunicaciones transmitidos por radioenlace y cables coaxiales para la Urbanización las Agüitas, Estado Carabobo, en lo cual carecen de una red estable y desprovista de mantenimiento de equipos y de la infraestructura necesaria para dar cobertura a la población indicada.

Por consiguiente, Balza y Figueroa plantearon solventar esta problemática mediante el diseño de una red GPON basada en fibra óptica para suministrar el acceso a una red confiable, robusta contra interrupciones externas, y de gran ancho de banda para la accesibilidad de los usuarios.

Observando otros aspectos para el diseño de una red de fibra óptica que cumpla las necesidades de la población de un estudio cerrado como se plantea en esta propuesta de una red FTTH para la región de San Juan de Los Morros, estado Guárico, se deben considerar los perfiles residenciales y comerciales para así diseñar un plan de ejecución con pasos preestablecidos para las instalaciones de red a nivel residencial y tendidos del troncal local, en lo cual Bierkamp (2021) plantea el **“Desarrollo de Manual Inteligente para la estandarización en procesos de instalación residencial y tendidos troncales en redes**

FTTH en la empresa NETUNO, CA, Valencia”. Elaborado en la Universidad José Antonio Páez, Venezuela, para optar por el título de Ingeniero de Telecomunicaciones.

En la investigación descrita anteriormente se tiene la problemática del manejo de recursos y la falta de estrategia para la manutención y expansión de la red de fibra óptica promovida por la empresa NETUNO C.A ubicada en Valencia, estado Carabobo, al momento de plantear la expansión de la cobertura de la red se tienen diversos obstáculos para la ejecución de la instalación, entre los cuales se observan la carencia del estudio de campo que hace referencia a conocer la disposición de equipos existentes, la comprobación de proveedores externos, la determinación de tipos de recursos a utilizar, mano de obra calificada para el montaje y la manutención del cableado, equipos OLT, ODF, armarios, cajas NAP, centros de operación y configuración de la puesta en marcha de los sistema, en respuesta a estas necesidades descritas.

En dicha propuesta Bierkamp estableció el desarrollo de un manual para la estandarización de procesos de instalación de la red FTTH a disposición de la empresa NETUNO C.A, pero que basado en su estructura se puede tomar como base sus objetivos y metodologías para homologar posteriormente en cualquier región y contexto de las redes FTTH, siendo ideal desarrollar su objetivo principal al proceder en el estudio de las principales fallas del sistema, y los efectos de la correcta manipulación de los equipos y recursos de la red apegado a las normas internacionales y nacionales para conseguir una red de Internet optima y escalable en el tiempo.

Para complementar se debe tener un contexto de redes con distintas estructuras como lo son las redes de fibra óptica GPON y sus beneficios al momento de diseñar un sistema innovador y eficaz en el flujo de información y el ahorro de recursos, mediante el estudio realizado por Milano (2021) se tiene un enfoque en el **“Diseño de una red de distribución FTTX con tecnología GPON para la prestación de servicio a los usuarios de La Zona Industrial de San Vicente Y Zona Industrial La Hamaca, Ubicadas En Maracay, Edo. Aragua”** desarrollada bajo el objetivo de optar por el título de ingeniero de Telecomunicaciones a través de la Universidad José Antonio Páez, promueve una indagación en la problemática del sector de la Zona Industrial de Maracay, Estado Aragua.

Allí se estudió el hecho de como en muchos sectores del país se observan las dificultades de acceso a Internet con interferencias y fallas eléctricas que interrumpen la

conexión constantemente, además de un retraso en la actualización de la tecnología de red por parte de los entes públicos y privados, esto retrasa el desarrollo de la industria digital y las herramientas de teletrabajo que durante los últimos años se ha vuelto esencial en la práctica laboral, es aquí donde surge el diseño propuesto por Milano para una red GPON que parte de un nuevo troncal con ramificaciones que abarquen la zona de estudio y el establecimiento de los puntos críticos para su instalación y prever las fallas del sistema con respaldo por celdas de alimentación, automatización de los equipos programables, además de la disposición entre el usuario y las comunicaciones al servidor principal de forma rápida y redundante para evitar cortes en la comunicación.

Como complemento de los antecedentes conocidos para condicionar las redes internas de las diferentes instalaciones de red que pueden comprender a edificaciones, hogares individuales, oficinas, comercios, entre otros, se deben tener ciertas consideraciones de costos y rendimiento de conexión dependiendo de la conexión dispuesta para la entidad y la capacidad de satisfacer las necesidades del usuario, y así perfeccionar el plan a seguir para diseñar una red eficiente, es por ello que Chirinos y Madriz (2021) parten de la **“Propuesta de una Red GPON para el edificio El Remanso Puerto Cabello Estado Carabobo”**, se estudió el estado deteriorado y carente de equipos capaces de solventar la comunicación a los usuarios, y además agregan las comparativas de servicios que aportan cobertura al edificio El Remanso ubicado en Puerto Cabello, Estado Carabobo, obteniendo una evidente deficiencia de velocidades y la interrupción del servicio de forma constante.

Por medio del objetivo de optar por el título de Ingeniero de Telecomunicaciones para la Universidad José Antonio Páez ubicada en San Diego, Estado Carabobo, Chirinos y Madriz plantearon el desarrollo de un diseño de red GPON de alta velocidad capaz de aportar reducción de costos y a su vez garantizar una infraestructura de equipos de fácil manutención y bajo costo, por medio de conexión por fibra óptica GPON para reducir las conexiones hacia un proveedor o nodo principal de Internet, y así reducir los tendidos troncales de la red para permitir el acceso a Internet al conjunto residencial, remplazando la tecnología ADSL, el cableado telefónico en muy mal estado y carente de mantenimiento por parte de las empresas públicas y privadas encargadas, y la contratación de servicios privados de alto costo.

La investigación desarrollada por Ruiz (2019) demuestra un **“Diseño de una red de fibra óptica FTTH para brindar el servicio de Internet a los usuarios de la empresa REDECOM en el centro de la ciudad de Otavalo”**, para optar por el título de ingeniero en electrónica y redes de comunicación presentada en la Universidad Técnica del Norte ubicada en Ibarra, Ecuador. En la presente problemática se da enfoque a la capacidad de expansión que la empresa REDECOM proveedora de Internet para la ciudad de Otavalo ubicada en el Ecuador, tiene una estructura capaz de solventar la demanda de los usuarios de ciertas ciudades vecinas, sin embargo, la creciente demanda las redes de fibra óptica para el reemplazo de las comunicaciones por cables de par trenzado y la carencia de velocidades con redes telefónicas, permite canalizar un crecimiento en los abonados constantemente, es ahí donde Ruiz propone una red FTTH adaptable para los servicios brindados por la empresa REDECOM.

Mediante la definición de las normativas y las regulaciones de una red de fibra óptica en la zona, y el estudio de la infraestructura del “BackBone” o troncal principal se estudió la posibilidad de lograr una conexión estratégica al proveedor primario, además de priorizar costos de equipos en cuanto a cableado y la emisión de la señal principal del servidor y las cajas de distribución de la red a lo largo de la ciudad de Otavalo. Esto mediante el planteamiento de las distintas redes FTTX que abarcan conceptos como la conexión al nodo, hacia el hogar, hacia las edificaciones, entre otras, para especificar los detalles de la red principal de manera escalable con la red existente, y permitir una adaptación continua.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Redes de comunicación

Una red de comunicación según la compañía IBM (2021) hace referencia a este concepto como:

“Una red es la combinación de dos o más sistemas y los enlaces de conexión de los mismos. Una red física es el hardware (equipo como adaptadores, cables y líneas de teléfono) que compone la red. El software y el modelo conceptual componen la red lógica”.

Teniendo como principal objetivo la transmisión de datos, la recepción y consulta de datos, el compartimiento de recursos entre equipos, entre otras aplicaciones de una red de comunicación, esta puede ser aplicada dentro de diversos modelos como lo son el

Modelo OSI como un concepto estándar para estructurar a las redes, o el Modelo TCP/IP dedicado al direccionamiento de los paquetes de datos de las redes de Internet.

Se profundizara en este último modelo debido a la relevancia en la configuración de equipos para la red de fibra óptica para la región de San Juan de Los Morros, estado Guárico.

2.2.2. Protocolo TCP/IP

Un protocolo es un conjunto de normas y procedimientos estandarizados para la interconexión entre diversos equipos por medio de este protocolo común. El protocolo TCP/IP se dedica al flujo de la información entre capas desde el emisor al receptor como se observa en la figura 1.

- ✓ Capa Aplicación: Se comprende de los programas de la web en lo cual solicita y envía datos a la capa de transporte.
- ✓ Capa de transporte: En este punto los protocolos UDP “User Datagram Protocol” y TCP “Transmission Control Protocol” segmentan los paquetes de datos para redireccionarlo a la de capa de red con un control de errores.
- ✓ Capa de red: El paquete de datos recibido se ubica en un datagrama con el IP “Internet Protocol” formado de una cabecera y una cola que identifica la ruta de envío.
- ✓ Capa de interfaz de red: Se verifican los IP recibidos y se transmiten en tramas por la red Ethernet.
- ✓ Capa física: Al estar en la red física se comprenden los equipos dedicados al manejo y la redirección de esta información hacia su destino.

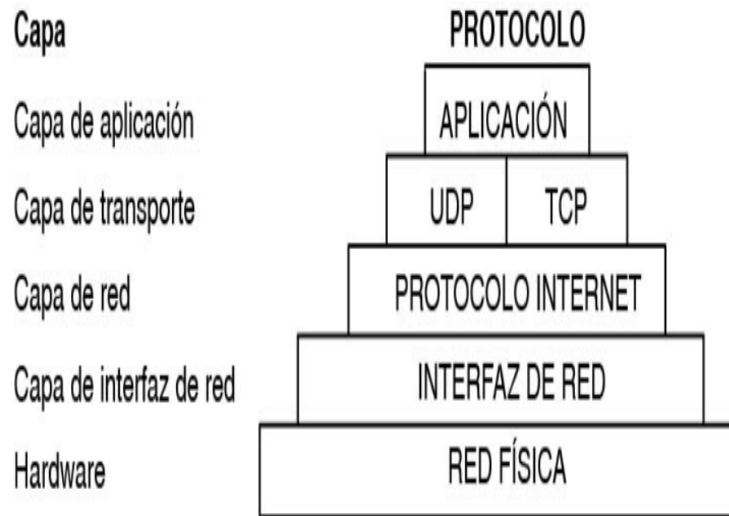


Figura 1. Protocolo TCP/IP.

Fuente: IBM (2021, 12 abril)

2.2.3. Tipos de redes de comunicación

De forma general al constituir un grupo de dispositivos que realizan intercambio de información comprenden un tipo de red con diversos niveles de complejidad y es allí que se clasifican en los siguientes tipos de redes:

- ✓ PAN: Significa “Personal Area Network” y se traduce literalmente como Red de Área Personal donde se constituye entre los dispositivos electrónicos personales como teléfonos, computadoras, impresoras, entre otros, y en lo cual la red constituye unos pocos metros en longitud, y se observa su versión inalámbrica (Wireless) con la red WPAN.
- ✓ LAN: Significa “Local Area Network” en lo cual se refiere a Red de Área Local para conexión de dispositivos en un hogar, oficina o locales para la conexión por medio de cables Ethernet y Switches de distribución de los datos en esta instancia, además de la capacidad inalámbrica con redes WLAN.
- ✓ MAN: Significa “Metropolitan Area Network” y se traduce como Red de Área Metropolitana donde se conectan redes LAN entre sí para conformar una red de varios cientos de kilómetros para la cobertura de una gran área geográfica, y de forma equivalente su alternativa inalámbrica WMAN.

- ✓ WAN: Significa “Wide Area Network” constituye a la Red de Área Amplia para enlazar redes MAN de diversas ciudades o estados y así generar una red amplia para un país o región continental, inalámbricamente se tiene a la WWAN.

2.2.4. Topologías de red

Para Arcienaga (2022) las topologías de red se definen como “una forma de comunicación usada por las computadoras que conforman una red, ya sea LAN, WAN o MAN, para intercambiar datos. En otras palabras, la manera en que está diseñada la red, sea en el plano físico o lógico”. Los diseños más comunes para la topología de red son los siguientes:

- ✓ Punto a punto: Se interconectan dispositivos uno directo a el otro, de forma simple se ejemplifica en conexión celular. (Ver figura 2)

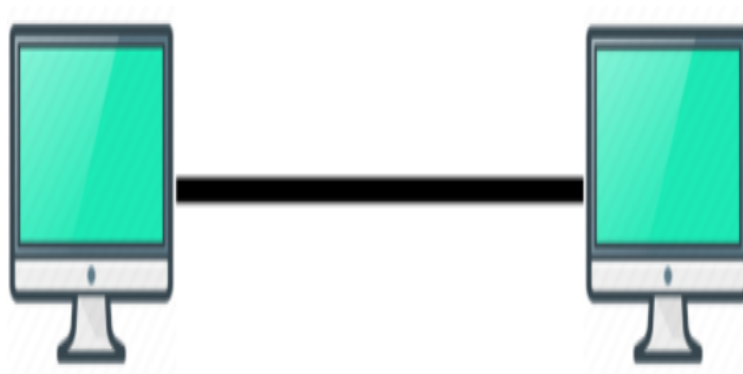


Figura 2. Topología Punto a punto.

Fuente: Arcienaga, F. (2022, 10 noviembre).

- ✓ Estrella: Los dispositivos se conectan a un nodo principal que maneja la información de forma central, esto privatiza el acceso a los datos entre usuarios. (Ver figura 3)

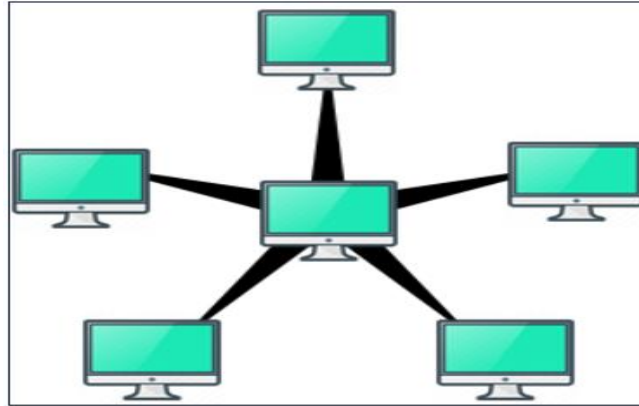


Figura 3. Topología estrella.

Fuente: Arcienaga, F. (2022, 10 noviembre).

- ✓ **Árbol:** Esta topología da jerarquía a los nodos que se sub dividen desde un nodo principal en lo cual otorga un manejo del tráfico de forma eficiente al no delegar la función al nodo principal directamente. (Ver figura 4)

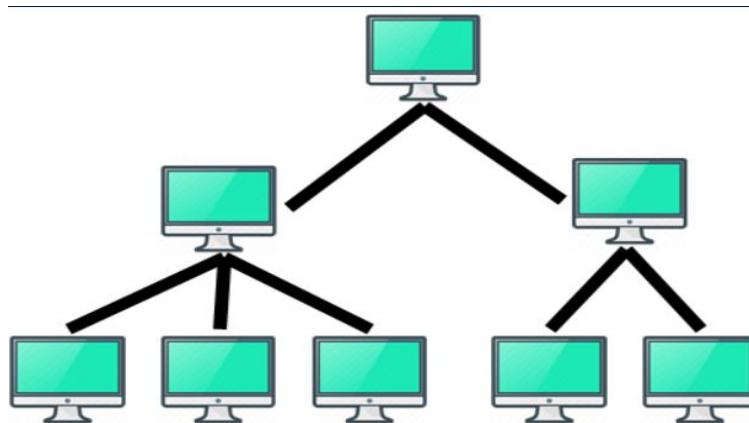


Figura 4. Topología de árbol.

Fuente: Arcienaga, F. (2022, 10 noviembre).

- ✓ **Anillo:** Se conectan los dispositivos uno detrás de otro siendo este vulnerable a corrupción de la información a la interrupción de la misma comunicación. (Ver figura 5)

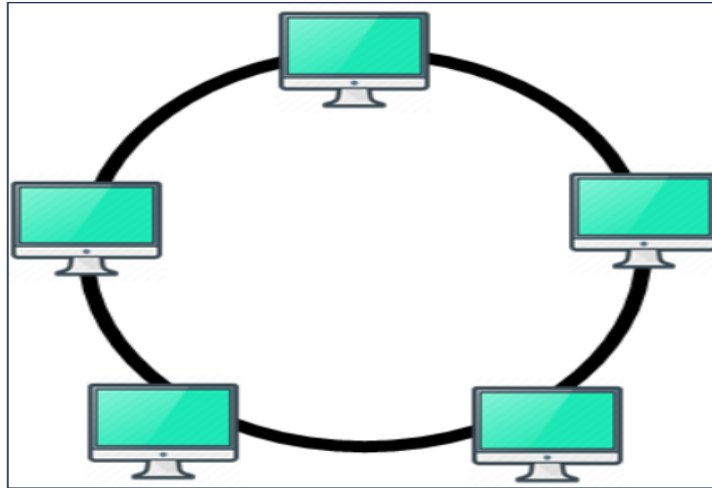


Figura 5. Topología de anillo.

Fuente: Arcienaga, F. (2022, 10 noviembre).

Bus: Se comunican por medio de un cable bus central que envía la información de forma compartida a cada usuario. (Ver figura 6)

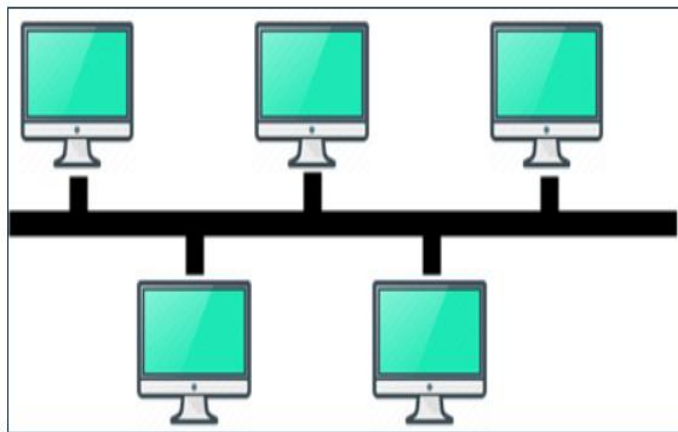


Figura 6. Topología de bus.

Fuente: Arcienaga, F. (2022, 10 noviembre).

Malla: Es una conexión total entre todos los nodos o dispositivos de la red para así llevar la información desde cualquier punto y sin vulnerabilidad de interrupción. (Ver figura 7)

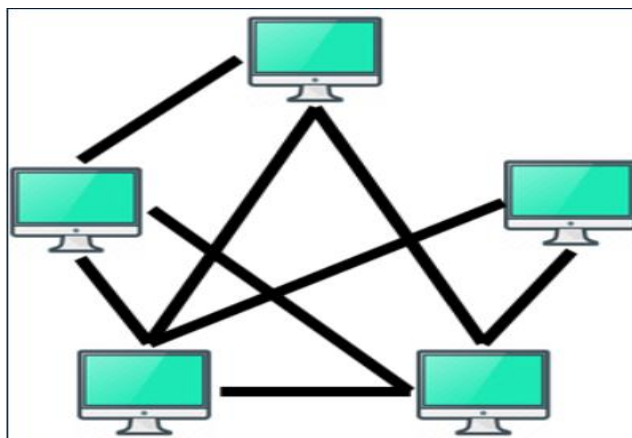


Figura 7. Topología de malla.

Fuente: Arcienaga, F. (2022, 10 noviembre).

- ✓ Mixta: Es la unión de las diversas topologías para un diseño específico y con funcionalidad dedicada a los usuarios de una zona. (Ver figura 8)

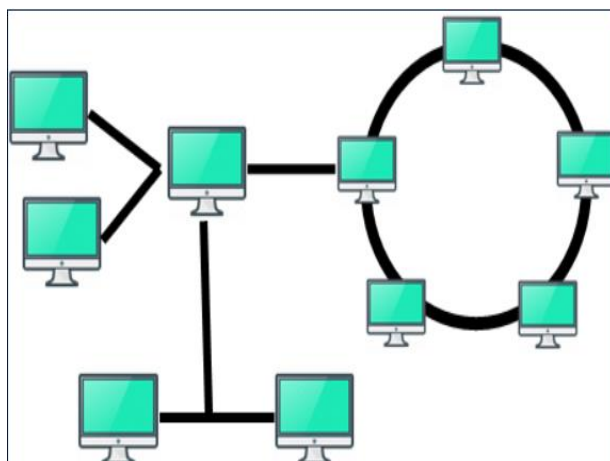


Figura 8. Topología mixta.

Fuente: Arcienaga, F. (2022, 10 noviembre).

2.2.5. Fibra óptica

La fibra óptica es un medio guiado de transmisión de datos a través de impulsos fotoeléctricos, esto se realiza mediante un cable de filamento delgado capaz de transmitir la luz emitida por una fuente principal evitando su dispersión, llevando la información a gran velocidad con un mayor ancho de banda y menor latencia, menores atenuaciones y reducción de interferencias al ser inmune a interferencias electromagnéticas al transmitir solo la luz. Se compone por las siguientes partes (Ver figura 9):

- ✓ Núcleo: Es la capa más interna y pequeña que transmite la luz y se crea de material plástico o de fibra de vidrio.
- ✓ Revestimiento: Es la capa intermedia encargada de evitar la dispersión de la luz interna confinándola en todo su recorrido, se fabrica con materiales dieléctricos.
- ✓ Recubrimiento: La capa externa dedica a la protección del cable sobre los efectos externos, fabricado con polímeros o plástico resistente y manipulable.

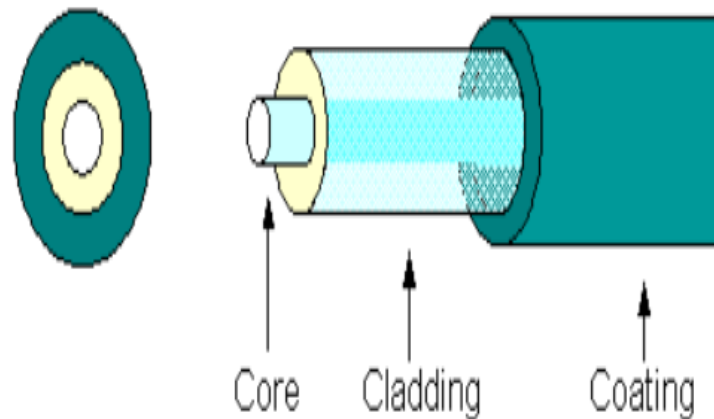


Figura 9. Partes de la fibra óptica.

Fuente: Arcienaga, F. (2022, 10 noviembre).

El funcionamiento de la fibra óptica se basa en los efectos de la reflexión total interna y la refracción descritos a continuación.

2.2.5.1. Principio de funcionamiento

La fibra óptica utiliza la luz como medio de transmisión de datos con su gran velocidad de $c = 299.792.458$ m/s en el vacío, es relativo para otros materiales ya que se disminuye la velocidad al poseer cierto factor conocido como índice de refracción del medio propio del mismo para adaptarse a la velocidad de la luz. (Ver figura 10)

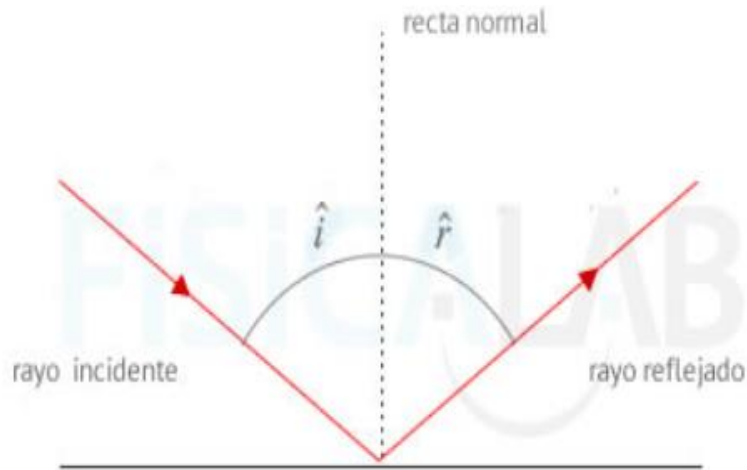


Figura 10. Comportamiento de la luz con una superficie.

Fuente: Fernández J. (s. f.).

Primeramente, se tiene en cuenta el comportamiento del rayo de luz en el medio y es allí donde el profesor Pierri (2010) aporta lo siguiente:

“El motivo físico por el cual la luz queda atrapada dentro del conducto, se basa en las leyes de reflexión y refracción de la luz, según las cuales, cuando un rayo atraviesa la frontera desde un medio físico transparente a otro también transparente, pero donde la velocidad de propagación es menor, la trayectoria del mismo varía, siguiendo una ley física conocida como Ley de Snell”.

La ley de Snell se atribuye a la refracción del haz de luz sobre la superficie del núcleo cambiando la dirección de dicho rayo debido a las diferencias de índices de refracción entre los medios que componen al núcleo y el revestimiento que lo confina, por otro lado, Pierri (2010) aporta como se denomina a la reflexión dentro de la fibra óptica:

“El fenómeno óptico en el que se fundamenta la transmisión de la luz en el conducto de fibra de vidrio se denomina Reflexión Interna Total (TIR: Total Internal Reflection), según el cual, cuando un rayo de luz pasa de un medio hacia otro con menor índice de refracción, el incide sobre la frontera de los materiales con un ángulo determinado, no pasa ninguna luz a través de la frontera del material. El ángulo a partir del cual el rayo de luz queda totalmente atrapado se denomina ángulo crítico de incidencia”.

Concluyendo, así como la fabricación del cable de fibra óptica se diseña por medio de una estructura de materiales específicos capaces de cumplir de forma eficiente la propagación de la luz reduciendo pérdidas, sin dispersiones y otorgando un flujo de la luz portadora de la información hacia el destino correspondiente.

2.2.5.2. Tipos de fibra óptica

Generalmente se diferencian dos tipos de fibra óptica a través del modo de transmisión del haz de luz en su interior en la figura 11 se pueden observar dos fibras una Multimodo a la izquierda y otra Monomodo a la derecha con características específicas expuestas a continuación.

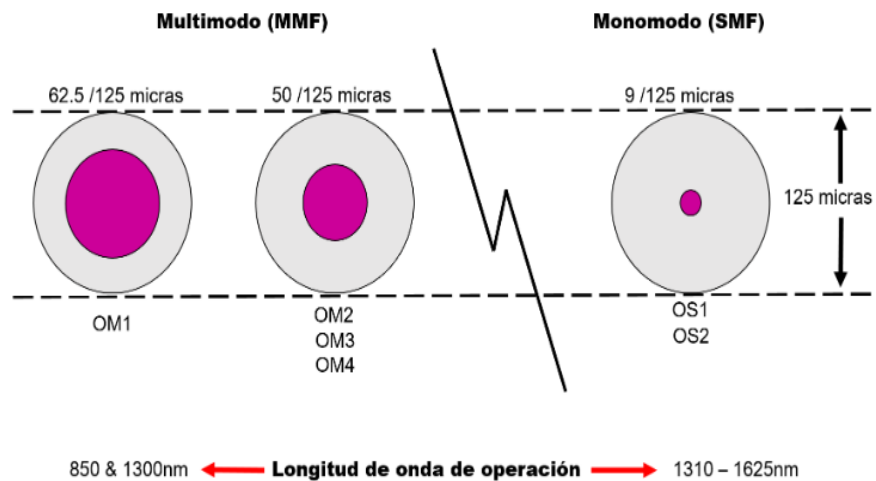


Figura 11. Fibra multimodo y monomodo.

Fuente: Anchondo, D. (s. f.).

- ✓ Fibra Monomodo: Su funcionamiento de un modo se basa en la transmisión de un único haz de luz por el núcleo con tamaño de 9 μm , esto genera un mayor ancho de banda y por lo tanto mayor velocidad al no requerir la reflexión interna con pérdidas, además de beneficiar a las largas distancias de más de 10 Km. De forma física generalmente la fibra monomodo es de color amarillo con conectores azules o verde en sus terminales. (Ver figura 12).

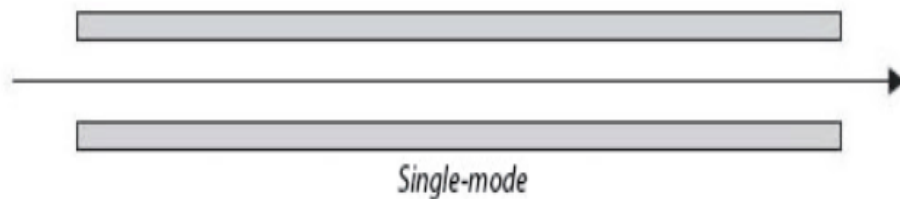


Figura 12. Fibra óptica monomodo.

Fuente: Black Box. (s.f.).

Existen dos tipos de fibra monomodo que son OS1 y OS2, esta última es la más utilizada con distancias de hasta 200 Km y velocidades de 100 Gbps dependiente de la longitud.

- ✓ Fibra Multimodo: Este tipo de fibra aplica la reflexión de múltiples rayos internos en el núcleo que puede variar su tamaño según el tipo de fibra multimodo entre 50 μm y 62,5 μm , se aplica para tendidos de red cortos de hasta 2 Km. Su estructura se puede presentar con un cable Naranja o Azul Agua con conectores blancos grisáceos en sus terminales. (Ver figura 13).

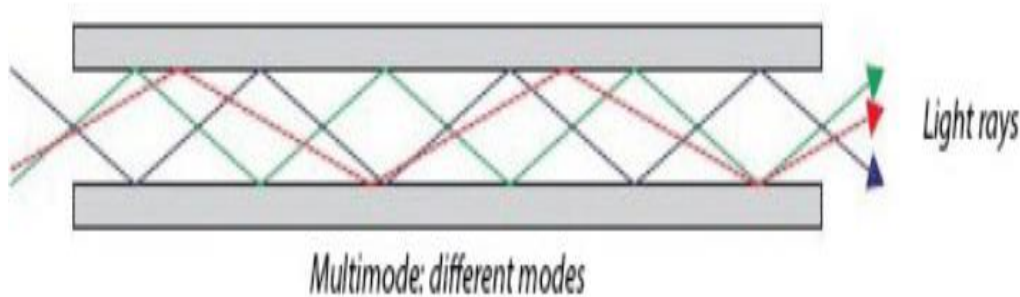


Figura 13. Fibra óptica multimodo.

Fuente: Black Box. (s.f.).

Se conocen distintos tipos de fibra multimodo como OM1 con 62,5 μm de núcleo y otros como OM2, OM3, OM4 y OM5 con núcleos de 50 μm y siendo OM5 el modelo mas reciente con velocidades mejoradas sobre los 100 Gbps a 100 m y 10 Gbps para 550 m, además de estar optimizados para los múltiples rayos de luz en el núcleo reducido.

2.2.6. Las redes FTTX

Las siglas FTTX significan “Fiber to The X” conocido como fibra hasta la “X” denominado así debido a que es la forma en que se diseña la red con distintas tecnologías para ciertos tipos de usuarios en lo cual en todo caso permitirá el acceso a Internet desde la red proveedora. Este tipo de redes permite un uso eficiente de los recursos y de la energía empleada para la transmisión de datos.

- ✓ FTTH: Se atribuye a la Fibra hasta el Hogar siendo la más demanda del mercado y donde se estructura al ubicar una caja terminal óptico cercano a las residencias y se conectan a una ONU en el hogar para la recepción de datos.

- ✓ FTTB: Significa “Fiber to The Building” denominado así para las edificaciones como oficinas, grandes urbanizaciones, hospitales, comercios, entre otros. Su estructura parte de una caja de distribución en el edificio y de allí se interconecta a los usuarios por una red LAN existente, o la infraestructura de cable telefónico o ethernet.
- ✓ FTTA: Se refiere a la interconexión con las antenas para un medio inalámbrico, se guía a la fibra a los módulos de radio remotos hacia el centro principal de telecomunicaciones.
- ✓ FTTC: Denominado “Fiber to The Cabinet” parte de la aplicación de un nodo intermedio entre los usuarios y el proveedor de fibra, generalmente se ubican en postes o armarios que funcionan como distribuidores de fibra para varias manzanas.
- ✓ FTTN: Significa “Fiber to The Node” para contener la distribución de cables en un nodo intermedio y así interconectar cajas secundarias de otros usuarios y así generar una red regional o estatal,

2.2.7. Las redes ópticas pasivas PON y GPON

Una red pasiva hace referencia a la ausencia de energía en la trayectoria de la red entre el proveedor de Internet y el usuario final que percibe el acceso a Internet. Las redes PON “Passive Optical Network” traducido literalmente como Red Óptica Pasiva según la compañía de telecomunicaciones Huawei en 2021 definió este tipo de red como “una topología de punto a multipunto con splitters ópticos para transmitir datos de un punto único de transmisión a varios puntos de usuarios finales”, utilizado en la actualidad en las redes FTTH modernas para la transmisión de voz, datos y videos, por medio de una arquitectura compuesto de elementos como una OLT “Optical Line Terminal” ubicada en el proveedor y un ONT “Optical Node Terminal” para el usuario final, además de elementos pasivos como los tipos de fibra, Splitters, cajas de distribución y de servicio, atenuadores, Path Cord, Pigtail, entre otros.

Por otro lado, se tienen las redes GPON “Gigabit Passive Optical Network” que significa Red Óptica Pasiva con capacidad de Gigabit, es una forma mejorada de las redes PON donde se mejora su fiabilidad y velocidades otorgadas al usuario, para la compañía Huawei (2021) las describe con “una capacidad de tráfico de hasta 2,5 Gbps en downstream y 1,25 Gbps en sentido upstream, lo que hace

que proporcione estabilidad y escalabilidad para conexiones de banda ancha”. Siendo este el estándar común para la instalación de las nuevas redes FTTX para la reducción de costes, fiabilidad en la continuidad del servicio y el fácil manejo de la red y su escalabilidad.

2.2.7.1. Elementos de una red pasiva

Se conoce que una red se compone de elementos necesarios para prestar el servicio al usuario y así proveer el Internet de una central principal, es allí donde se ubican ciertos equipos que abarcan una trayectoria de la red hasta el usuario mediante los siguientes componentes:

- ✓ OLT “Optical Line Terminal”: Es el elemento activo principal que emite la señal de luz correspondiente al proveedor de Internet, para conectarse a la red PON y luego controlar la multiplexación de la misma y su potencia, y así recibir y enviar la información.
- ✓ ONT “Optical Node Terminal”: También llamado ONU “Optical Network Unit” es el dispositivo encargado de convertir la señal de luz en eléctrica para luego emitir la señal de Internet a los dispositivos del usuario.
- ✓ Fibra ADSS “All Dielectric Self Supported”: Es un tipo de cable de fibra dedicado para el tendido aéreo debido a la resistencia y su tracción sin necesidad de cable guía entre postes, fabricado de material de aramida que además lo vuelve ligero.
- ✓ Fibra Flat: Comprende un tipo de fibra de bajo costo, fácil manipulación con aplicación para tendido urbano a distancias medias con principal objetivo la conexión a los usuarios finales, este posee variantes de Flat Drop que se diferencian por su cantidad de Buffers y numero de hilos de fibra siendo el más común para los usuarios el Flat Drop de dos hilos.
- ✓ ODF “Optical Distribution Fiber”: Según Huawei (2022) este “se utiliza para la terminación y distribución del marco ODF del cable óptico troncal de la oficina central en el sistema de comunicación de fibra óptica, que puede realizar fácilmente la conexión, distribución y envío de líneas de fibra óptica”.
- ✓ Conectores SC/APC y SC/UPC: Ubicados en los terminales de los Patch Cord o pigtail para conectar los diferentes equipos requeridos, identificados por color siendo SC/APC de color verde y SC/UPC azul y donde cada uno trabaja en distintos procesos de recepción del haz de luz.

- ✓ Path Cord SC/APC y SC/UPC: Es un hilo de fibra con chaqueta protectora que puede conectar al OLT con el ODF, o a la ONU con la roseta para así interconectar equipos activos con pasivos, y en donde sus terminales poseen conectores SC/APC o SC/UPC.
- ✓ Pigtail SC/APC y SC/UPC: Es un semi Patch Cord con un terminal libre de conector dedicado para la fusión con la fibra limpia proveniente de una caja de distribución o de empalme y luego conectarse a un equipo.
- ✓ Enfrentador SC/APC y SC/UPC: Es un atenuador de luz y se coloca en la trayectoria de la misma para reducir potencia recibida.
- ✓ Caja de empalme: Contiene las fibras fusionadas o unidas mecánicamente, y sirve para resguardarlas para posteriormente usarse.
- ✓ Caja de distribución (NAP): Igualmente que una caja de empalme permite el resguardo de la fibra y la ubicación de Splitters destinados al servicio del usuario, fabricadas para gran durabilidad y ubicadas en postes o enterradas.
- ✓ Splitter: Es el encargado de la división de la señal físicamente, al tener una entrada y multiplexar en múltiples salidas con relaciones 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:12, 1:16, 1:32.
- ✓ Rosetas: Finaliza el tendido de la fibra drop al usuario, y se conecta esta terminación a un Patch Cord por medio de un Pigtail fusionado o unido mecánicamente.

2.2.7.2. Diferencias entre Angled Physical Contact (APC) y Ultra Physical Contact (UPC)

Para cada uno de los elementos que se diferencian por el tipo APC o UPC se debe esta separación debido al tipo de contacto que hacen por medio de la terminación de la fibra, es decir, para una fibra APC tiene una terminación pulida con ángulo de 8 grados aproximadamente mientras que una UPC son pulidos son ángulo de terminación. De forma evidente no se puede diferenciar y es por ello que se identifican a los APC con conectores o terminales de color verde y a los UPC con el color azul.

Este tipo de contacto genera diferencias en las pérdidas por retorno en donde los UPC reflejan la luz en su terminación hacia la fuente de luz, mientras que los APC desvían la luz hacia el recubrimiento y no hacia la fuente. El uso aplicado para el tipo APC se basa en sistemas FTTx, conexiones RF y redes GPON no sensibles a las pérdidas por retorno y a los cambios de señales, también su aplicación se debe al fácil tratamiento del componente

de fibra en la terminación, por otro lado, los UPC se utilizan en telefonía, televisión digital y datos donde se toman menores pérdidas en retorno con -50 dB a diferencia de los -60 dB de los APC, además de ser una aplicación particular debido a su fabricación minuciosa.

2.3. Bases legales

Según Villafranca, D. (2002) “Las bases legales no son más que leyes que sustentan de forma legal el desarrollo del proyecto (...) Son leyes, reglamentos y normas necesarias en algunas investigaciones cuyo tema así lo amerite”. En la presente investigación se engloba su desarrollo en conjunto con lo establecido en estándares y ordenamientos jurídicos de carácter nacional e internacional, citados a continuación:

Según la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación, publicada en Gaceta Oficial N. ° 39575 de fecha 16 de diciembre de 2010, tiene por objeto dirigir la producción científica y tecnológica, y sus respectivas aplicaciones. Dicha Ley presenta los siguientes artículos:

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 la Constitución y las leyes. 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 3. El régimen integral de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico, es de la competencia del Poder Público Nacional y se regirá por esta Ley, sus reglamentos y demás disposiciones normativas que con arreglo a ellas se dicten. Las autoridades nacionales, estatales y municipales prestarán a los funcionarios de la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, la colaboración necesaria para el cabal, oportuno y efectivo cumplimiento de sus funciones.

ARTÍCULO 6. El establecimiento o explotación de redes de telecomunicaciones, así como la prestación de servicios de telecomunicaciones, podrán realizarse en beneficio de las necesidades comunicacionales de quienes las desarrollan o de terceros, de conformidad con las particularidades que al efecto establezcan en leyes y reglamentos.

Ahora bien, según la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) en su área sobre la fibra óptica expresa los siguientes estándares:

ESTÁNDAR 802.11 Codificaron mejoras para mejorar el rendimiento y el alcance inalámbricos, así como el uso de nuevas frecuencias. También se ocupan de las nuevas tecnologías para reducir el consumo energético.

Por otro lado, según la UIT (Unión Internacional de las Telecomunicaciones) se tienen las siguientes recomendaciones desde el 2003 hasta el presente, teniendo en la serie G las siguientes sugerencias:

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) tiene varias recomendaciones establecidas para las fibras ópticas. A continuación, se presentan alguna de las recomendaciones de la IUT:

- ✓ Recomendación UIT-T G.652: establece las características de las fibras ópticas monomodo para redes de telecomunicaciones. Esta recomendación establece los estándares para la fabricación de la fibra óptica y los requisitos para su instalación y uso en las redes de telecomunicaciones. También describe los atributos geométricos, mecánicos y de transmisión de una fibra óptica monomodo y un cable monomodo que tiene una sola fibra óptica en su interior. La recomendación G.652 también ha sido revisada en varias ocasiones para mantenerse actualizada y relevante en la industria de las telecomunicaciones.
- ✓ Recomendación UIT-T G.657: establece las características de la fibra óptica que soporta modos espaciales mayores que los soportados por la fibra óptica monomodo convencional, lo que significa que puede soportar curvas más ajustadas sin afectar el rendimiento de la fibra óptica. Esta recomendación tiene como objetivo aumentar la flexibilidad en la instalación de la fibra óptica en redes de telecomunicaciones y mejorar su capacidad de adaptarse a diferentes entornos y requisitos.
- ✓ Recomendación UIT-T L.58: Se refiere a los cables de fibra óptica y establece las necesidades específicas de las redes de acceso para los elementos de la planta exterior. Esta recomendación establece los estándares para la construcción y el uso de los cables de fibra óptica en las redes de acceso y describe los requisitos técnicos que deben cumplir los cables de fibra óptica para un rendimiento óptimo. También

incluye información sobre la selección y uso de cables de fibra óptica en diferentes entornos y situaciones.

Estas recomendaciones establecen los estándares para la fabricación de la fibra óptica y los requisitos para su instalación y uso en las redes de telecomunicaciones.

2.4. Definición de Términos

Ancho de Banda: Cantidad de datos que se pueden transmitir en una conexión de red en un periodo de tiempo determinado.

Atenuación: Disminución en la intensidad de una señal que ocurre mientras se transmite a través de un medio o cable, causado comúnmente por la distancia de transmisión o por la interferencia electromagnética.

Conexión: Establece enlace entre dos dispositivos o redes de dispositivos para comunicarse entre sí.

Ethernet: Tecnología de redes de computadoras que se utiliza para la conexión de dispositivos de una red de área local o red de área amplia que permite comunicarse entre sí y compartir recursos.

Hardware: Son todos los componentes físicos y equipos electrónicos utilizados para procesar, transmitir y recibir señales de comunicaciones electrónicas.

Modulación: Proceso de colocar la información contenida en una señal de baja frecuencia sobre una señal de alta frecuencia, transmitiendo información de un lado a otro utilizando ondas electromagnéticas.

Onda: Propagación de energía a través el espacio en forma de perturbación en un campo eléctrico y magnético (transmiten información en las comunicaciones electrónicas).

Software: Programas diseñados para gestionar y controlar sistemas de comunicaciones electrónicas y redes.

Telecomunicaciones: Tecnología que permite la transferencia de información a distancia entre usuarios a través de medios electrónicos

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Toda investigación es fundamentada en un marco metodológico, ya que, es un conjunto de acciones destinadas a describir y analizar el fondo del problema planteado, donde define métodos, técnicas, instrumentos, estrategias, procedimientos, así como también, procedimientos específicos que incluyen las técnicas de observación y recolección de datos. Según Arias, F. (1999) describe el Marco Metodológico, como, “La metodología del proyecto que incluye el tipo o los tipos de investigación, las técnicas e instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación”. Obteniendo como conclusión se tiene el procedimiento que se realizará en el análisis investigativo del problema planteado para la propuesta de este diseño de red FTTX para una conexión a Internet de alta velocidad.

3.1. Paradigma de la Investigación

El Paradigma utilizado en este proyecto es de enfoque tecnológico debido a que es una investigación que tiene forma de ver y abordar la tecnología desde un punto de vista particular. En general, un paradigma tecnológico se basa en ciertas suposiciones, creencias y convenciones que configuran la forma en que se entiende, se desarrolla y se utiliza la tecnología. Según Arias, F. (1999), un paradigma de investigación “Los paradigmas orientan la elección de los métodos y técnicas de investigación, así como la forma de recolección y análisis de los datos.”.

3.2. Tipo de Investigación

Para definir dicha investigación, es necesario tener en cuenta su enfoque y propósito, lo que revelará la naturaleza de la investigación, cubrirá todas las etapas del proceso de investigación, tendrá en cuenta los tipos de información que proporciona para el análisis, se puede planificar, organizar y componer por datos numéricos obtenidos lógicamente, cuyo análisis se realiza con un alto grado de objetividad.

Según lo antes expuesto, este proyecto es de tipo factible, debido a que consiste en elaborar una propuesta de un diseño de una red FTTX para obtener un Internet de alta velocidad en San Juan de los Morros, estado Guárico. Proporcionando de esta manera una solución o respuesta a carencias de Internet en la zona, teniendo en cuenta que según Palella

y Martins (2012), “un proyecto factible consiste en elaborar una propuesta viable destinada a atender necesidades específicas, determinadas a partir de una base diagnóstica”.

3.3. Diseño de la Investigación

El diseño de investigación se basa en todos los métodos y pasos para el desarrollo de incógnitas que buscan solucionar el proceso no experimental y que, a su vez, recurren a materiales bibliográficos. Ahora bien, para Palella y Martins (2012), “El diseño de investigación se refiere a la estrategia que adopta el investigador para responder al problema, dificultad o inconveniente planteado en el estudio. Para fines didácticos, se clasifican en diseño experimental, diseño no experimental y diseño bibliográfico”.

Por consiguiente, el diseño de este proyecto recae en ser una investigación de campo y documental, siendo estas según Arias, F. (1999), “La investigación documental es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos”. Por otro lado, “La investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna”. Ahora bien, el presente proyecto es de estos diseños antes mencionados dado que se analizará la velocidad de Internet en San Juan de los Morros, estado Guárico. En un momento específico y sin llegar a modificar las condiciones ni procesos que son naturalmente existentes.

3.4. Nivel de la Investigación

Para Arias, F. (1999), “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno. Aquí se indicará si se trata de una investigación exploratoria, descriptiva o explicativa”. A continuación, según Palella y Martins (2012) “El nivel descriptivo hace énfasis sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente”. Es por esto que el presente proyecto es de nivel de investigación descriptivo porque consiste en estudiar y realizar conclusiones para el diseño de la red FTTX haciendo referencia a los factores de deficiencia sobre la velocidad del Internet en San Juan de los Morros, estado Guárico, destacando que dicha zona se encuentra carente de Internet de fibra óptica para establecer un Internet de mayor velocidad, que permita a la población contar con un sistema de Internet con mayor velocidad, ofreciendo de esta manera mayor eficiencia y bienestar.

3.5. Población y Muestra

3.5.1. Población

Para Arias, F. (1999), la población “se refiere al conjunto para *el* cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación.”. Por consiguiente, se podría decir que al ser un tipo de estudio correlacional que consiste en ver la relación entre la variable dependiente e independiente. La población utilizada en la investigación es finita porque se enfoca en el estudio de las redes existentes para la comunicación y transmisión de Internet de alta velocidad en la zona de San Juan de los Morros, en lo cual se pueden identificar redes tipo fibra óptica, satelital, cabledem, telefónico e inalámbrico.

3.5.2. Muestra

Por otro lado, se tiene en cuenta que la población únicamente refiere al global de objetos involucrados, mientras que si deseamos hacer un estudio concreto se debe constituir una muestra puntual del estudio. Para Palella y Martins (2012) una muestra “no es más que la escogencia de una parte representativa de una población, cuyas características reproduce de la manera más exacta posible”, específicamente se pueden distinguir que la muestra de estudio se constituye por la población de redes de fibra ópticas.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En este apartado Arias, F. (1999) indica que “las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información” mientras que el autor citado previamente hace referencia a los instrumentos de recolección de datos como “los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información”. Conociendo las características de una técnica de recolección de datos, se debe tener en cuenta el eficaz uso de las mismas para implementarse en el desarrollo de la investigación y así definir la progresión de las fases metodológicas y la factibilidad de la propuesta expuesta en la presente investigación.

Se tiene como uno de los objetivos de la investigación el diagnóstico de las condiciones actuales de la infraestructura de las redes comunicación existentes en la zona y los factores que afectan al servicio brindado a los usuarios, es allí donde se aplicara la observación directa para comprobar el estado de la red en la actualidad, según Palella y

Martins (2012) “la observación es directa cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar”.

Por otro lado, se tomara en cuenta los puntos de vista y la información brindada por los usuarios de la región de San Juan en cuanto a su experiencia con la red de comunicación que posee y las posibilidades de mejora para la misma según el perfil de uso de la red de Internet, este proceso se llevara a cabo mediante entrevistas entre el investigador y los usuarios apoyado de un guion de entrevista definido por Palella y Martins (2012) como “una técnica que permite obtener datos mediante un diálogo que se realiza entre dos personas cara a cara: el entrevistador "investigador" y el entrevistado; la intención es obtener información que posea este último”. (Ver Apéndice A). También, se puede tomar en cuenta la técnica de revisión documental, que según Palella y Martins (2012), “es una técnica de recolección de datos que consiste en la búsqueda, selección y análisis de documentos escritos previamente para obtener información relevante para la investigación”.

3.7. Técnicas de análisis de datos

Para el autor Arias, F. (1999) se describe a las técnicas de análisis de datos como:

“Las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan: clasificación, registro, tabulación y codificación si fuere el caso. Un lo referente al análisis, se definirán las técnicas lógicas (inducción, deducción, análisis, síntesis), o estadísticas (descriptivas o inferenciales), que serán empleadas para descifrar lo que revelan los datos que sean recogidos”.

A través de un análisis lógico luego de poseer la información recopilada por el instrumento empleado se procede a la revisión del instrumento donde Palella y Martins (2012) indica que “se trata de identificar y corregir las posibles fuentes de error”, por consiguiente, se aplicaría la codificación de la información donde el autor Palella y Martins (2012) indica que “La codificación tiene por objeto sistematizar y simplificar la información procedente de los cuestionarios”.

Por ultimo según esta investigación se formaría un proceso de análisis estadístico correspondiente a la naturaleza de los datos se tendrá un nivel de medición en este caso nominal donde el autor anteriormente citado hace referencia al nivel de medición nominal como las “variables cualitativas que se convierten en cuantitativas asignando números a las categorías”, entre las técnicas posibles para aplicar estadísticamente corresponden a las tablas de distribución de frecuencia, las proporciones y porcentajes.

A su vez, se tomará en cuenta el Diagrama Causa-Efecto para determinar el análisis de las respuestas abiertas de la entrevista a realizar, tomando en cuenta que dicho diagrama es también conocido como diagrama de Ishikawa, siendo este un método grafico que refleja la relación entre una característica, un problema o un efecto, con los diferentes factores o causas que podrían influir en su aparición.

3.8. Confiabilidad y/o validez de los instrumentos

Según Palella y Martins, la validación de un instrumento está definida por: “como la ausencia de sesgos. Representa la relación entre lo que se mide y aquello que realmente se quiere medir”. (2012, p.172). Para garantizar la validez del instrumento, se utilizará como evaluación de expertos para lo cual se seleccionarán tres expertos para validar las preguntas en el escenario de entrevista estructurada.

3.9. Fases metodológicas

Para los objetivos expuestos en esta propuesta de diseño de red FTTH para la región de San Juan de Los Morros, estado Guárico, en conjunto del tipo diseño de campo y documental de la investigación, se desarrollarán una serie de fases que funcionen como las directrices a seguir para llevar a cabo la propuesta planteada.

- **Fase I Diagnóstico de la infraestructura y la calidad de los servicios de Internet disponibles actualmente para la población de San Juan de los Morros, estado Guárico**

En esta etapa inicial se tiene como prioridad la aplicación de la observación directa para poder destacar el estado actual de las redes de comunicaciones en la región de San Juan de los Morros y conocer también los tipos de redes y la infraestructura instalada actualmente en la zona para así dar tomar referencia de los elementos que se pueden reutilizar en el diseño.

Además, se tiene como añadido el estudio mediante entrevistas de los requerimientos y opiniones de los ciudadanos de la muestra con respecto al funcionamiento de la red de Internet en la zona y así tener en cuenta aspectos para la mejora de esta propuesta de red FTTX.

- **Fase II Análisis de los posibles diseños de red para seleccionar los equipos más adecuados para la población de San Juan de los Morros, estado Guárico**

Para este siguiente paso se tomarán en cuenta los equipos útiles con capacidad de uso ya existentes en la zona para luego ser homologados al diseño final, además de estudiar los equipos nuevos necesarios para la propuesta, por otro lado, en esta fase deberá ser definida la estructura de la red con respecto al entorno físico de la región de San Juan de los Morros, y las posibilidades técnicas para los tendidos de cableado, la disposición de elementos como postes o tanquillas, y demás factores para la definición de la arquitectura de red.

- **Fase III Diseño de un modelo de red FTTX para obtener una conexión de Internet de alta velocidad y fiabilidad en San Juan de los Morros, estado Guárico**

Este diseño será desarrollado mediante el programa de simulación online “Tomodat2”, en donde se tendrá una vista completa de la región de San Juan de los Morros con la posibilidad de ubicar el tendido del cableado de fibra óptica, los dispositivos como armarios, OLT, Splitters, Cajas de distribución o de empalme y los usuarios que se tendrán conectados en ciertos puntos, todo esto a través de un mapa completo y detallado de la ubicación. Esto apoyado en la observación directa que se hará al recorrer las zonas relevantes para la muestra de esta investigación.

- **Fase IV Estudio de la viabilidad de los factores técnicos de trabajo con respecto al diseño y las tecnologías a utilizar, el impacto social que se percibirán con esta propuesta de red FTTX para la región de San Juan de los Morros, estado Guárico**

Mediante el diseño ya planteado y estructurado, y los requerimientos técnicos considerados, se tienen diversas cláusulas y permisos que se deben tratar al momento de dar avance a una futura fase de aplicación, sin embargo, esto se encuentra fuera del alcance de la investigación, es por ello que se delimitará a la investigación a la revisión por parte de profesionales en el área a manera de asesoría y comprobación de diseño, además de reevaluar los componentes y elementos que serán requeridos para el diseño para lograr que los factores técnicos de trabajo sean viables en la propuesta formalizada en este punto.

3.10. Cuadro de Operacionalización de Variables

Objetivo General: Proponer una red FTTX para la conexión a Internet de alta velocidad dedicada a la población de San Juan de los Morros, estado Guárico. (Ver cuadro 1)

Cuadro 1. Cuadro de Operacionalización de Variables

OBJETIVO ESPECÍFICO I	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS
Diagnosticar la infraestructura y la calidad de los servicios de Internet disponibles actualmente para la población de San Juan de los Morros, estado Guárico	Detallar el estado de las redes de comunicación en la región estudiada.	Corresponde a conocer la infraestructura de redes de fibra óptica u otras en l-a región, y la disponibilidad de elementos físicos como postes o tanquillas en la zona.	Señal de Internet recibida	1
			Tipo de redes existentes	2
			Protección y mantenimiento de equipos	3
			Robustez en contra interrupciones	4
			Velocidad y fluidez de las comunicaciones	5
	Establecer los componentes que van a conformar la red y la capacidad de usuarios para este diseño, y así otorgar calidad al servicio de Internet.	Comprenden los equipos físicos como Racks, OLT, ODF, entre otros componentes para el diseño, y la estructura lógica empleada para dar cierta capacidad de usuarios al diseño, esto se acopla con la topología de la red y el tipo de usuario final.	Capacidad y carga de información para la red contratada	6
			Relación calidad y coste del diseño	7
			Ancho de banda y fluidez de la información por fibra óptica	8
			Opciones de red para la región	9
			Facilidad de adquisición e instalación	10
			Capacidad de escalabilidad y mejora	11

Fuente: Lugo y Ramírez (2023)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En cuanto a los métodos de análisis y presentación de resultados, los autores Palella y Martins (2012) expresan lo siguiente: “la interpretación de los resultados permite resumir y sintetizar los logros obtenidos a los efectos de proporcionar mayor claridad a las respuestas y conclusiones respecto a las dudas, inquietudes o interrogantes planteadas en la investigación.”. Este capítulo presenta la sección de resultados proporcionados por un análisis y presentación de los hallazgos obtenidos a lo largo de la investigación.

La presente investigación tuvo como propósito diseñar una red FTTX para la conexión a Internet de alta velocidad en San Juan de los Morros, estado Guárico. Se aplicó inicialmente una revisión documental que permitió apoyar teóricamente el estudio. Donde posteriormente se llevó a cabo la entrevista a la población para saber la calidad según la población de los servicios a Internet en la región, tomando en cuenta que progresivamente se llevó a cabo la investigación de campo para realizar el diagnóstico que sustente los resultados en función a los objetivos específicos planteados.

5.1. Fase I: Diagnóstico de la infraestructura y la calidad de los servicios de Internet disponibles actualmente para la población de San Juan de los Morros, estado Guárico.

Con la finalidad de identificar la situación problemática actual de los servicios de Internet en San Juan de los Morros, estado Guárico. Se presenta esta sección, en la cual se utilizaron diversas técnicas de recolección de datos, como lo son la observación directa, entrevistas con respuestas abiertas, siendo esta última realizada a 100 personas que residen en dicha población, obteniendo como resultado la aclaración de dudas para continuar con la investigación.

5.1.1. Aplicación de entrevista sobre problemática

Para esta primera pregunta se debe determinar la calidad del servicio de Internet que perciben los usuarios en la zona de San Juan de los Morros, en lo cual mediante un esquema circular observado en el gráfico 1 se aplicaron cuatro tipos de respuestas posibles para calificarlo.

¿Cómo calificaría el servicio prestado por su proveedor de internet?

100 respuestas

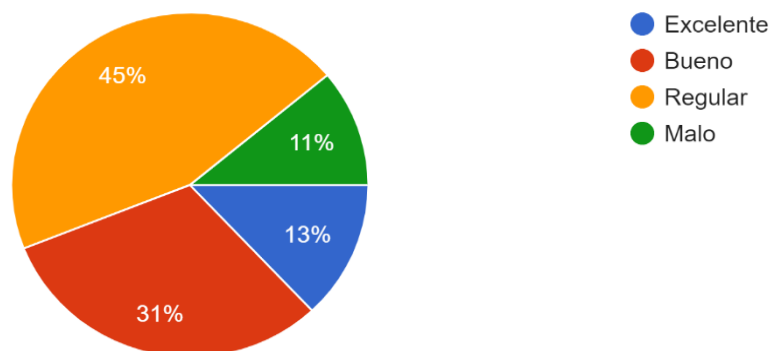


Gráfico 1. Calificación del servicio de Internet según los usuarios de San Juan de los Morros

Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Como resultado se obtuvo que un 45% califica como “Regular” el servicio de su proveedor a Internet, mientras que otro gran porcentaje del 31% indica como “Bueno” dicho servicio, dejando además calificaciones como “Excelente” con un 13% y “Malo” en 11%. De aquí se puede concluir que existe una parcialidad de opiniones que convergen en un servicio “Regular” que puede destacar por “Bueno” dependiendo del proveedor y el tipo de Internet al cual se encuentre suscrito el usuario, siendo este último caso lo que se demuestra en posteriores preguntas.

Para conocer los tipos de redes que se pueden encontrar instaladas a los usuarios de San Juan de los Morros, estado Guárico se expusieron las principales redes que los proveedores de Internet disponen a lo largo del país entre las cuales se encuentran redes de ADSL, Fibra Óptica, Satelitales y Coaxiales, de aquí se formula el grafico 2 con las opciones más relevantes elegidas por los usuarios.

¿Qué tipo de conexión a Internet posee?

100 respuestas

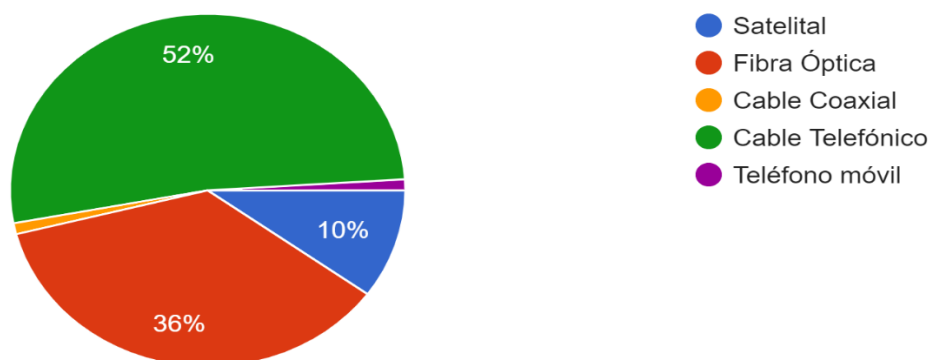


Gráfico 2. Los tipos de conexión a Internet que poseen los usuarios de San Juan de los Morros

Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Se observa como con un 52% del total de entrevistados poseen contratado un servicio de Internet de ADSL (Cable telefónico), otra porción del 36% con fibra óptica, en menor proporción de 10% conexión satelital, y por ultimo porcentajes del 2% otras alternativas como coaxiales y teléfono móvil (datos móviles) describen a las principales opciones de conexión de Internet en la zona de San Juan de los Morros.

En este caso se demuestra una gran mayoría de redes de cobre ADSL que dentro de los avances de velocidades de transmisión de la actualidad se encuentran en decadencia y con una considerable perdida de fiabilidad y eficacia en el servicio con base en este tipo de tecnología. Por otro lado, se puede destacar una creciente tendencia de redes de fibra óptica en la región, siendo un indicativo favorecedor para la modernización de la infraestructura de red en San Juan de los Morros.

Conociendo las principales tecnologías de red disponibles en la zona, se tiene que determinar cuan eficiente y fiable es el servicio percibido por los usuarios, destacando primeramente la frecuencia de fallas en la señal de Internet mediante el siguiente Histograma con tabla de frecuencia (Ver gráfico 3).

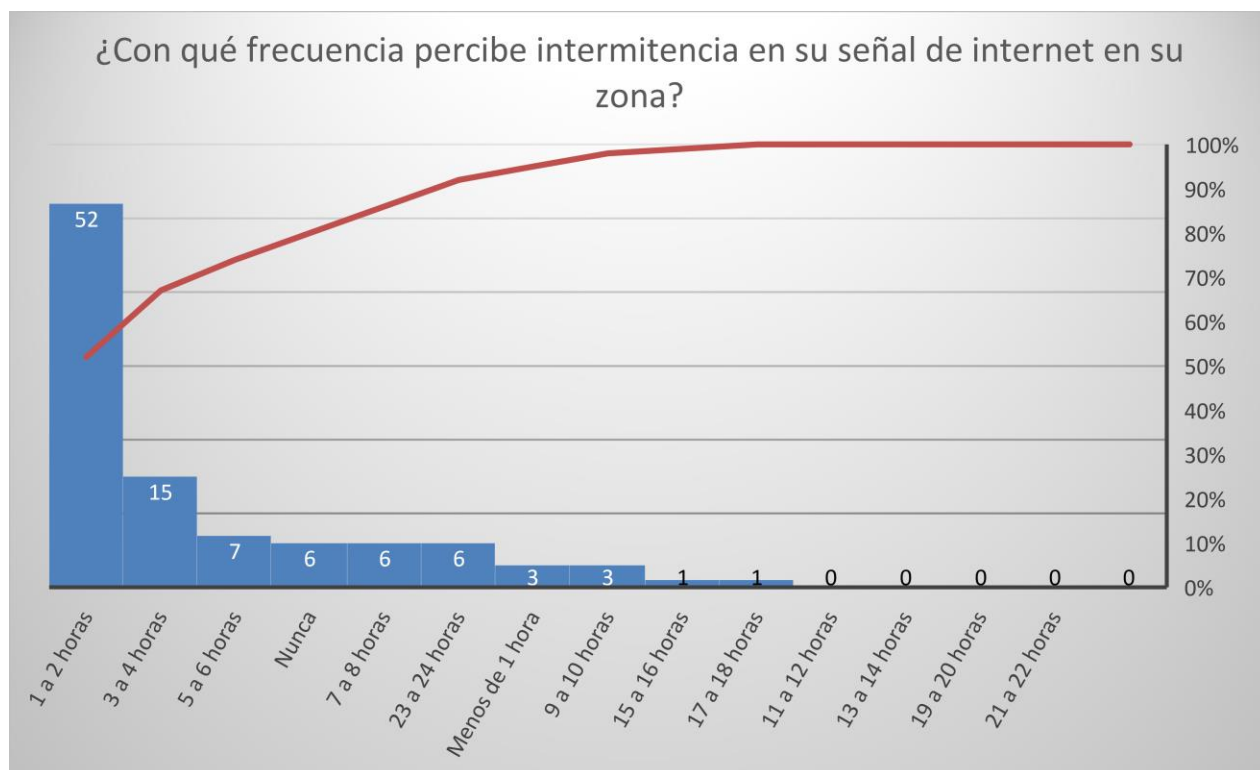


Gráfico 3. Tiempo con que se frecuentan fallas en el servicio de Internet que poseen los usuarios de San Juan de los Morros.

Fuente: Ramírez, Lugo (2023).

Existen varios datos de gran relevancia en el gráfico anterior de los cuales se destacan la gran frecuencia de fallas en un intervalo de 1 a 2 horas con un 52% del total de usuarios entrevistados, seguida por el intervalo de 3 a 4 horas con 15%. Por otro lado, se tienen porcentajes menores pero que representan los extremos del caso de estudio, un 7% para 5 a 6 horas y para fallas entre 23 a 24 horas se tiene un 6% mientras que la contraparte sin fallas corresponde a 6% igualmente. Con estos resultados se puede concluir como de igual forma que existen mayoría de red de cobre ADSL en la región, existe un porcentaje equivalente en cuanto a fallas periódicas de al menos 1 hora y 2 horas por día, dando indicios de relación del tipo de red con las fallas frecuentes, por otro lado, su porcentaje se reduce logarítmicamente a medida que se aumenta en los tiempos de fallas, omitiendo intervalos sin falla y menores a 1 hora.

Un intervalo de falla diario en esta proporción puede generar efectos negativos sobre las actividades cotidianas de las personas que requieren una conexión constante en su entorno de desarrollo, es por ello que se consultó cuáles serían las principales causas de

intermitencia de la red, verificando resultados mediante el grafico 4 con un diagrama de barras porcentuales.

¿Siendo una intermitencia prolongada, a parte de responsabilidad del proveedor puede indicar si el motivo se debe a factores como fallas eléctricas, extravió de equipos u otras razones?

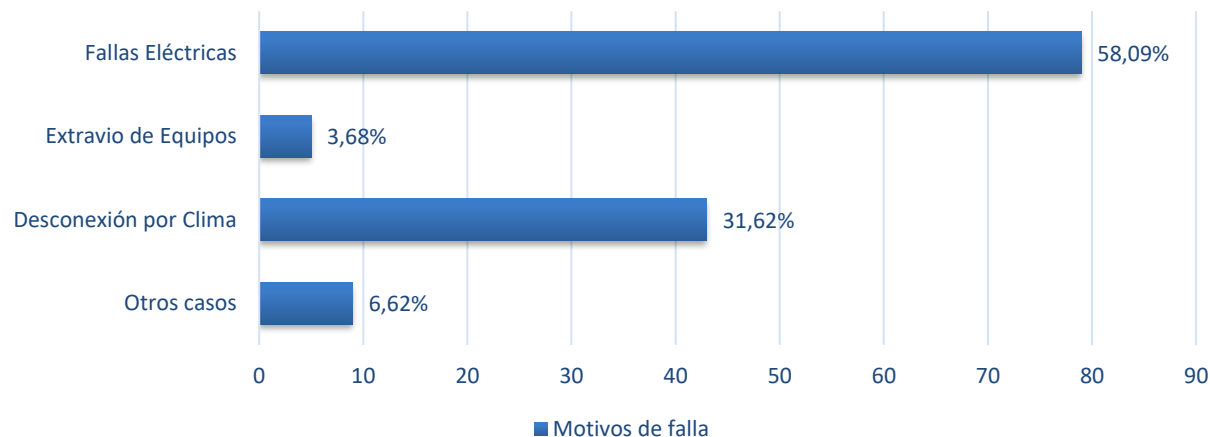


Gráfico 4. Motivos de fallas que posee la red de San Juan de los Morros.

Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Nota: Entre los entrevistados se permitieron selección múltiple de razones, es decir, los motivos pueden ser evaluados de forma individual al ser elegibles por todos los usuarios en simultaneo.

Del gráfico de barras anterior se concluye con un 58,09% como la mayoría de fallas de la red expuestas por los usuarios corresponden a fallas eléctricas, permitiendo destacar la falta de sistemas de energía de respaldo en los nodos de transmisión en la zona, también se observa como un gran porcentaje del 31,62% de los entrevistados indica como es propensa la red a presentar fallas debido al mal clima, este es un signo de fragilidad en la recepción de la información por parte del proveedor interfiriendo en el tráfico de la red. En menor medida se tiene el extravío de equipos con 3,68% en lo cual se toma en cuenta las posibilidades de hurto de equipos que atenten al servicio. Por último, otros casos como falta de cobertura de la zona o fallas generales de la red destacan un 6,62%.

Ahora, para el siguiente grafico 5 se destaca como los clientes de San Juan de los Morros, estado Guárico, pueden calificar la velocidad de Internet percibida en su día a día, siendo esto un punto relacionado al tipo de red y la calidad del servicio de su proveedor.

¿Cómo calificaría la velocidad de Internet con la que navega cotidianamente?

100 respuestas

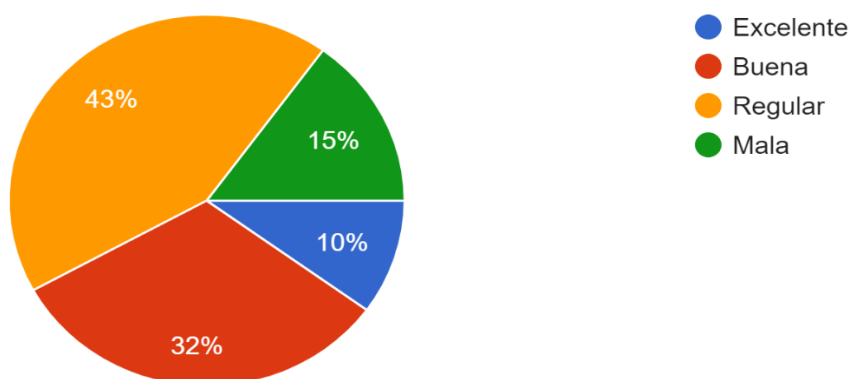


Gráfico 5. Calificación de la velocidad percibida por los usuarios de San Juan de los Morros.

Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Obteniendo una relación del 43% para una velocidad “Regular”, un 32% para calidad “Buena”, otro 15% con calidad “Mala”, y un menor porcentaje del 10% con “Excelente” servicio. En forma mayoritaria se destaca una calificación de velocidades regulares debido a diversos factores que afectan al servicio, entre las cuales se tienen a la asignación reducida de capacidad de navegación para usuarios en la zona, además de interferencias por clima, colapso de la red no escalada a gran cantidad de usuarios, entre otras razones.

Para los entrevistados se realizó la pregunta “¿Qué tipo de uso le da a su conexión a Internet (estudio, trabajo, ocio) y en que entorno lo utiliza frecuentemente (hogar, oficina, empresa, otros)?”, en este caso se desglosa el análisis en dos gráficos siguientes, iniciando por el análisis de los tipos de entorno de uso (Ver gráfico 6).

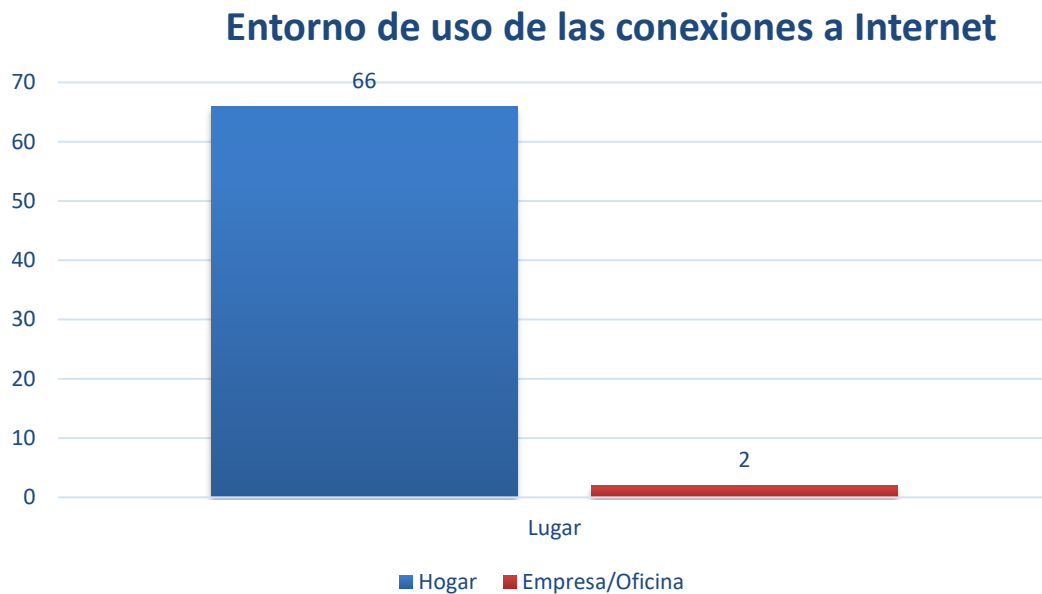


Gráfico 6. Lugares donde los usuarios de San Juan de los Morros utilizan conexión a Internet

Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Nota: Este cuestionamiento fue respondido por los entrevistados de forma parcial, es decir, existe una porción que expreso su respuesta únicamente con uno de los dos cuestionamientos correspondientes para el grafico 6 y 7, es por ello que la totalidad de resultados no es equivalente al número total de entrevistados.

Dentro de un total 68 entrevistados según el grafico anterior un 97,14% utiliza conexión a Internet por un proveedor desde su hogar, mientras que una minoría del 2,86% lo requiere desde su oficina o empresa, sin embargo, este último punto se puede sustentar con la relación de trabajo en casa o generalizaciones con el adjetivo “Trabajo” expuesto en el siguiente grafico 7 dedicado al uso particular de la red de Internet.

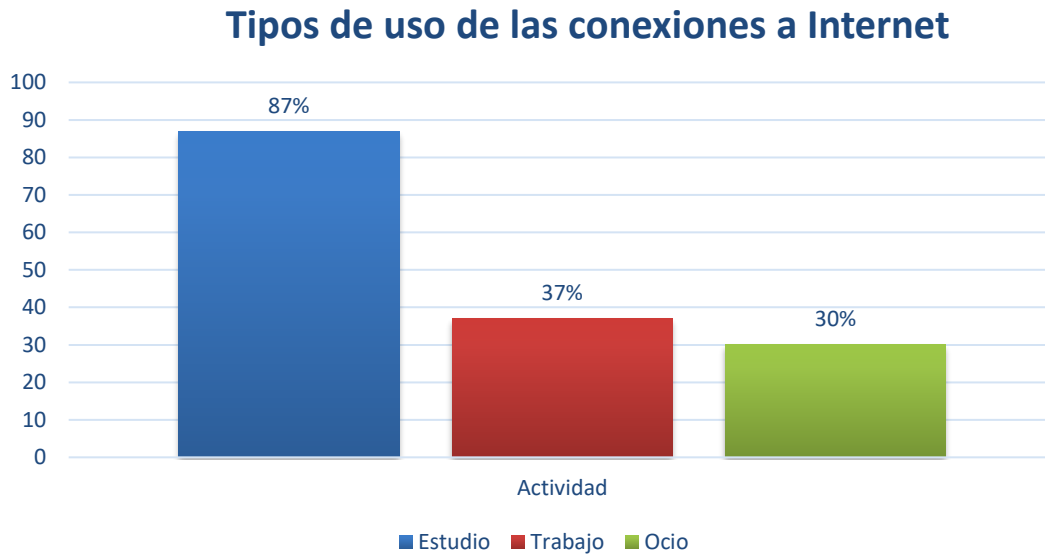


Gráfico 7. Usos comunes que realizan los usuarios con la red de Internet

Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Nota: Este cuestionamiento fue respondido por los entrevistados de forma parcial, es decir, existe una porción que expreso su respuesta únicamente con uno de los dos cuestionamientos correspondientes para el grafico 6 y 7, es por ello que la totalidad de resultados no es equivalente al número total de entrevistados.

Según el grafico 7 se puede visualizar como un 87% de los entrevistados emplea la conexión a la red para el estudio y la investigación, otro 37% lo emplea para trabajo profesional, mientras que un 30% lo utiliza para actividades recreativas, redes sociales, comunicación, entre otras. Este análisis arroja una gran necesidad de conexión constante para el desempeño social optimo tanto en el desarrollo estudiantil como en el profesional para la sociedad.

Conociendo los defectos de los servicios descritos por los usuarios entrevistados, se necesita conocer con precisión el nivel de conformidad de estos con respecto a la calidad de la red que posee (Ver gráfico 8).

¿CONSIDERA JUSTIFICABLE EL COSTE DE SU PLAN DE INTERNET CONTRATADO CON RESPECTO A LA CALIDAD DEL SERVICIO PRESTADO?

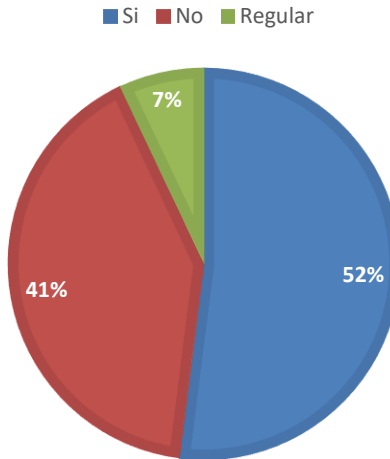


Gráfico 8. Opiniones sobre la relación calidad – precio del servicio contratado.

Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Los resultados obtenidos en el anterior grafico indican como existen una parcialidad entre usuarios de acuerdo con los costes en un 52% y un 41% en desacuerdo con un porcentaje imparcial del 7%.

Adicionalmente al anterior cuestionamiento se le solicito de manera opcional el indicar el proveedor que posee dicho usuario, analizando las respuestas de los usuarios se tiene constancia que en el caso de los usuarios que justifican el coste según el servicio indican que a pesar de las fallas constates es la opción más accesible para una porción de los entrevistados con conexión CANTV y se pueden destacar a los usuarios a los proveedores como FIBEX les otorga un servicio acorde a su coste, sin embargo, para una parte del porcentaje en desacuerdo concluyen que para costes altos que prometen servicio de calidad aun en su día a día presentan deficiencias con proveedores como FIBEX y 360Net.

Las tendencias de la fibra óptica generan curiosidad en la sociedad es allí que se busca educar la relevancia de esta tecnología según el nivel de conocimientos que tienen los usuarios de la zona de San Juan de los Morros, estado Guárico por medio del siguiente grafico 9.

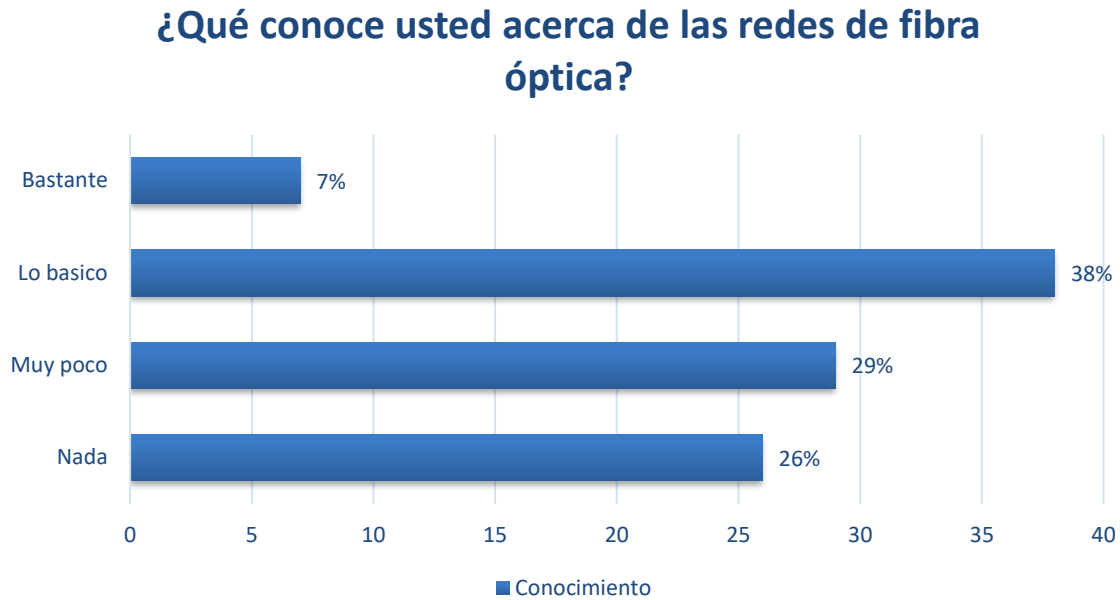


Gráfico 9. Estudio del conocimiento sobre el concepto de red de fibra óptica entre los usuarios de San Juan de los Morros
Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Por lo general, existe un común denominador en el mayor porcentaje del 38% para conocimientos básicos y es relativo a conocer a la fibra óptica por las grandes velocidades navegación que puede poseer, sin embargo, existe un amplio nivel de desinformación sobre el funcionamiento de estas redes en nivel “Muy poco” con 29% y “Nada” en un 26%, mientras que para usuarios de mayor interés e inmersión en la materia de la transmisión de datos por la luz interna de la fibra de vidrio se obtuvo un 7%. Estos resultados permiten plantear capacitaciones para el cuidado y promoción de esta tecnología.

Para esta propuesta de diseño de una red FTTX para la región de San Juan de los Morros, además de considerar un gran nivel técnico factible se debe tener en cuenta la aceptación que puede tener entre los usuarios que contrarían los servicios prestados por medio de esta red. (Ver gráfico 10).

¿Considera como una alternativa favorable una nueva red de Internet basada en fibra óptica para la región de San Juan de los Morros?

100 respuestas

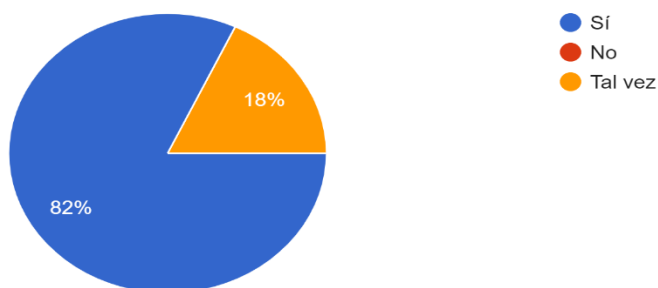


Gráfico 10. Nivel de aceptación de una mejorada red de fibra óptica en la región de San Juan de los Morros.

Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Dentro de la totalidad de entrevistados existe un 82% de usuarios en total acuerdo con una mejorada red de fibra óptica para la región, mientras que existe una incertidumbre menor del 18% para considerar esta alternativo, esto permite exponer una propuesta de esta naturaleza como un gran valor agregado para la comunidad de San Juan de los Morros, estado Guárico.

Ya que existe un acuerdo en mayoría para considerar una red de fibra óptica en la región, ahora se debe evaluar los potenciales usuarios de la red vinculando la oferta comercial que se relacione a un buen funcionamiento de la red. (Ver gráfico 11).

¿Dependiendo de la propuesta comercial, estaría dispuesto a adquirir el costo de un servicio de Internet de fibra óptica?

100 respuestas

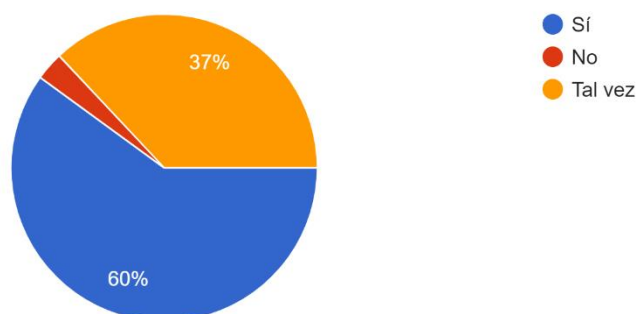


Gráfico 11. Totalidad de potenciales usuarios en una hipotética implementación de una red de fibra óptica

Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Mediante los resultados obtenidos, en el diagrama anterior se tiene una aprobación mayoritaria del 60%, una incertidumbre del 37% y una negativa del 3% del total de entrevistados, esto permite analizar el hecho de como los costes y la oferta de una red confiable limitan a un 40% de la población a dudar por la adquisición de un servicio mejorada por fibra óptica dejando un gran margen de potenciales clientes.

Por último, debido a la respuesta positiva entre los usuarios, para lograr una red ideal entre los clientes es necesaria tomar en cuenta sugerencias e inquietudes que los entrevistados pueden reflejar (Ver gráfico 12).

¿TIENE ALGUNA OTRA SUGERENCIA DE MEJORA, O INDICARÍA ALGUNA OTRA PROBLEMÁTICA SOBRE EL SERVICIO A INTERNET PERCIBIDO ACTUALMENTE?

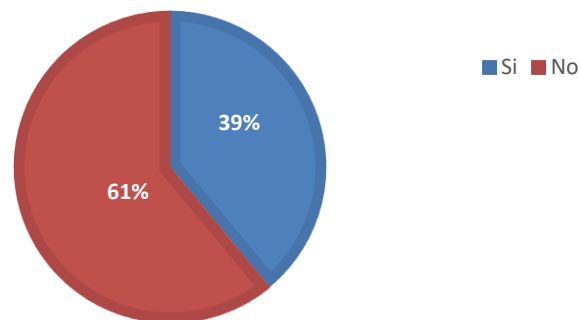


Gráfico 12. Cantidad de usuarios dispuestos a realizar sugerencias y aportes nuevos.
Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Mediante un 61% de respuestas positivas con problemáticas e ideas de los usuarios observados en el grafico anterior, se puede proceder a evaluar las sugerencias y problemáticas de los clientes para esta propuesta, es por ello que se aplica el siguiente Diagrama Causa-Efecto donde se expondrán alguna de estas acotaciones con las posibles soluciones inmediatas para mejorar la red y responder las problemáticas indicadas.

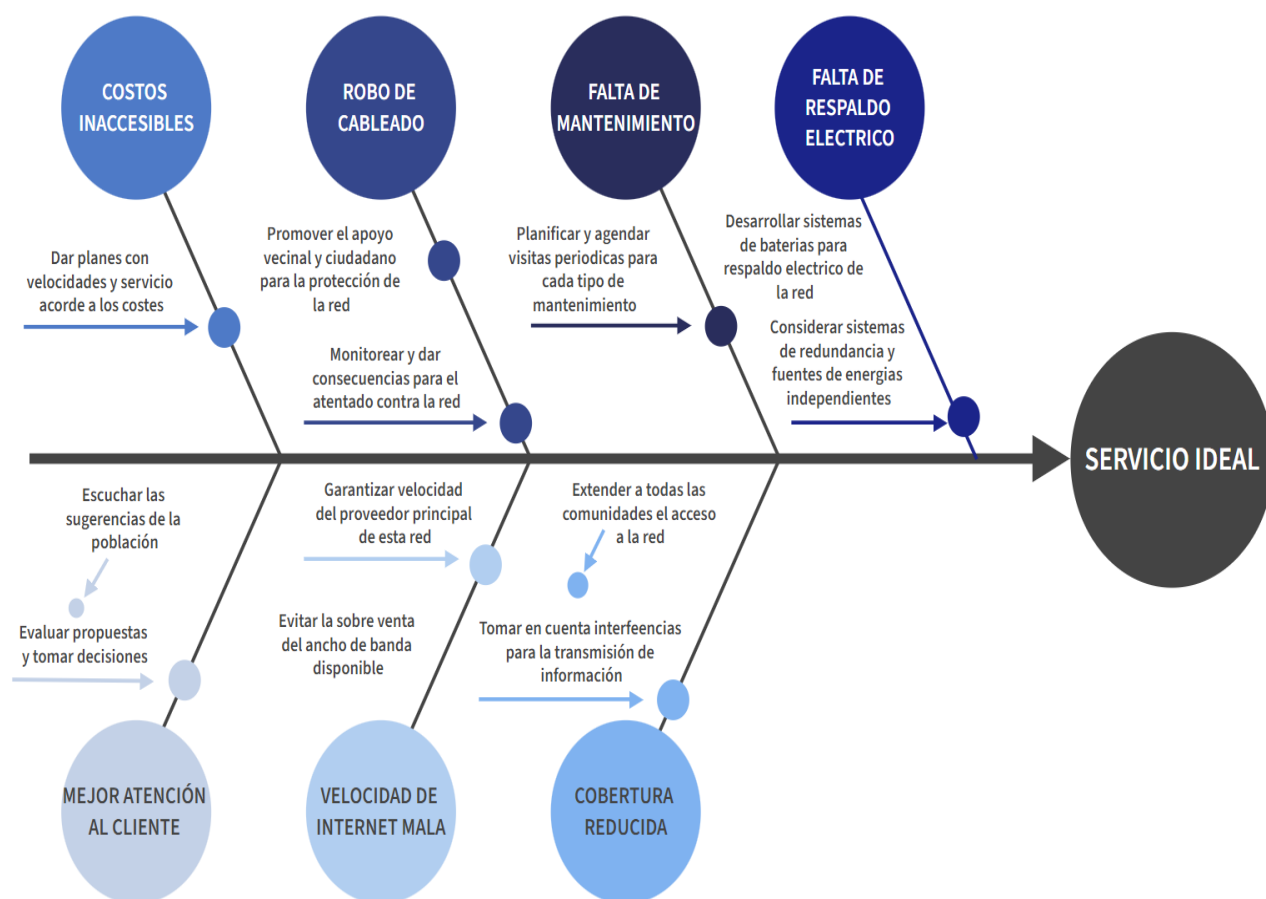


Gráfico 13. Problemáticas expuestas por los usuarios y los posibles efectos sobre la propuesta de una red FTTX para la zona de San Juan de los Morros
Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

5.1.2. Estudio de la zona

Ahora bien, San Juan de los Morros, capital del estado Guárico está ubicado en el municipio Juan German Roscio Nieves (Ver figura 14). Donde actualmente cuenta con una población de 151.418 habitantes según el Instituto Nacional de Estadística (INE) en noviembre de 2021.

Los principales proveedores de Internet de la capital guariqueña son: CANTV, FIBEX, Supernova, Inter, mientras que Movistar (Ver figura 16) y Digitel (Ver figura 15) proveen servicio por de datos móviles.

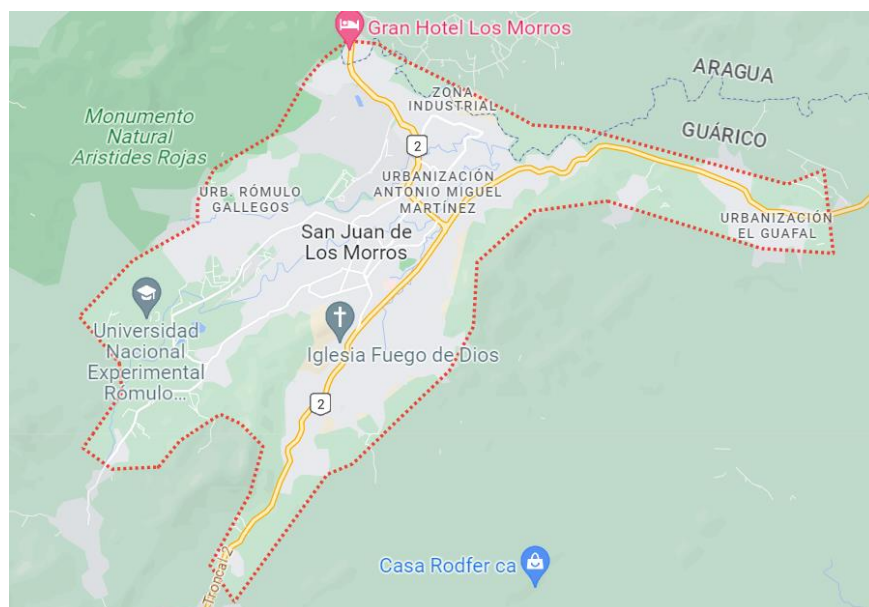


Figura 14. San Juan de los Morros, estado Guárico.

Fuente: Google Maps (2023, 13 agosto).



Figura 15. Velocidad con red 3G Digicel en la Av. Fermín Toro. San Juan de los Morros.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

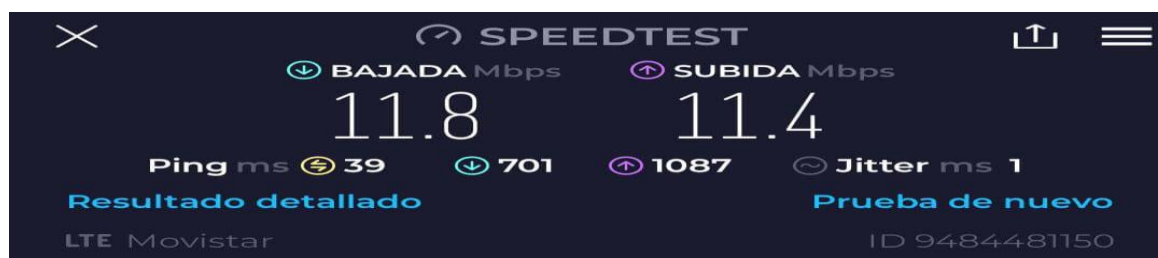


Figura 16. Velocidad con red 4G Movistar en la Av. Miranda San Juan de los Morros.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Mediante un recorrido del troncal interno se tienen dos vías principales en lo cual se puede observar el troncal 2 (Av. Felipe Acosta Carles) comprendida desde el Terminal de Pasajeros de San Juan de los Morros en el Oeste hasta la intercepción con la troncal 11 (Av. Fermín Toro) en la estación de servicio, con ruta hacia el Este se continua la Av.

Fermín Toro ahora denominada Carretera Regional San Juan – Sebastián hasta la Urb. El Guafal. (Ver figura 17)

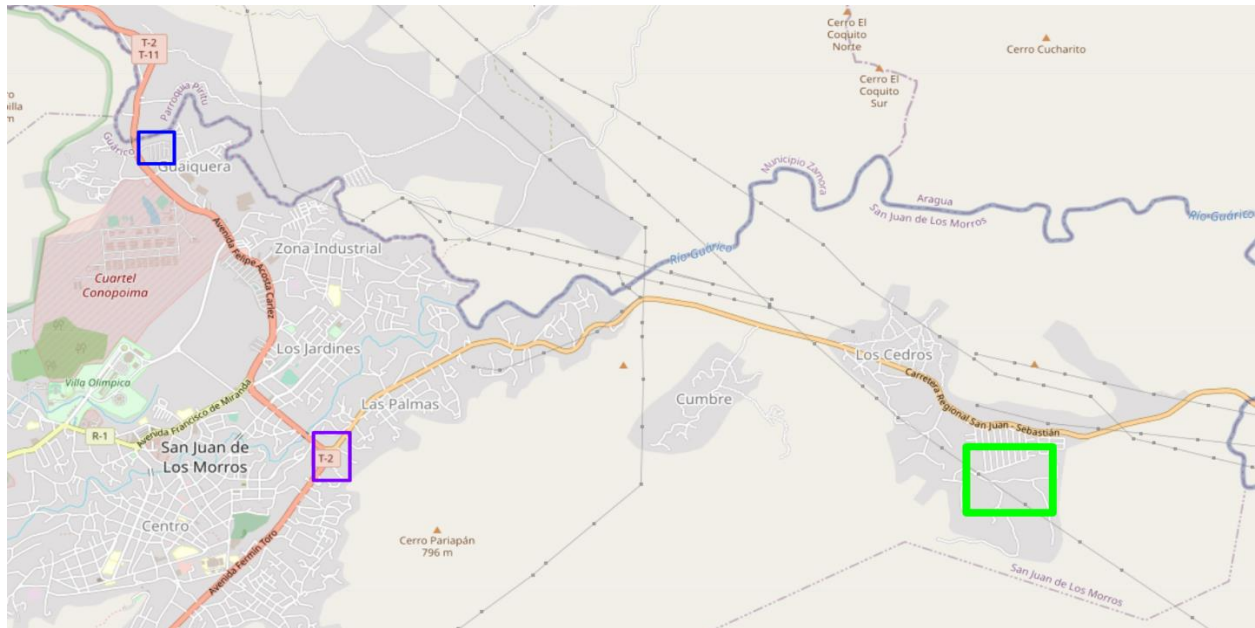


Figura 17. Troncales norte de San Juan de los Morros, puntos de referencia en azul el terminal de Pasajeros, en morado la estación de servicio “PDV” en la intercepción, en verde la Urb. El Guafal.

Fuente: De Mapas y Rutas. (2023, 16 agosto).

Por otro lado, el troncal 11 (Av. Fermín Toro) nace mediante una intercepción con el troncal 2 (Av. Acosta Carles) a la altura de la estación de servicio que obtiene por nombre “PDV” y se conoce comúnmente como “Las Palmas”, hasta el sur en el comando de la Guardia Nacional “El Portal”, además se tiene otra vía troncal que hace intercepción previa a la troncal 11 en la altura de la estación de servicio “El Platillón” dónde continua la Av. Miranda hasta el inicio de la Av. El Castrero. (Ver Figura 18)

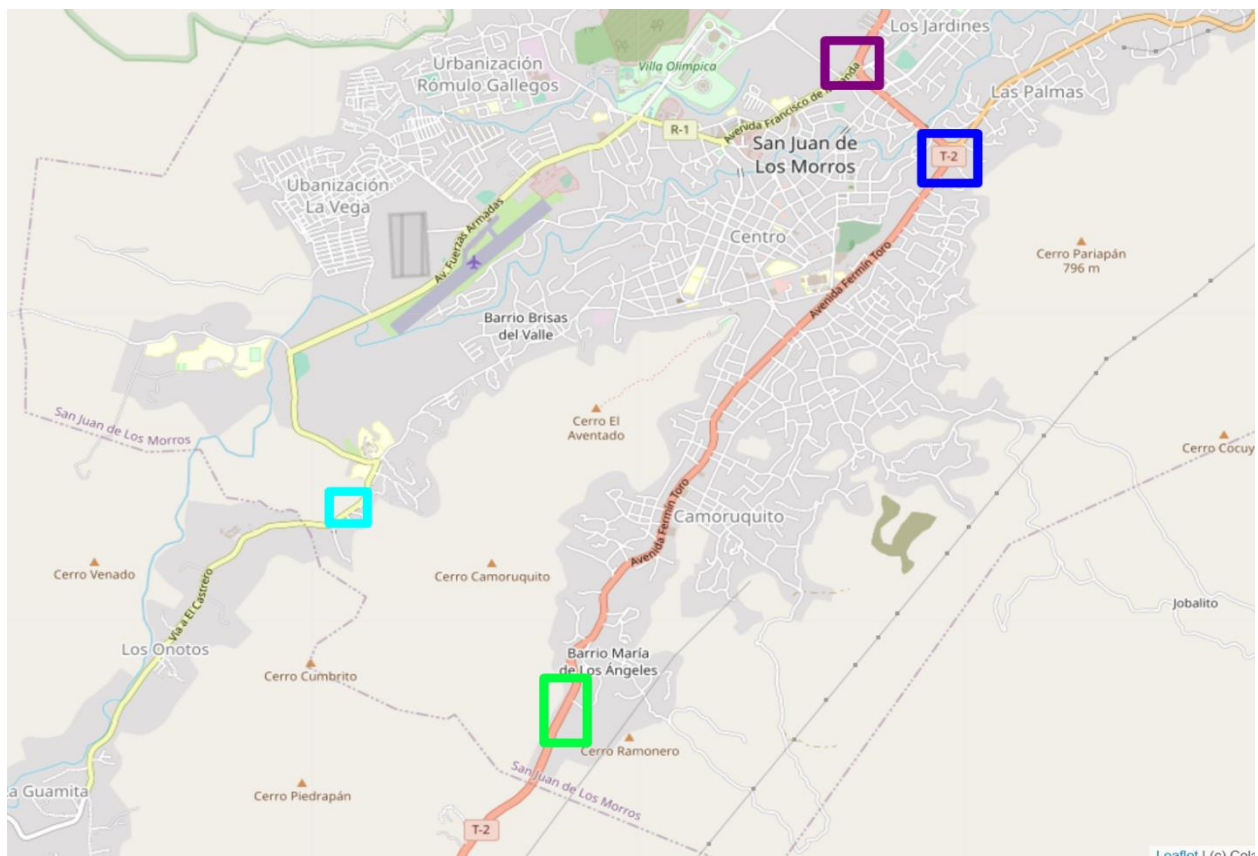


Figura 18. Troncales norte de San Juan de los Morros, puntos de referencia en morado estación de servicio “El Platillón”, en azul la estación de servicio “PDV” en la intercepción, en verde el comando de la Guardia Nacional “El Portal” y por último en celeste la Av. El Castrejo.

Fuente: De Mapas y Rutas. (2023, 16 agosto).

Entre las compañías proveedoras de Internet se pueden destacar cierta infraestructura de red a lo largo de todo San Juan de los Morros, un caso de ejemplo son las instalaciones ADSL de CANTV (Ver figura 19), antenas de emisión por compañías como Inter (Ver figura 20), instalaciones de fibra óptica por Fibex en la figura 21 y Supernova en la figura 22.



Figura 19. Instalaciones de cableado para CANTV.
Fuente: Ramírez, Lugo (2023)



Figura 20. Antenas sectoriales para conexiones de Inter.
Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

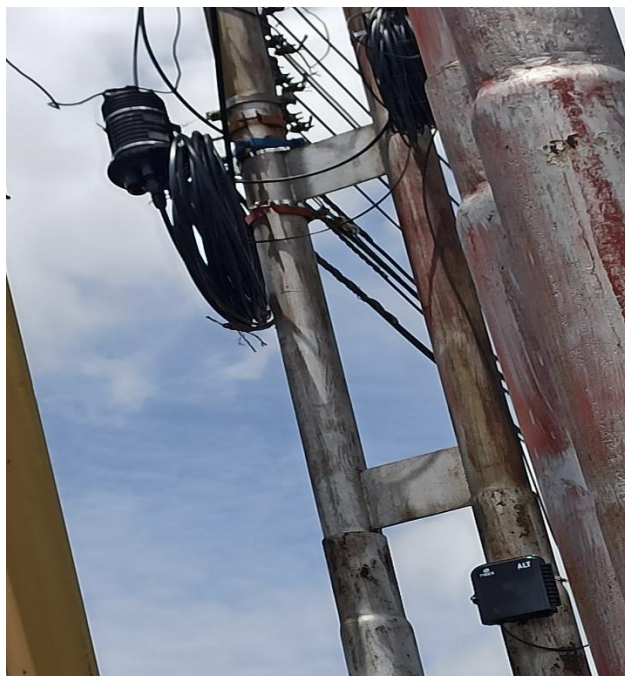


Figura 21. Instalaciones de fibra óptica Fibex.
Fuente: Ramírez, Lugo (2023)



Figura 22. Instalaciones de fibra óptica Supernova.
Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Analizando el estado actual de las redes de fibra óptica por lo que se basa esta propuesta, se tienen instalaciones de nodos principales con Mangas con fibras principales de 72 hilos aproximadamente en la figura 23, imagen capturada en Av. Acosta Carles,

nodos de clientes con cajas NAP y fibras DROP en la figura 24 cada una de estas instalaciones se tienden a lo largo de San Juan de los Morros mediante postes con soportes tipo D o Uña, tipo J, preformados, tensores, flejes y hebillas observadas en la figura 25.



Figura 23. Manga en la Av. Acosta Carles.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 24. Caja NAP para clientes con reserva. Av. Guaiquera.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023).



Figura 25. Arreglo de tendido de Fibra Óptica con soportes, flejes, hebilla, preformado. Av. Miranda.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023).

Sin embargo, existen varios puntos relevantes a destacar que son el estado del conjunto de cableado por diversas compañías a lo largo de las calles con población más aglomerada (Ver figura 26), además de destacar ubicación de postes con distancias irregulares en varios sectores de la región y de obstaculización por flora sobre las líneas principales de la red.



Figura 26. Incumplimiento de normas para arreglo de cableado.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023).

5.2. Fase II: Análisis de los posibles diseños de red para seleccionar los equipos más adecuados para la población de San Juan de los Morros, estado Guárico.

Para esta etapa se debe considerar el estudio continuo del campo sobre la infraestructura existente de la red de fibra óptica localizada en San Juan de los Morros, estado Guárico. Para así de esta manera determinar los elementos físicos esenciales para esta propuesta de diseño de red de fibra óptica. Se deberán tomar en cuenta los componentes existentes y los componentes necesarios para este diseño, siendo allí donde será tomado en cuenta los criterios de selección de los materiales y el cálculo de los mismos con penetración a los ya existentes elementos (postes, tanquillas y puntos de acceso locales).

5.2.1. Identificación de elementos según sus funciones.

- Elementos de distribución mediante el tendido urbano.
 - Fibra óptica seleccionada:
 - ADSS: Está diseñado para ser completamente dieléctrico, lo que significa que no contiene componentes metálicos conductores. Esto hace que el ADSS sea seguro de instalar cerca de líneas eléctricas de

alta tensión, ya que no hay riesgo de que se produzcan corrientes eléctricas peligrosas. La selección de este tipo de fibra considera su aplicación en tendidos extensos de gran kilometraje mayor a 5.000 km, en lo cual limita a la utilización de fibra tipo monomodo debido a sus velocidades para estas grandes distancias con menos pérdida, también se considera el rango de trabajo de longitud de onda que va entre 1310 nm y 1500 nm según el estándar G.652 de la UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones). Ver figura 27 Composición de fibra ADSS.

Después de destacar las características de la fibra ADSS para troncales entre los 3.000 y 9.000 km que se encuentran en San Juan de los Morros se pueden utilizar fibras de hasta 92 hilos y otros tendidos de menor kilometraje por 12 hilos, de esta manera garantizando obtener menor pérdida y abarcando mayor cobertura de usuarios.



Figura 27. Composición de Fibra ADSS.

Fuente: Veri. (2022, 04 enero)

- Drop: Se utiliza para la conexión final desde el punto de acceso de red (NAP, por sus siglas en inglés) hasta el lugar donde se realiza la instalación, como una vivienda, negocio o una oficina. Este cable de fibra óptica es generalmente de tamaño más pequeño y más flexible que los cables de fibra óptica utilizados para tramos más largos de la

red. Está diseñado para facilitar la instalación en espacios reducidos y brindar una conexión confiable de alta velocidad para servicios de Internet. Dicho cable permite la conexión urbana desde la caja de empalme, caja de servicio hacia los usuarios, teniendo mayor facilidad para la instalación. (Ver figura 28)



Figura 28. Características del Drop.

Fuente: Silex Fiber. (2022, 2 febrero)

- Soportes de Fibra Óptica:
 - Soporte de suspensión colgante: Este tipo de herraje se utiliza para mantener suspendido el cable de fibra óptica. Proporciona una sujeción segura y reduce los esfuerzos estáticos en el cable. (Ver figura 29)



Figura 29. Soporte de Suspensión Colgante.

Fuente: Global Electric Solar. (2021, 13 mayo)

- Soporte de suspensión tipo montado: Este herraje se utiliza para sujetar el cable de fibra óptica a postes u otras estructuras. Proporciona un soporte estable y seguro, asegurando que el cable se mantenga en su lugar sin sufrir daños. (Ver figura 30)



Figura 30. Soporte de Suspensión tipo montado.
Fuente: Kewei Fiber Communications. (s.f.)

- Soporte de suspensión tipo J: Este herraje tiene forma de J y se utiliza para soportar cables de fibra óptica. Proporciona una sujeción firme y evita que el cable se mueva o se dañe. Es especialmente utilizado para cables ADSS. (Ver figura 31)



Figura 31. Soporte Tipo J.
Fuente: Incom. (s.f.)

- Flejes: Los flejes de acero inoxidable se utilizan en conjunto con herrajes y abrazaderas para proporcionar una sujeción segura y confiable de los elementos que soportan los cables de fibra óptica, además del

posicionamiento de reservas, y cajas de empalme o de servicio en el poste, esto para proteger y suspender la instalación de forma aérea. (Ver figura 32)



Figura 32. Fleje de acero inoxidable.

Fuente: Flejetienda. (s.f.)

- Hebillas: Se utilizan en conjunto con otros elementos de sujeción, como flejes o abrazaderas, para asegurar que los cables de fibra óptica se mantengan en su lugar y no sufran movimientos o daños que puedan afectar su rendimiento. (Ver Figura 33)



Figura 33. Hebilla de acero inoxidable.

Fuente: Cable Servicios S.A. (s.f.)

- Preformados: Los preformados son accesorios que se utilizan para fijar y asegurar los cables de fibra óptica en postes, torres u otras estructuras, evitando que se muevan o se suelten debido a la tensión o al viento, de esta manera manteniendo cierta linealidad en la colocación aérea del cable. Destacados para fibras de mayor grosor y longitudes como lo son las ADSS. (Ver Figura 34)

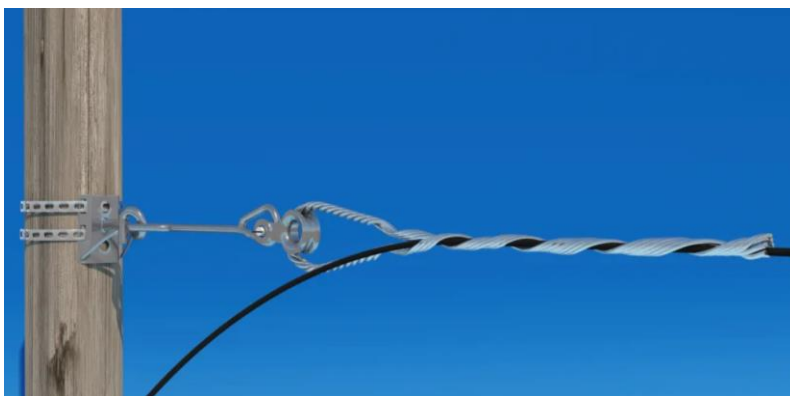


Figura 34. Preformado para fibra óptica.

Fuente: Global Electric S.A. (2022, 28 junio)

- **Tensores:** Como su nombre lo indica son elementos utilizados para mantener la tensión adecuada en los cables de fibra óptica. Estos tensores se instalan en puntos estratégicos a lo largo del tendido de cables y ayudan a prevenir la deformación o el exceso de tensión en el cableado. Utilizados particularmente para fibra óptica de tipo Drop o Flat con menor grosor y peso para ejercer la linealidad sobre el tendido aéreo entre postes. (Ver Figura 35)



Figura 35. Partes del Tensor.

Fuente: Cable Servicios S.A. (s.f.)

- **Cajas NAP o de Servicio:** Las cajas NAP, que según sus siglas en inglés se refiere a “Network Access Point” o también conocida como Punto de Acceso a la Red, son utilizadas en instalaciones de fibra óptica para proporcionar una conexión segura y ordenada entre el cableado de fibra óptica y los dispositivos

de red (Ver figura 36). Estas cajas funcionan como puntos de terminación donde se realizan las conexiones y distribución de las fibras ópticas. Las cajas de servicio también brindan protección al cableado de fibra óptica contra factores ambientales como polvo, humedad y temperatura, dichas cajas suelen ser herméticas y están diseñadas para proteger el cableado y mantener un ambiente adecuado para la transmisión de datos.

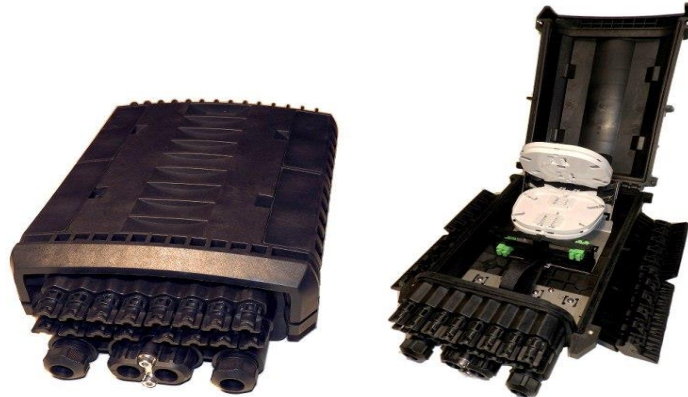


Figura 36. Caja NAP o de Servicio.

Fuente: Sebastián. (2019, 06 noviembre).

- Cajas de Empalme: Las cajas de Empalme o también conocidas como manga son cajas son dispositivos utilizados para realizar conexiones y empalmes en cables de fibra óptica. Estas cajas brindan un entorno seguro y protegido para realizar las conexiones y proteger los empalmes de la fibra óptica. (Ver Figura 37)



Figura 37. Caja de Empalme.

Fuente: Global Refitel. (2019, 04 marzo)

- Elementos de transmisión a través de los puntos de acceso locales:
 - OLT: El Terminal de Línea Óptica o también conocido según sus siglas “OLT”, sirve como punto de partida para la PON (redes ópticas pasivas) y está conectado a un conmutador de agregación a través de cables Ethernet (Ver Figura 38). La OLT tiene dos direcciones de flujo: ascendente, que recibe y distribuye tráfico de datos y voz de los usuarios, y downstream, que recibe tráfico de datos, voz y vídeo desde la red metropolitana o de larga distancia y lo envía a los módulos ONT (Terminal de Red Óptica) de la Red de Distribución Óptica (ODN).



Figura 38. OLT Alcatel.

Fuente: Incom Blog (s.f.)

- Transceptor SFP: Significa “Small Form Factor Pluggable Transceiver” es un dispositivo que permite interconectar con otros elementos que posean puertos SFP como los Routers, Switches u OLT’s. Estos componentes son compatibles con redes de cobre y fibra óptica multimodo y monomodo, y pueden llevar velocidades desde 1 Gigabit (1000BASE-T) hasta 100 Gigabit (100GBASE-T). Esto permite generar un puente entre dispositivos sin necesidad de conmutadores externos para la red. (Ver figura 39).



Figura 39. Transceptor o Modulo SFP.

Fuente: Lorenzo, J. (2023, 09 junio)

Existen varios tipos de transceptores SFP con características particulares:

- SFP: Con velocidades de 1 Gbps Full dúplex, para gestión de switches y routers.
 - SFP+: Con velocidades de 10 Gbps Full dúplex, para gestión de switches, routers y OLT's a altas velocidades evitando retraso en la transmisión.
 - QSFP28: Con velocidades de 25 Gbps Full dúplex, para gestión de pequeños Data Centers y empresas.
 - QSFP+: Con velocidades de 40 Gbps Full dúplex, para gestión de Data Centers y empresas medianas.
 - QSFP28+: Con velocidades de 100 Gbps Full dúplex, para grandes redes de alto flujo de datos.
- Modulo SFP a RJ45: Es una variante del transceptor SFP o SFP+ que convierte su entrada a un puerto RJ45 para conexiones Ethernet que facilita la conexión de dispositivos que requieran transmisión de alta velocidad con conexiones de red ethernet RJ45. (Ver figura 40).



Figura 40. Modulo SFP a RJ45.

Fuente: Intellinet Network Solutions. (s.f.)

- ODF: Según sus siglas en inglés significa “Optical Distribution Frame” o en español “Marco de Distribución Óptica”. Es un armario o bastidor utilizado para organizar y gestionar las conexiones de fibra óptica en una red de comunicaciones. A su vez, proporciona un punto centralizado donde se pueden conectar y distribuir los cables de fibra (Ver Figura 41). También se puede decir que principalmente la función principal de la ODF es proporcionar un punto de interconexión y distribución para las conexiones de fibra óptica, facilitando la gestión, operación y mantenimiento de la red de fibra óptica, al tiempo que garantiza una conexión confiable y eficiente.



Figura 41. Panel ODF de Fibra Óptica.

Fuente: BT-PON (2022)

- Tipos de conectores:

- Conector SC/APC: Este tipo de conector se utiliza para fibra óptica, en redes de procesamiento de datos y redes de área local (LAN). Donde la parte “SC” del nombre se refiere al tipo de conector, que es un conector de tipo push-pull que es fácil de instalar y quitar (Ver Figura 42). Por otro lado, la parte “APC” del nombre se refiere al tipo de pulido aplicado al extremo del conector, donde estas siglas significan contacto físico en ángulo. Dicho conector se utiliza normalmente para cables de fibra monomodo, diseñado para transmitir datos a largas distancias.



Figura 42. Conector SC/APC.

Fuente: Tecnología Alvarado. (s.f.)

- Conector LC/UPC: Es un tipo de conector utilizado en sistemas de fibra óptica. LC se refiere al tipo de conector, que es un conector pequeño y de alta densidad. UPC significa "Ultra Physical Contact" (Contacto Ultra Físico) y se refiere al tipo de pulido utilizado en el extremo de la fibra óptica. El pulido UPC tiene una curvatura ligera en el extremo de la fibra. Estos conectores se utilizan en aplicaciones de redes de fibra óptica debido a su tamaño compacto y su capacidad para proporcionar una baja pérdida de inserción. (Ver figura 43)



Figura 43. Conector LC/UPC.

Fuente: MercadoLibre. (s.f.)

Donde podemos decir que en este diseño se usará el conector SC/APC debido a que la pérdida de retorno es baja comparada a la del conector LC/UPC.

- Tipos de Pigtail:

- Pigtail SC/APC: Posee un conector SC/APC en un extremo. Siendo este un cable con un conector ya terminado en un extremo y fibra expuesta en el otro extremo. Dicho conector se utiliza comúnmente para diversas aplicaciones como empalmes, conexión y terminación. (Ver Figura 44)

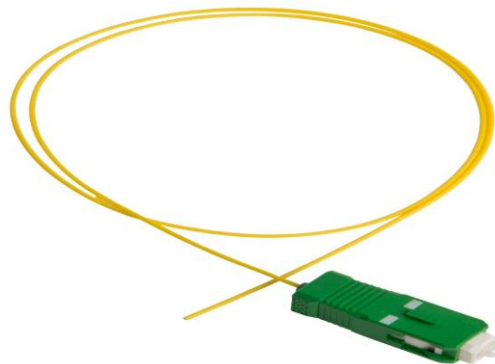


Figura 44. Pigtail SC/APC.

Fuente: Foss. (s.f.)

- Pigtail SC/UPC: Es un tipo de conector utilizado en sistemas de fibra óptica que utiliza un pulido UPC (Ultra Physical Contact) en el extremo de la fibra para lograr una baja pérdida de inserción y una alta calidad de conexión. (Ver Figura 45)

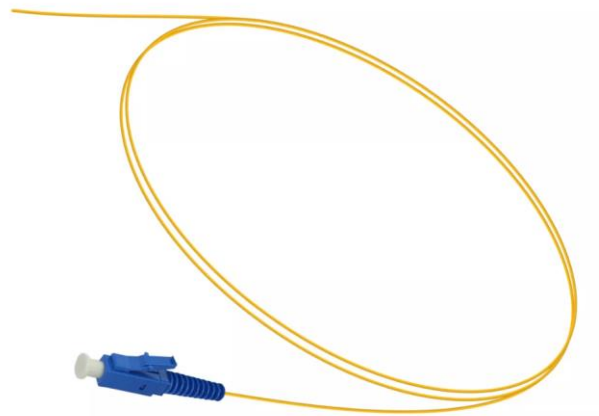


Figura 45. Pigtail SC/UPC.

Fuente: MercadoLibre. (s.f.).

Donde en este caso se utilizará el pigtail SC/APC debido a que permite la transmisión de datos con mayor velocidad.

- Patch Cords SC/APC: Los Patch cords tienen conectores SC con pulido de contacto físico en ángulo o también conocido como “APC” en ambos extremos. Donde es importante destacar que este pulido en ángulo ayuda a reducir la retrorreflexión, mejorando la calidad de la señal y minimizando la pérdida en la red. (Ver Figura 46)

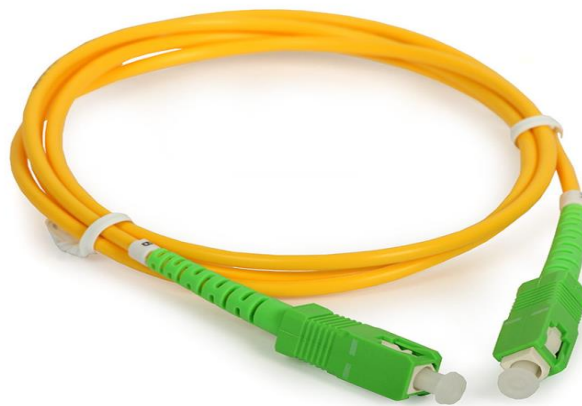


Figura 46. Patch Cords SC/APC.
Fuente: Aire.Ec. (2022, 21 febrero)

- Enfrentador SC/APC: Es un manguito de acoplamiento diseñado específicamente para conectores SC/APC, donde se permite la conexión de dos conectores SC/APC juntos, proporcionando una conexión óptica segura y confiable. Garantiza la alineación y el acoplamiento adecuados de los conectores, minimizando la pérdida de señal y maximizando el rendimiento. (Ver Figura 47)



Figura 47. Enfrentador SC/APC.
Fuente: GLC. (s.f.)

- Splitters: Son dispositivos utilizados para dividir señales ópticas en múltiples señales. Estos dispositivos son necesarios para distribuir la señal a varios destinos. Los splitters de fibra óptica pueden ser; 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:16 que son los más comunes e indican la cantidad de salidas que tienen. (Ver Figura 48)



Figura 48. Splitter 1:4.

Fuente: Furukawa Electric. (s.f.)

- Routers: También denominado enrutador es un dispositivo encargado de compartir datos y establecer conexión entre los dispositivos con acceso a la red, esto se puede realizar mediante protocolos TCP/IP dedicados a la asignación de rutas entre los diversos dispositivos con una IP configurada para así lograr una redirección eficiente y controlada de los paquetes y tramas de datos en la red mediante una dirección de Internet o Intranet determinada (Ver Figura 49). Este dispositivo puede adaptar diversos roles en una estructura de red a través de los siguientes tipos de enrutador:
 - De Acceso: Este permite la conexión de los usuarios a la red de su proveedor principal
 - De Borde: Definen la lógica del servicio de usuario, políticas del servicio, miden la tasa de datos y gestionan las sesiones del suscriptor.
 - Central: Interconectan los dispositivos de la Internet o red troncal enviando paquetes a alta velocidad para evitar latencia en el servicio.



Figura 49. Router Cisco.

Fuente: Tonitrus. (s.f.)

- Switches: Es un conmutador empleado en redes de distribución de fibra óptica, y así gestionar las fibras ópticas necesitan ser conectadas y ruteadas para diferentes destinos. Generalmente existen múltiples puertas de entrada y salida para facilitar la conexión de diversas fibras ópticas y enlazar con ciertas rutas y dispositivos de destino. (Ver Figura 50)



Figura 50. Switches de Distribución.

Fuente: Camara, M. (2015, 29 julio)

- Elementos de recepción para los usuarios:
 - ONU: También conocida como Unidad de Red Óptica u “ONT”, es un dispositivo utilizado para conectar una fibra óptica al usuario final en un sistema de red óptica pasiva (PON). El convertidor de señales ópticas se transmite a través de fibra en señales eléctricas que pueden ser utilizados por los dispositivos de los usuarios. (Ver Figura 51)



Figura 51. ONU.
Fuente: BT-PON. (s.f.)

- Roseta: Es un dispositivo utilizado en instalaciones de fibra óptica para proporcionar una conexión segura y estable entre la fibra óptica y los dispositivos de red o usuarios finales. Estas rosetas son utilizadas en aplicaciones de redes de fibra óptica, como FTTH (Fiber to the Home), para permitir la conexión de cables de fibra óptica con dispositivos de red, como ONU's, routers o equipos de telecomunicaciones. (Ver Figura 52)

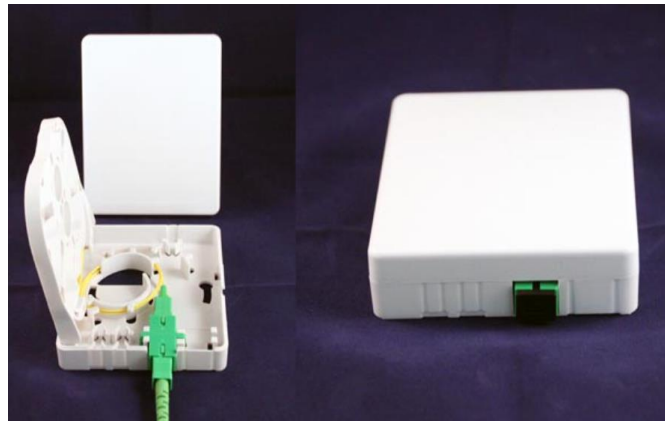


Figura 52. Roseta.
Fuente: Camara, M. (2014, 20 enero)

- Fuentes de Energía:
 - Fuentes de Alimentación eléctrica convencional: Es comprendida por la Red eléctrica Nacional de servicios públicos, donde estas fuentes de energía proporcionan la alimentación necesaria para los componentes electrónicos y equipos asociados con el sistema de fibra óptica.

- Generadores de Electricidad: En algunos casos donde la confiabilidad de la red eléctrica puede ser un problema, se utilizan generadores de electricidad para respaldar los sistemas de fibra óptica. Proporcionando una fuente de energía independiente y confiable para garantizar el continuo funcionamiento del sistema.
- Baterías y Sistemas de Respaldo: Este tipo de respaldo se utiliza para asegurar el suministro de energía en caso de interrupciones de la red eléctrica, se utilizan baterías y sistemas de respaldo. Donde estos sistemas almacenan energía durante periodos de alimentación normal y la liberan durante cortes de energía para mantener el funcionamiento del sistema de fibra óptica.

Debido a las comprobadas fallas del servicio eléctrico deficiente en la región, se debe tomar la mejor decisión de fuentes de energía de respaldo para lograr la cobertura total exigida para un Data Center según la cantidad de usuarios a los que se tiene previsto brindar el servicio de forma ininterrumpida y sin reducciones de potencia. Es por ello que se optara por la implementación de celdas fotovoltaicas con bancos de batería con la suficiente capacidad de carga para alimentar a los equipos como OLT o Routers que componen a los puntos de acceso que se ubicaran a lo largo de toda la región. A continuación, se describen los componentes de este sistema de respaldo.

- a. Paneles solares: conocidos comúnmente como paneles fotovoltaicos, son dispositivos que captan la energía solar y la convierten en energía eléctrica. Están compuestos por células solares que contienen materiales semiconductores, como el silicio, que transforman la luz solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Teniendo el funcionamiento que, durante el día, los paneles solares captan la energía solar y la convierten en electricidad (Ver Figura 53). Esta electricidad se utiliza para cargar las baterías de respaldo cuando no hay suficiente luz solar durante la noche o en días nublados, la energía almacenada en las baterías se utiliza para alimentar los dispositivos o sistemas conectados. Encendiéndose dichas baterías de respaldo en caso de las fallas eléctricas.

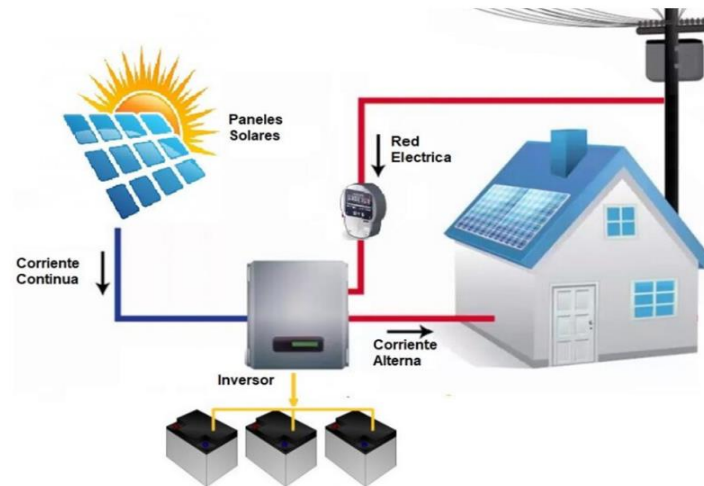


Figura 53. Sistema Interconectado de Paneles Solares
Fuente: Arteaga, C. (2022)

- b. Reguladores: También conocido como regulador de carga cuya función principal es controlar el flujo de energía entre los paneles solares y las baterías, asegurando una carga óptima de las baterías y protegiéndolas de sobrecargas y descargas profundas. (Ver Figura 54)



Figura 54. Regulador de carga solar.
Fuente: EcoSolar (s.f.)

- c. Inversores de corriente: Los inversores de corriente toman la energía de corriente continua generada por los paneles solares y la transforman en corriente alterna, que es compatible con la red eléctrica o con los dispositivos conectados. Esto permite utilizar la energía solar para alimentar electrodomésticos, iluminación y otros equipos eléctricos. (Ver Figura 55)



Figura 55. Inversores de corriente.

Fuente: Ecofener (2021)

- d. Banco de baterías: Es un conjunto de baterías conectadas en serie o en paralelo para almacenar la energía generada por los paneles solares (Ver Figura 56). El banco de baterías almacena la energía generada por los paneles solares durante los períodos de alta generación. Luego, cuando la demanda de energía es mayor que la generación solar, las baterías suministran la energía almacenada.



Figura 56. Banco de Baterías.

Fuente: Leon, A. (2020, 23 noviembre)

- e. Sistemas de control y monitoreo: Los sistemas de control y monitoreo recopilan datos de los paneles solares, inversores, baterías y otros dispositivos del sistema fotovoltaico. Estos datos se envían a una unidad central de control, donde se procesan y se presentan en una interfaz de usuario (Ver Figura 57). Esto permite a los propietarios o administradores del sistema supervisar el rendimiento, detectar posibles problemas y tomar medidas correctivas.

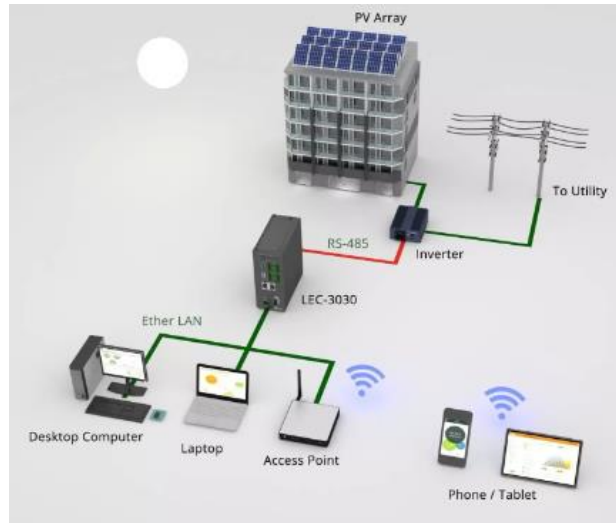


Figura 57. Sistema de Control.

Fuente: Lanner. (2016, 31 enero)

- f. Interruptores: Estos dispositivos se utilizan para desconectar de manera segura los paneles solares del sistema o para aislar secciones específicas del sistema. Los interruptores-seccionadores permiten realizar trabajos de mantenimiento o reparación sin riesgo de descargas eléctricas (Ver Figura 58). También se utilizan para proteger el sistema en caso de emergencia o apagado.



Figura 58. Interruptor solar.

Fuente: Amazon.com. (s.f.)

- Sistemas de refrigeración:

Los nodos de acceso requieren de cierta refrigeración mejorar la eficiencia y rendimiento de los equipos como Routers, OLT, Switches, banco de baterías, inversores, rectificadores, entre otros, en lo cual debido a la exigente carga de uso se deben refrigerar

por algún método externo extra para además aumentar su tiempo de uso. Entre las opciones que se pueden optar son las refrigeraciones añadidas a los Racks o Armarios de telecomunicaciones a utilizar y los dispositivos externos como la calefacción local para el Data Center.

5.2.2. Opciones de Arquitectura del diseño

a) Opción A de diseño:

El diseño observado en la figura 59, cuenta con un único nodo de acceso que se conecta a los troncales principales desde donde van a ramificar las líneas de distribución correspondientes a cada urbanización de forma individual.

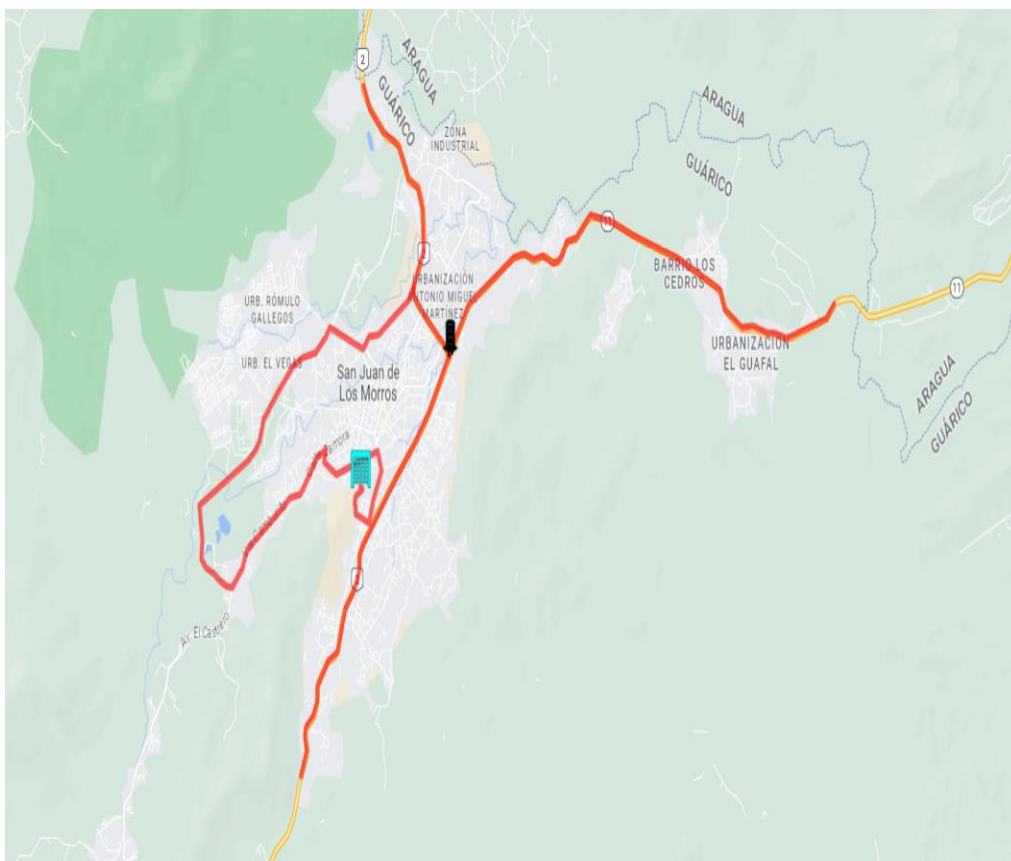


Figura 59. Opción A de diseño de fibra óptica.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

b) Opción B de diseño:

Ahora bien, el diseño observado en la figura 60 y 61, cuenta con una distribución de la carga de usuarios por medio de 6 nodos aplicando redundancia con vías alternas marcadas en azul y vías troncales principales marcadas en rojo.



Figura 60. Opción B de diseño de fibra óptica parte 1.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

5.2.3. Población y sectorización de la zona del diseño seleccionado

Dentro de los límites de la zona de San Juan de los Morros, estado Guárico se conocen las diversas comunidades o urbanizaciones a las cuales se pretende llevar el tendido de red de fibra óptica, es por ello que se lleva a cabo un proceso de delimitación de zonas para mantener un control de los nodos de red que se colocaran por sector y comunidad.

a. Sector Norte – Oeste (Ver figura 62)



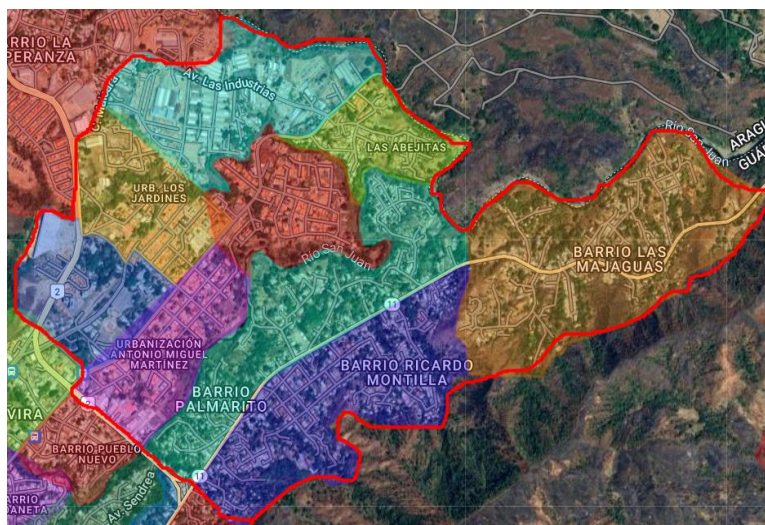
	Barrio Pedro Zaraza
	Barrio Guaiquera
	Barrio La Esperanza
	Cuartel Conopaima

Figura 62. División del Sector Norte-Oeste.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Nota: Descrito en la leyenda adjunta.

b. Sector Norte – Centro (Ver figura 63)



	Casco Industrial
	Urb. Los Jardines
	Urb. La Guaiquera
	Urb. Las Abejitas
	Urb. Las Abejitas II
	Urb. Antonio Miguel Martínez
	Barrio Palmarito
	Barrio Ricardo Montilla
	Barrio Las Majaguas

Figura 63. División del sector Norte-Centro.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Nota: Descrito en la leyenda adjunta.

c. Sector Norte – Este (Ver figura 64)



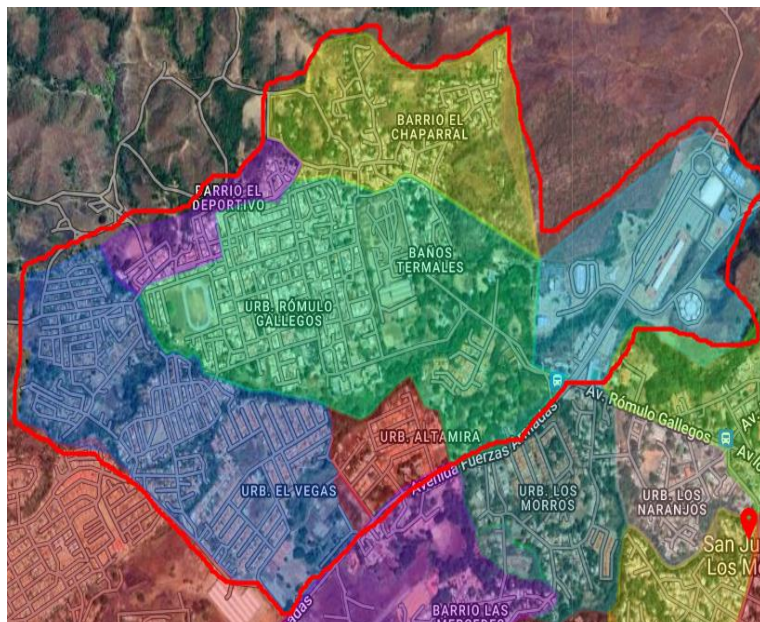
	Barrio Cumbre
	Barrio Los Cedros
	Urb. El Guafal

Figura 64. División del Sector Norte-Este.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Nota: Descrito en la leyenda adjunta.

d. Sector Centro – Oeste (Ver figura 65)



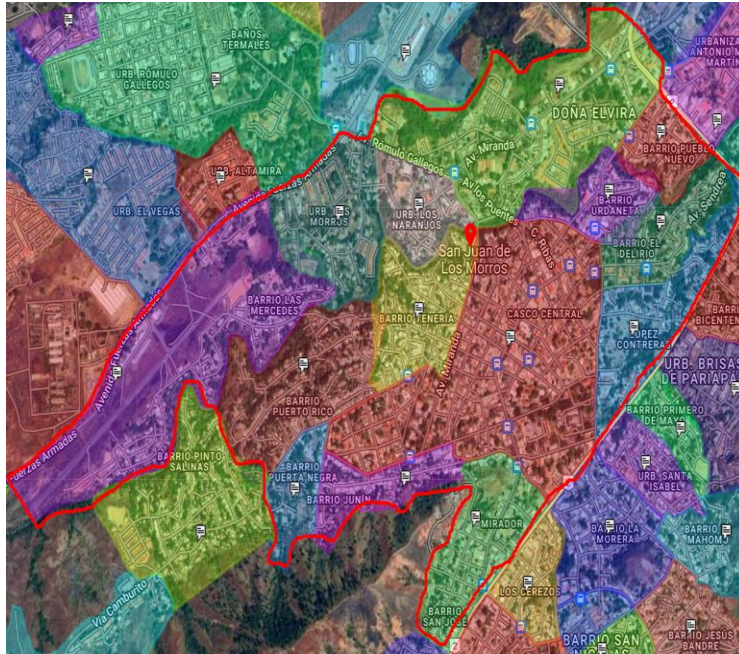
	Barrio El Chaparral
	Barrio El Deportivo
	Urb. Rómulo Gallegos
	Urb. Evaristo Linares Vegas
	Urb. Altamira
	Villa Olímpica

Figura 65. División del Sector Centro-Oeste.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Nota: Descrito en la leyenda adjunta.

e. Sector Casco Central (Ver figura 66)



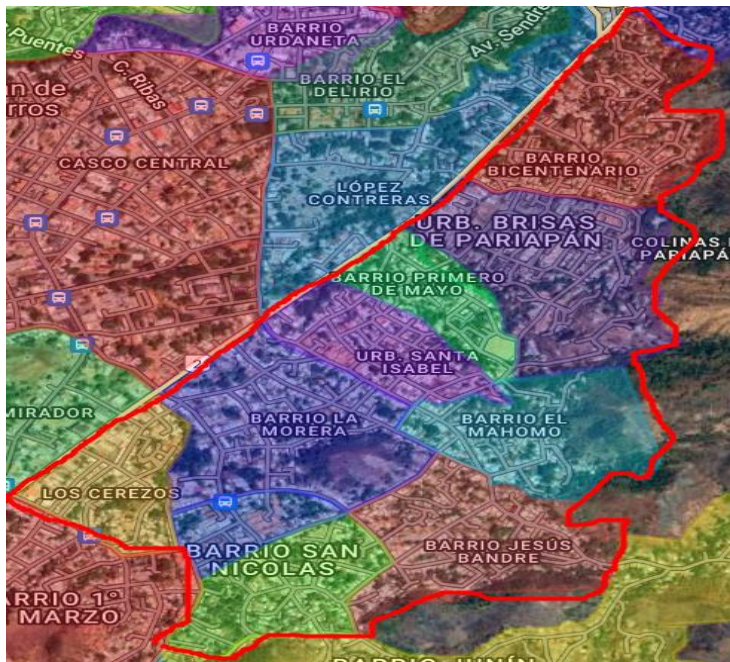
	Barrio Pueblo Nuevo
	Barrio Doña El Vira
	Barrio El Delirio
	Barrio Urdaneta
	Barrio López Contreras
	Urb. Los Naranjos
	Centro
	Urb. Los Morros
	Barrio Tenería
	Barrio Puerto Rico
	Barrio Junín II
	Barrio San José
	Barrio Puerta Negra
	Barrio Las Mercedes

Figura 66. División del Sector Casco Central.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Nota: Descrito en la leyenda adjunta.

f. Sector Centro – Este (Ver figura 67)



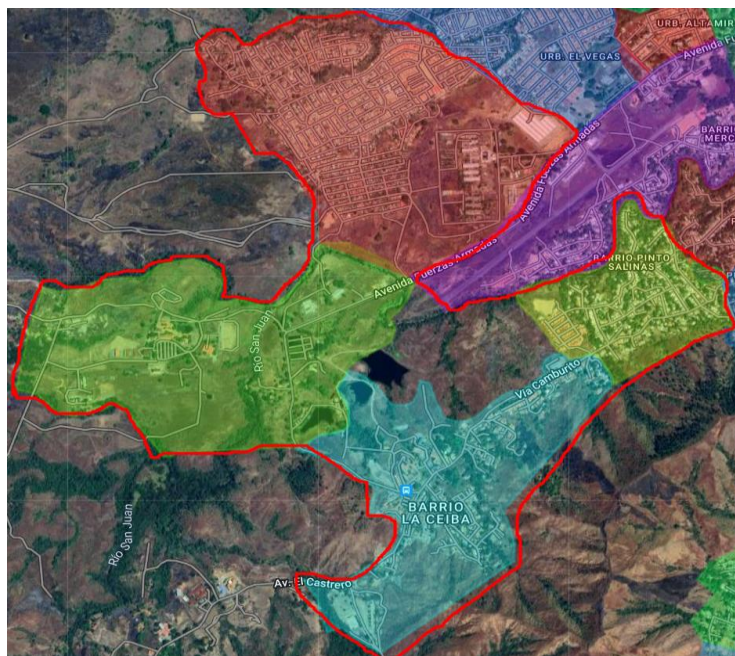
	Barrio Bicentenario
	Urb. Brisas del Pariapán
	Barrio Primero de Mayo
	Urb. Santa Isabel
	Barrio La Morera
	Barrio El Mahomo
	Urb. Los Cerezos
	Barrio San Nicolás
	Barrio Jesús Bandre

Figura 67. División del Sector Centro – Este.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Nota: Descrito en la leyenda adjunta.

g. Sector Sur – Oeste (Ver figura 68)



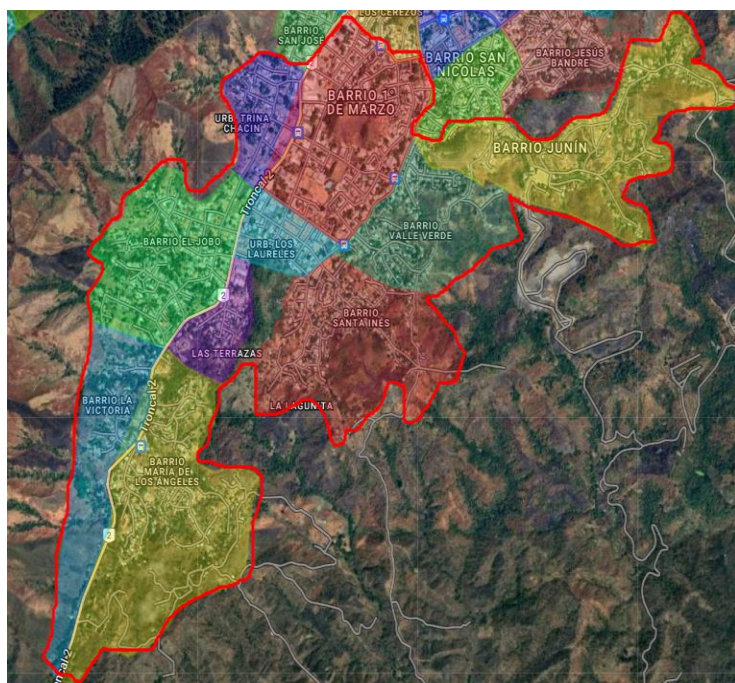
	Urb. La Vega
	Sector Universidad Nacional
	Experimental Rómulo Gallegos
	Barrio Brisas del Valle
	Barrio La Ceiba

Figura 68. División del Sector Sur-Oeste.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Nota: Descrito en la leyenda adjunta.

h. Sector Sur – Este (Ver figura 69)



	Urb. Trina Chacín
	Barrio 1° de Marzo
	Barrio Junín
	Barrio Valle Verde
	Urb. Los Laureles
	Barrio El Jobo
	Barrio Santa Inés
	Las Terrazas
	Barrio La Victoria
	Barrio Maria de los Ángeles

Figura 69. División del Sector Sur-Este.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Nota: Descrito en la leyenda adjunta.

Luego se estudió de forma aproximada el número de población de casas, comercios, edificios de vivienda y otras edificaciones particulares de gran envergadura para adaptar el estudio para dicho usuario, ahora se tomará en cuenta lo observado para describir cada caso.

- ✓ Casas y/o comercios pequeños: En San Juan de los Morros es muy común observar comercios llamativos originados a partir de un hogar y considerando un uso promedio del Internet al igual que un hogar convencional, estos dos tipos de usuarios finales se asemejan entre sí para ser descritos por igual.
- ✓ Edificios de vivienda: Para este caso se tomara en cuenta un estándar poblacional donde las edificaciones de vivienda serán contabilizadas con 4 pisos y 4 departamentos por piso para evitar diferenciación y estudios particulares por edificio.
- ✓ Edificaciones y complejos grandes: Se tienen en cuenta galpones, complejos privados, empresas de gran terreno, donde los requerimientos de la red dependen del planteamiento interno de la red de cada uno de estos, y por lo tanto la demanda de servicio resulta de mayor exigencia.

Para describir los tipos de usuario disponibles en San Juan de los Morros para la red de fibra óptica, en la siguiente tabla 1 de forma detallada se contabilizará por sector la cantidad de edificaciones.

Tabla 1. Contabilización de edificaciones por sectores.

Sector	Urbanización	Casas/Comercios	Edificios de vivienda	Edificaciones Grandes
Norte - Oeste	Barrio Pedro Zaraza	513	0	12
	Barrio Guaiquera	347	0	27
	Barrio La Esperanza	906	35	23
Total		1766	35	62
Norte - Centro	Casco Industrial	308	1	61
	Urb. Los Jardines	297	4	11
	Urb. La Guaiquera	87	5	20
	Urb. Las Abejitas	275	0	0
	Urb. Las Abejitas II	265	5	2
	Urb. Antonio Miguel Martínez	216	0	14
	Barrio Palmarito	667	4	32

Sector	Urbanización	Casas/Comercios	Edificios de vivienda	Edificaciones Grandes
	Barrio Ricardo Montilla	768	0	4
	Barrio Las Majaguas	552	0	19
	Total	3435	19	163
Norte – Este	Barrio Cumbre	249	0	1
	Barrio Los Cedros	600	0	0
	Urb. El Guafal	861	0	1
Total		1710	0	2
Centro - Oeste	Barrio El Chaparral	314	0	5
	Barrio El Deportivo	267	0	0
	Urb. Rómulo Gallegos	1087	11	12
	Urb. Evaristo Linares Vegas	149	0	2
	Urb. Altamira	1303	0	3
Total		3120	11	22
Casco Central	Barrio Pueblo Nuevo	265	0	12
	Barrio Doña El Vira	420	24	48
	Barrio El Delirio	201	6	27
	Barrio Urdaneta	174	10	24
	Barrio López Contreras	334	1	27
	Urb. Los Naranjos	180	4	11
	Centro	1161	45	276
	Urb. Los Morros	362	1	12
	Barrio Tenería	626	2	24
	Barrio Puerto Rico	728	0	9
	Barrio Junín II	211	1	9
	Barrio San José	299	10	22
	Barrio Puerta Negra	145	1	2
	Barrio Las Mercedes	452	0	9
Total		5558	105	512
Centro - Este	Barrio Bicentenario	444	0	13
	Urb. Brisas del Pariapán	326	17	7
	Barrio Primero de Mayo	203	0	4
	Urb. Santa Isabel	268	0	11
	Barrio La Morera	528	3	22
	Barrio El Mahomo	214	0	2
	Urb. Los Cerezos	291	2	16
	Barrio San Nicolas	290	0	5
	Barrio Jesús Bandre	382	2	11
Total		2946	24	91

Sector	Urbanización	Casas/Comercios	Edificios de vivienda	Edificaciones Grandes
Sur - Oeste	Urb. La Vega	1603	12	3
	Sector Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos	5	0	13
	Barrio Brisas del Valle	586	0	3
	Barrio La Ceiba	328	0	7
Total		2522	12	26
Sur - Este	Urb. Trina Chacín	145	2	13
	Barrio 1° de Marzo	755	4	39
	Barrio Junín	352	0	5
	Barrio Valle Verde	359	0	0
	Urb. Los Laureles	148	4	2
	Barrio El Jobo	549	1	5
	Barrio Santa Inés	459	0	6
	Las Terrazas	155	0	2
	Barrio La Victoria	132	0	1
	Barrio María de los Ángeles	460	5	16
Total		3514	16	89

Al tener una vista detallada de los usuarios disponibles para San Juan de los Morros, estado Guárico ahora se debe determinar la cantidad de usuarios a los que se aspira diseñar la red es por ello que de forma objetiva se consideran factores como usuarios con otro servicio de fibra óptica, u otro servicio de Internet y la capacidad de los usuarios a optar por un nuevo servicio de Internet, sin embargo, debido a lo evaluado mediante las entrevistas se puede tener una aspiración del 70% de los clientes totales para proyectar este diseño de red de fibra óptica (Ver tabla 2).

Tabla 2. Contabilización de clientes potenciales.

Sectores	Clientes totales	Clientes potenciales (70%)
Norte – Oeste	2388	1672
Norte – Centro	3902	2731
Norte – Este	1712	1198
Centro – Oeste	3318	2323
Casco Central	7750	5425
Centro – Este	3421	2395
Sur - Oeste	2740	1918
Sur - Este	3859	2701
Totales	29090	20363

5.2.4. Arquitectura de red del diseño seleccionado

En el recorrido de la región de San Juan de los Morros se pudieron detallar dos troncales verticales marcados entre el troncal 2 y la Av. El Castrero al oeste y una vía principal al este dado por el troncal 11, esto comprende tendidos de fibra con longitudes de hasta 10 km, es por ello que mediante la zona centro para puntos de intercepción y a modo de distribución de los puntos de acceso de la red se deben fijar ciertos nodos “Data Center” para la red, además de contar con tendidos alternos que interconectan a los tendidos principales y así garantizar la redundancia de la red entendiéndose que la redundancia se emplea para evitar fallas en el tendido sin respaldo alguno.

En las figuras 60 y 61 se observó la arquitectura más optima que será empleada para San Juan de los Morros en lo cual consta de 6 nodos de acceso, donde se destaca el nodo de la zona “El Mirador” al ser el punto de conexión a la Internet por los proveedores a nivel nacional, y por lo tanto funcionara como distribuidora de los hilos principales para cada nodo dedicado a este diseño de red.

Al analizar el diseño escogido se puede identificar que de forma general la red se reflejará con una topología tipo malla mixta al disponer de nodos de transmisión con interconexiones con 2 o más caminos de redundancia, además que internamente para cada comunidad o urbanización se deberá disponer un nodo particular siendo esto parte de la topología de bus al estar conectada de forma única al troncal sin otras dependencias. Por lo tanto, según el área geográfica de 42 km² que posee San Juan de los Morros se puede estimar una red que abarcaría dentro de sus límites y zonas transitables alrededor de 20 km² denotándola como una red de clasificación MAN con posibilidad de expansión.

5.2.5. Elementos disponibles para el tendido de fibra óptica

Mediante la observación directa de las principales calles de San Juan de los Morros se pudieron destacar los elementos que serán de vital importancia para el desarrollo de este diseño de red de fibra óptica, se describe a continuación:

- ✓ Postes: Se tienen postes de baja y media tensión a ambos lados de las vías principales, mientras que en urbanismos pequeños se tienen de un solo lado de la carretera, se mantienen distancias no menores a 25 m entre cada poste expuesto por el Boletín N° 71 sobre Postes para líneas de transmisión y distribución por Rojas (2019), aunque por sectores y el tipo de planificación del urbanismo pueden incurrir

en distancias varias dentro de los reglamentos y directrices, la altura que se percibe se encuentra entre 8 m y 12 m siendo esta una altura óptima para instalaciones de red área urbana con material metálico de acero en su mayoría.

Por otro lado, las condiciones físicas de cada poste son primordial para garantizar una instalación segura y duradera y por ello se deben destacar ciertos postes obstruidos por gran cantidad de cables de otras compañías tanto de Internet como de electricidad, además se destacan en las zonas más rurales falta de algunos postes u obstrucción leve entre postes debido a árboles y plantas.

- ✓ Tanquillas: No se observaron tanquillas telefónicas publicas evidentes a lo largo del recorrido de las zonas urbanas, siendo lo más destacado las mangas telefónicas de exterior como módulos aéreos de conexión por Internet ADSL ofrecido por la compañía CANTV.

Se contabilizo la cantidad aproximada de postes, y su estado físico, además de los cruces aproximados y longitud del tendido descrito a través de la siguiente tabla 3:

Tabla 3. Contabilización de elementos disponibles para tendido de fibra óptica.

Sector	Urbanización	Cantidad de Postes (Np)	Postes en buen estado	Postes con defecto	Cantidad de cruces (Nc)	Longitud de rutas (m) (T)
Norte - Oeste	Barrio Pedro Zaraza	126	95	31	7	3159
	Barrio Guaiquera	194	191	3	0	4856,55
	Barrio La Esperanza	452	409	43	3	11296,88
Norte - Centro	Casco Industrial	218	199	19	0	5450,87
	Urb. Los Jardines	205	202	3	0	5112,7
	Urb. La Guaiquera	149	149	0	0	3729,69
	Urb. Las Abejitas	144	130	14	2	3603,42
	Urb. Las Abejitas II	173	173	0	2	4322,78
	Urb. Antonio Miguel Martínez	156	156	1	1	3900,35
	Barrio Palmarito	262	246	16	8	6537,75
	Barrio Ricardo Montilla	314	293	21	7	7843,64
	Barrio Las Majaguas	244	217	27	8	6093,41
Norte – Este	Barrio Cumbre	249	190	59	7	6220,05
	Barrio Los Cedros	507	454	53	9	12664,67
	Urb. El Guafal	466	402	64	5	11640,2
Centro - Oeste	Barrio El Chaparral	192	155	37	5	4808,86
	Barrio El Deportivo	91	81	10	1	2271,15

Sector	Urbanización	Cantidad de Postes (Np)	Postes en buen estado	Postes con defecto	Cantidad de cruces (Nc)	Longitud de rutas (m) (T)
	Urb. Rómulo Gallegos	612	597	15	3	15309,48
	Urb. Evaristo Linares Vegas	79	79	0	0	1983,72
	Urb. Altamira	664	590	74	8	16607,3
Casco Central	Barrio Pueblo Nuevo	101	101	0	6	2516,98
	Barrio Doña El Vira	401	401	0	7	10036,35
	Barrio El Delirio	119	116	3	3	2978,08
	Barrio Urdaneta	110	104	6	3	2748,98
	Barrio López Contreras	152	75	35	4	3800,41
	Urb. Los Naranjos	116	112	4	7	2908,85
	Centro	798	718	80	27	19941,65
	Urb. Los Morros	155	155	0	5	3847,42
	Barrio Tenería	229	218	11	6	5726,24
	Barrio Puerto Rico	284	235	49	9	6210,84
	Barrio Junín II	135	123	12	1	3370,52
	Barrio San José	157	149	8	3	3928,97
	Barrio Puerta Negra	94	89	5	5	2347,47
	Barrio Las Mercedes	293	274	19	10	7325,3
Centro - Este	Barrio Bicentenario	193	181	12	8	4817,07
	Urb. Brisas del Pariapán	228	220	8	2	5699,81
	Barrio Primero de Mayo	65	55	10	5	1635,6
	Urb. Santa Isabel	129	129	0	4	3225,66
	Barrio La Morera	234	234	0	2	5845,63
	Barrio El Mahomo	114	99	15	2	2847,13
	Urb. Los Cerezos	107	104	3	2	2677,38
	Barrio San Nicolas	145	134	11	7	3629,72
Sur - Oeste	Barrio Jesús Bandre	149	134	15	3	3719,62
	Urb. La Vega	901	796	105	12	22532,45
	Sector Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos	170	167	3	1	4254,98
	Barrio Brisas del Valle	212	187	25	2	5307,57
	Barrio La Ceiba	312	268	44	4	7800,04
	Urb. Trina Chacín	85	76	9	2	2117,72
	Barrio 1° de Marzo	338	318	20	7	8455,83

Sector	Urbanización	Cantidad de Postes (Np)	Postes en buen estado	Postes con defecto	Cantidad de cruces (Nc)	Longitud de rutas (m) (T)
Sur - Este	Barrio Junín	222	188	34	6	5556,17
	Barrio Valle Verde	186	160	26	5	4644,83
	Urb. Los Laureles	114	114	0	2	2844
	Barrio El Jobo	233	207	26	4	5824,02
	Barrio Santa Inés	228	182	46	7	5701,02
	Las Terrazas	55	43	12	1	1369,75
	Barrio La Victoria	48	40	8	0	1192,13
	Barrio María de los Ángeles	304	246	58	9	7597,04
Totales		13413	12160	1212	269	334395,7

5.2.6. Materiales requeridos la instalación de la red

Ahora se deben determinar la cantidad elementos de instalación descritos anteriormente y que son necesarios para realizar la red de fibra óptica.

a. Tendido aéreo:

- Preformados (Pf_T):

Son dependientes del tamaño de la fibra (T), el número de reserva (N_R) y el número de cruces a lo largo del tendido (N_C) y se determinan por la ecuación 1:

$$Pf_T = P_i + P_f + (N_R * 2) + (N_C * 2) + \left(\frac{T}{100\text{ m}}\right) \quad \text{Ecuación. 1. Lugo, Ramírez (2023)}$$

P_i : Preformado Inicial

P_f : Preformado Final

T: Longitud de la fibra (Se divide entre 100 m debido al spam de la fibra, en ese punto requiere otro preformado).

N_C : Número de cruces (Por cada cruce en el tendido se deben colocar 2 preformados).

N_R : Número de reservas (Por cada reserva se deben colocar 2 preformados)

También se debe destacar que para realizar una reserva de fibra óptica en zonas urbanas no se debe exceder del 10% del total del tendido y en este caso particular una reserva de 25 m para evitar aglomeración de cableado, además la colocación de estas reservas en un tendido uniforme debe ser distanciado para una determinada cantidad de

postes, en otros casos será dependiente de cruces y zonas donde es propenso el corte de fibra. Por ello se tiene la ecuación 2:

$$N_R = \frac{(T*10\%)}{25 \text{ m}} \quad \text{Ecuación 2. Lugo, Ramírez (2023)}$$

- Soportes de elevación (Trompeta de suspensión, Soporte Tipo J):

Según la cantidad de postes (N_p) se determina por la ecuación 3:

$$J = N_p \quad \text{Ecuación 3. Lugo, Ramírez (2023)}$$

- Soportes tipo D o Uña (D o U):

Su total es igual a la cantidad de preformados ya que son el medio de sujeción al poste, determinado por la ecuación 4:

$$D \text{ o } U = P_{f_T} \quad \text{Ecuación 4. Lugo, Ramírez (2023)}$$

- Hebillas (H):

Se calcula mediante los soportes de elevación (J) y los preformados empleados (P_{f_T}), determinado por la ecuación 5:

$$H = \left(\frac{P_{f_T}}{2} \right) + J \quad \text{Ecuación 5. Lugo, Ramírez (2023)}$$

- Flejes (F):

Dependiente del diámetro de los postes que por regulación en promedio es de medio metro y a su vez corresponde a la cantidad de hebillas a emplear, mediante la ecuación 6:

$$F = H(0,5 \text{ m}) \quad \text{Ecuación 6. Lugo, Ramírez (2023)}$$

Ahora aplicando estos cálculos sobre el tendido de red troncal principal se pueden aproximar los materiales a utilizar mediante la tabla 4.

Tabla 4. Contabilización de materiales estimados teóricamente para el tendido de troncal principal.

Troncal	N_R	N_C	T (m)	N_p	P_{f_T}	J	D o U	H	F (m)
Troncal 2	39	2	9734,39	393	181	393	181	484	242
Troncal 11	29	0	7196,86	367	132	367	132	433	216
Av. Miranda - Av. Fuerzas Armadas	37	4	9202,44	368	176	368	176	456	228
Totales	105	6	26133,69	1128	488	1128	488	1372	686

Para la siguiente tabla 5 se detallan la cantidad de materiales para el diseño al interior dedicado para cada sector de San Juan de los Morros.

Tabla 5. Contabilización de materiales estimados teóricamente para el interior de los sectores.

Sectores	N _R	N _C	T (m)	N _p	Pf _T	J	D o U	H	F (m)
Norte – Oeste	77	10	19312,43	772	374	772	374	959	479
Norte – Centro	186	28	46594,61	1865	913	1865	913	2321	1161
Norte – Este	122	21	30524,92	1222	597	1222	597	1521	760
Centro – Oeste	164	17	40980,51	1638	782	1638	782	2029	1014
Casco Central	311	96	77688,06	3144	1618	3144	1618	3953	1977
Centro – Este	136	35	34097,62	1364	702	1364	702	1715	857
Sur - Oeste	160	19	39895,04	1595	764	1595	764	1977	989
Sur - Este	181	43	45302,51	1813	921	1813	921	2274	1137
Totales	1338	269	334395,7	13413	6671	13413	6671	16749	8374

b. Cajas y distribución de red:

- Caja de empalme (Mangas):

Para el desarrollo de los nodos de la red se emplean para organización de la red, y puede ser cuantificado mediante el diseño.

- Caja de distribución (NAP):

Según la cantidad y la distribución de los clientes se establecerán una cantidad de cajas de clientes específicas observada mediante el diseño de red.

- Splitters (N_{sp}):

Dependiendo de los niveles de la red se pueden emplear una cantidad significativa de Splitters, conocido mediante el desarrollo del diseño.

- Acoplador (Ac):

Se calcula mediante la cantidad de salidas y la entrada de un Splitter, se observa con la ecuación 7:

$$Ac = (T_{out} + 1) * N_{sp}$$

Ecuación 7. Lugo, Ramírez (2023)

T_{out}: Puertos de salida

N_{sp}: Número de Splitters

c. Instalación al cliente:

- Tensores (Ts):

Es una analogía de los preformados, pero al ser para cable Drop de cliente, determinado por la ecuación 8:

$$Ts = \left(\frac{N_{cl} * 100 \text{ m}}{80 \text{ m}} \right) * 2 \quad \text{Ecuación 8. Lugo, Ramírez (2023)}$$

En este caso la fibra drop pretende ser empleado para la conexión desde la caja NAP hasta los clientes (N_{cl}) en su edificación, es por ello que la longitud de fibra dedicada por cliente tendrá un estándar de 100 m para no exceder la atenuación de la fibra.

- Soportes tipo S (S):

Este soporte debe ser equivalente a la cantidad de tensores calculados mediante la ecuación 9.

$$S = Ts \quad \text{Ecuación 9. Lugo, Ramírez (2023)}$$

- Paquete de cliente:

En cada domicilio, comercio u instalación a cliente se debe contar con una unidad de Rosetas, Pigtail SC/APC, Enfrentador SC/APC, Patch Cord SC/APC, ONT SC/APC y por lo tanto debe ser acorde a la cantidad total de clientes a los que será diseñada la red.

A través de la tabla 6 se detallarán las cantidades para la instalación de cliente:

Tabla 6. Contabilización estimada teóricamente de paquetes de clientes.

Sectores	Número de clientes (N_{cl})	Tensores (m) (Ts)	Soportes Tipo S (S)	Paquete de Cliente
Norte – Oeste	1672	4180	4180	1672
Norte – Centro	2731	6828	6828	2731
Norte – Este	1198	2995	2995	1198
Centro – Oeste	2323	5808	5808	2323
Casco Central	5425	13563	13563	5425
Centro – Este	2395	5988	5988	2395
Sur - Oeste	1918	4795	4795	1918
Sur - Este	2701	6753	6753	2701
Totales	20363	50908	50908	20363

d. Data Center:

Debido a los seis nodos de acceso a la red que se dispondrán se deben equipar de forma correcta para satisfacer la carga de la red en cuanto a cantidad de OLT, ODF, Router y sistemas de respaldo de energía.

- ✓ OLT: Dependiendo de la cantidad de clientes a los que se aspira diseñar la red determinara la cantidad de OLT que en este caso poseen 8 PON SFP en lo cual abastecen a 128 clientes por PON, por lo tanto, una única OLT logra brindar servicio a 1024 clientes. El componente escogido será el modelo DS-P7001-08 de la Marca TP-Link con 8 puertos SFP GPON, 1 puerto uplink gigabit y 2 puertos SFP+ a 10 Gbps para 1024 clientes, de clase C+ y conectores SC/UPC.

Para detallar la cantidad a utilizar se tiene la siguiente tabla 7

Tabla 7. Cantidades de OLT's.

Sectores	Número de clientes (N_{cl})	OLT
Norte – Oeste	1672	2
Norte – Centro	2731	3
Norte – Este	1198	1
Centro – Oeste	2323	2
Casco Central	5425	5
Centro – Este	2395	2
Sur - Oeste	1918	2
Sur - Este	2701	3
Totales	20363	20

- ✓ ODF: Para administrar los niveles las salidas de las OLT y el primer nivel de Splitter se requieren utilizar ODF de 24 puertos con bandejas distribuidoras.
- ✓ Router: Para tener acceso a la red WAN del nodo de acceso se emplea un Cloud Core Router modelo CCR2004 de la marca Mikrotik con 16 puertos Gigabit Ethernet y 2 puertos SFP+ y para administrar el consumo de ancho de banda de los usuarios según las prestaciones requeridas se aplicara el Cloud Core Router modelo CCR-2116 de la marca Mikrotik con 12 puertos Gigabit Ethernet y 4 puertos SFP+.
- ✓ Firewall: Para el nodo de acceso un Gateway de Seguridad de la marca Ubiquiti del modelo USG-PRO-4 con capacidad cortafuegos y enrutamiento, posee 2 puertos RJ45 10/100/1000 LAN, 1 puerto Gbps RJ45 y 1 puerto SFP.
- ✓ Switch: Para distribuir las salidas dedicadas para las OLT y los nodos de distribución se requiere la implementación de un Switch de fibra óptica de la marca TP-Link modelo T2600G-28SG con prestaciones de 24 puertos Gigabit SFP, 4 puertos RJ45 10/100/1000 Mbps y 4 puertos 10G SFP+.

- ✓ Modulo SFP+: Para la interconexión mediante fibra óptica de los equipos con puertos SFP, se requiere el módulo transceptor SFP de la marca Vsol con el modelo 1052-17 compatible con puertos SC/PC, transmisión C++ y longitud de onda Tx 1490 nm y Rx 1310 nm.
- ✓ Módulos RJ45 a SFP+: Estos dispositivos dedicados para la conversión de interfaz ethernet a Fibra óptica para la conexión de dispositivos de otras tecnologías, para cada OLT serán dedicados dos módulos al poseer dos puertos SFP+. Elegidos los Ufiber Ethernet RJ45 10G a SFP+ 1/10 Gbps 1052-16 de la marca Ubiquiti, con la característica de transmitir a 1 Gbps hasta 100 m mientras que para velocidades de 10 Gbps alcanza 30 m de longitud de cableado.
- ✓ Splitters, Cables Gigabit RJ45, Enfrentador, Cables Patch Cord y Pigtail: Serán requeridos para la interconexión de equipos y su cantidad es dependiente de los Splitters empleados en el diseño de los nodos.

En la siguiente tabla 8 se observan la cantidad de equipos de potencia a emplear por nodo y la totalidad para el diseño:

Tabla 8. Contabilización de equipos de potencia a emplear por cada nodo.

NODO	OLT DS- P7001 -08	OD F - 24S	CCR211 6	CCR200 4	SWITC H T2600G	FIREWAL L USG- PRO-4	M. SFP - Vsol 1052 -17	M. RJ45 a SFP+ - Ubiquit i 1052- 16
PRINCIPAL - PUNTO DE ACCESO SAN JOSE	4	2	1	1	1	1	68	8
INTERCEPCIÓN MIRANDA - TRONCAL 2 - CENTRO OESTE	4	2	1	0	0	0	39	5
VILLA OLIMPICA - CENTRO OESTE	3	2	1	0	0	0	30	4
BARRIO RICARDO MONTILLA - CENTRO/NORT E ESTE	3	2	1	0	0	0	30	4
BARRIO LA ESPERANZA - NORTE OESTE- CENTRO	4	2	1	0	0	0	39	5
EL CASTRERO - SUR OESTE	2	1	1	0	0	0	21	3
Total	20	11	6	1	1	1	227	29

Por otro lado, para la estructura y organización de los nodos y la interconexión de equipos se debe emplear un Rack o Armario de Telecomunicaciones acorde al espacio a utilizar por la cantidad de elementos, y que además cumpla estándares de seguridad, adaptabilidad, refrigeración y disposición de energía. La opción más acorde a estos requerimientos se tiene el rack de la marca Quest Internacional S.A. con el modelo GF-2893 con 42 unidades de altura, con ventilación pasiva con ranuras en sus paredes laterales y superior, y activa mediante ventiladores instalados, posee certificación de seguridad IP-20 para garantizar el óptimo estado de los equipos de telecomunicaciones.

Para los sistemas de respaldo de energía de cada nodo de acceso es necesario considerar el consumo de cada equipo a utilizar en lo cual ya fue calculado anteriormente, para esto se debe consultar las hojas de datos de los fabricantes y hacer la relación de uso para la cantidad de usuarios conectados a estos equipos.

En el caso del CCR2116 según el DataSheet de Mikrotik para el modelo especificado anteriormente la potencia máxima de consumo con todos sus puertos en uso sería de 83 W, para el CCR2004 la potencia máxima consumida con todos sus puertos es de 48 W, para la OLT de la marca TP-Link su potencia de consumo máxima es de 70 W con todos sus módulos en uso. En el caso del Switch T2600G de TP-Link se consume una potencia máxima de 30 W, mientras que el Gateway de seguridad de Ubiquiti el USG-PRO-4 consume 40 W. (Ver tabla 9):

Tabla 9. Potencia y energía por equipos activos de los nodos de acceso.

NODO	OLT	P. OLT (W)	E. OLT (W/h)	CCR2 004	P. CCR2 004 (W)	E. CCR2 004 (W/h)	F W	P. F W (W)	E. FW (W/h)	CCR2 116	P. CCR2 116 (W)	E. CCR2 116 (W/h)	S W	P. SW(W)	E. SW (W/h)
PRINCIPAL - PUNTO DE ACCESO SAN JOSE	4	280	6720	1	48	1152	1	40	960	1	83	1992	1	30	720
INTERCEPCIÓN MIRANDA - TRONCAL 2 - CENTRO OESTE	4	280	6720	0	0	0	0	0	0	1	83	1992	0	0	0
VILLA OLIMPICA - CENTRO OESTE	3	210	5040	0	0	0	0	0	0	1	83	1992	0	0	0
BARRIO RICARDO MONTILLA - CENTRO/NORTE ESTE	3	210	5040	0	0	0	0	0	0	1	83	1992	0	0	0
BARRIO LA ESPERANZA - NORTE	4	280	6720	0	0	0	0	0	0	1	83	1992	0	0	0

NODO	OLT	P. OLT (W)	E. OLT (W/h)	CCR2 004	P. CCR2 004 (W)	E. CCR2 004 (W/h)	F W	P. F W (W)	E. FW (W/h)	CCR2 116	P. CCR2 116 (W)	E. CCR2 116 (W/h)	S W	P. SW(W)	E. SW (W/h)
OESTE-CENTRO															
EL CASTRERO - SUR OESTE	2	80	1920	0	0	0	0	0	0	1	83	1992	0	0	0
Total / Promedio	20	223,33	5360	1	48	1152	1	40	960	6	83	1992	1	30	720

Ahora, al realizar la sumatoria de la energía consumida por los equipos durante 24 horas de uso, se obtiene una media de consumo de 11544 W/h y una potencia media de 434,33 W a través del uso de las máximas capacidades de la OLT, CCR's, Switches y Gateway, considerando que sistemas activos de ventilación y otros elementos como luces aportan un consumo menor extra pero que se tomara en cuenta para la elección del sistema de respaldo fotovoltaico. Con el valor de potencia promedio a utilizar es óptimo el uso de un inversor no menor a 500 W para el arreglo de equipos.

Ahora para determinar la cantidad de paneles solares se debe conocer la cantidad de Horas de Sol Pico (HSP) que percibe San Juan de los Morros, Estado Guárico, esto se determinó mediante el uso mapas de radiación solar aportados por la Photovoltaic Geographical Information System de la Unión Europea que brinda un mapa detallado con datos de percepción solar en la región observado en la figura 70, de allí se obtiene la irradiación solar mensual del último año con datos que corresponde al año 2015, en donde el mínimo valor es de 144,55 kWh/m². (Ver figura 71)

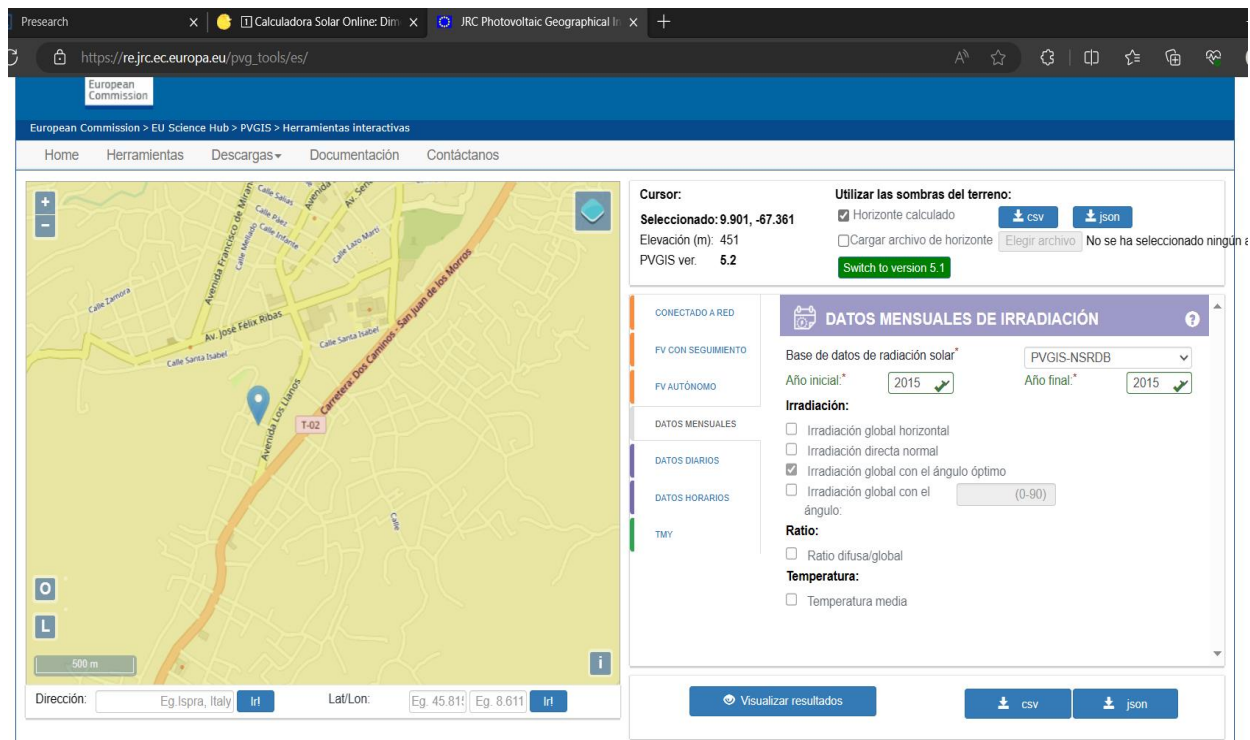


Figura 70. Portal de la Photovoltaic Geographical Information System con ubicación de San Juan de los Morros.
Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

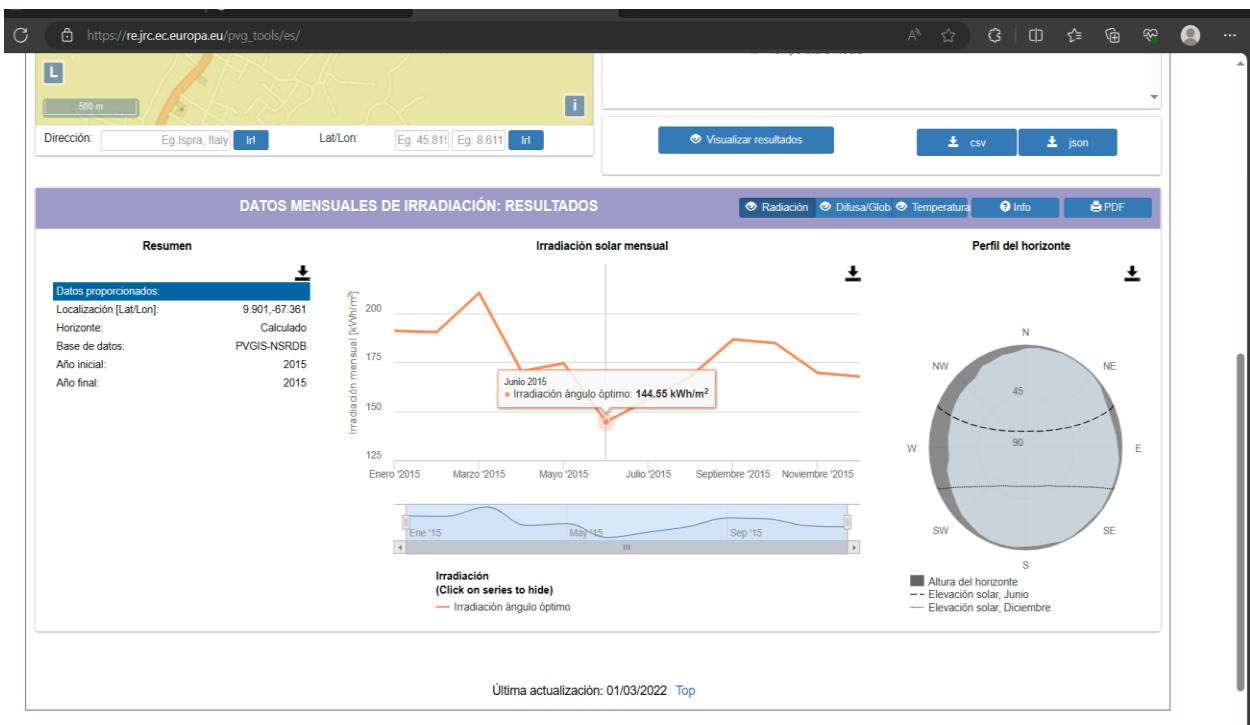


Figura 71. Portal de la Photovoltaic Geographical Information System con datos de irradiación solar del año 2015 en San Juan de los Morros.
Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Con este valor y conociendo la latitud del nodo Mirador en San Juan de los Morros (9,901°), mediante el uso de la Calculadora de HSP de Solarpedia que mediante parámetros de geolocalización y radiación de energía solar determinara el ángulo de inclinación optimo según esta ubicación (Ver figura 72) y las Horas Sol Pico acorde a la irradiación mínima anual que se obtuvo (Ver figura 73).

https://www.solarpedia.info/curso-energia-solar/calculadora-solar-online/#Calculadora_de_Horas_Solar_Pico_HSP

Energía aprovechable del sol
Como siguiente paso para determinar el número de paneles solares necesarios, deberá calcular la hora solar pico (HSP) de su zona geográfica, para ello siga las indicaciones:

Instalación pensada para... *
Para todo el año (12 ...)

Latitud de su zona geográfica *
9.901

Esta configuración repercutirá en el ángulo de inclinación.
Seleccione su ubicación en el mapa del enlace para averiguar su latitud.

Ángulo de Inclinación IDAE
0 grados

Este es el ángulo óptimo aproximado según IDAE, itérela en el mapa de irradiación solar para obtener el óptimo real.

Busque su ubicación en el mapa de irradiación solar para obtener la información que necesita completar. Para ello, acceda al primer enlace de abajo o al segundo si necesita más instrucciones.

Mapa: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/

Figura 72. Portal de Solarpedia para el conocer el ángulo de inclinación.
Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

HSP de diseño
En la pestaña de "datos mensuales" en el mapa de enlace, seleccione la opción Irradiación global con ángulo óptimo, dele a visualizar resultados y extraiga la siguiente información del gráfico:

Irradiación solar MÁS BAJA del último año
144,55

Horas Solares Pico diarias
4.74 h

Recordar este dato porque nos servirá para los próximos cálculos.

Figura 73. Portal de Solarpedia para el cálculo de HSP.
Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Obteniendo de esta forma que en San Juan de los Morros existe en promedio 4,74 HSP anuales en promedio considerando cambios de estación y otros factores, además de tomar en cuenta una inclinación de 0° para los paneles solares. Ahora para conocer la cantidad de paneles solares del arreglo se toma de referencia un panel con capacidad de 410 W/h como el estándar de mercado y que según la energía requerida de 11544 W/h que

se puede aproximar a 11600 W/h por consumo de otros elementos, se realiza la siguiente relación (Ecuación 10):

$$N^{\circ} \text{ paneles} = \frac{\left(\frac{E_t}{E.p}\right)}{HSP} = \frac{\left(\frac{11600 \frac{W}{h}}{410 W}\right)}{4,74 HSP} = 5,97 \approx 6 \text{ paneles} \quad \text{Ecuación 10. Lugo, Ramírez (2023)}$$

Las baterías se determinan mediante la capacidad de almacenamiento que posea cada unidad, tomando de referencia una batería de litio de 100 Ah y 12,8 V que almacena en total 1280 W/h de los cuales como recomendación de uso para evitar agotar el 100% de la profundidad de descarga se recurrirá al uso de solo el 80% de la celda obteniendo 1024 W/h de capacidad utilizable, por otro lado, la energía a requerida al banco de batería se concentra en periodos de poca generación solar durante la noche en su mayoría, de la energía total a usar se consumirá en un 60% siendo de 6960 W/h. Obteniendo el número de baterías mediante la siguiente relación (Ecuación 11):

$$N^{\circ} \text{ de baterías} = \frac{6960 \frac{W}{h}}{\left(1024 \frac{W}{h}\right)} = 6,8 \approx 7 \text{ baterías} \quad \text{Ecuación 11. Lugo, Ramírez (2023)}$$

Se seleccionaran los siguientes componentes para el sistema fotovoltaico:

1. Inversor: Del tipo Híbrido de la Marca Must LVHM con 1000 W - 24 V / 120 V y un rango de corriente de 20 a 60 A de carga.
2. Baterías: Baterías de la marca Voltec tecnología Litio LiFePO4 con capacidad de 100 Ah, 12,8 V y 1280 W/h.
3. Panel solar: Paneles de la marca BigProd modelo PANEL-400 con 400 W y 36 V, fabricado monocristalino.
4. Controlador de Carga: MPPT PC18-6015A de la marca Must con capacidad máxima de corriente de batería 60 A, voltaje máximo de entrada del panel de 100 V, con capacidad de protección contra desfase y subidas de tensión.

Para estas prestaciones se puede satisfacer a los nodos de red de forma continua durante largos periodos de falla eléctrica mientras se mantenga el correspondiente mantenimiento y uso de los componentes. Considerando un generador eléctrico de respaldo con capacidades no menores a 12000 W/h donde se puede considerar el generador Genpar modelo GG15000-h2we con potencia de arranque de 15000 W y máxima de 12000 W, 120/240 V y 21 HP.

e. Selección de fibra óptica:

En este apartado se detallan los tipos de fibra a emplear para el diseño, sin embargo, su longitud será determinado mediante el diseño a realizar. (Ver tabla 10)

Tabla 10. Tipos de fibra a emplear para el diseño.

Fibra Óptica	Descripción
ADSS Monomodo 96 Hilos (Span 150 m)	Dedicado para el troncal principal
ADSS Monomodo 48 Hilos (Span 100 m)	Para líneas de respaldo y apoyo del tendido interno
ADSS Monomodo 12 Hilos (Span 100 m)	Para conexiones internas entre el troncal y los sectores y urbanizaciones
Drop Monomodo 2 Hilos (Span 80 m)	Dedicado para la conexión a clientes

5.2.7. Elementos de Instalación

- Kit de Instalación de Fibra Óptica

Es un conjunto de herramientas especializadas diseñadas para optimizar el mantenimiento de la fibra óptica. Este kit de herramientas incluye una variedad de herramientas para diversas tareas como cortar, preparar, empalmar y reparar cables de fibra óptica. Estas herramientas permiten al usuario realizar el mantenimiento de la fibra óptica de forma rápida y eficiente (Ver figura 74). El kit de Instalación de Fibra Óptica contiene las siguientes herramientas:

- 1 Power Meter
- 1 Laser de Pruebas
- 1 Cortadora Profesional
- 2 Peladores de Fibra
- 2 Bases de Corte
- 280 Toallas de limpieza de fibra
- 1 Bolso de material resistente
- 1 Llave Allen
- 5 Conectores SC-APC Profesionales
- 5 Conectores SC-UPC Profesionales



Figura 74. Kit de Instalación de Fibra Óptica.
Fuente: MercadoLibre (s.f.)

- Flejadora: Son herramientas específicas utilizadas para asegurar los cables de fibra óptica durante su instalación o mantenimiento. Estas flejadoras están diseñadas para trabajar con flejes especiales que son adecuados para la protección y sujeción de los cables de fibra óptica. (Ver figura 75)



Figura 75. Flejadora.
Figura: SEAFON (s.f.)

- OTDR: Emite pulsos de luz en el cable y luego mide la cantidad de luz reflejada en función del tiempo. Esto permite obtener información sobre la atenuación, la pérdida y la reflectividad a lo largo del cable de fibra óptica. El OTDR es una herramienta esencial para la instalación, mantenimiento y solución de problemas en redes de fibra óptica (Ver figura 76). Permite identificar y localizar pérdidas, roturas, curvaturas excesivas y otros problemas en el cable de fibra óptica.



Figura 76. OTDR.
Fuente: Amazon. (s.f.)

- Fusionadora: Es una herramienta utilizada para fusionar dos fibras ópticas en una sola conexión. Esta fusión se realiza mediante la aplicación de calor y presión controlados para unir las fibras de manera permanente. (Ver figura 77)

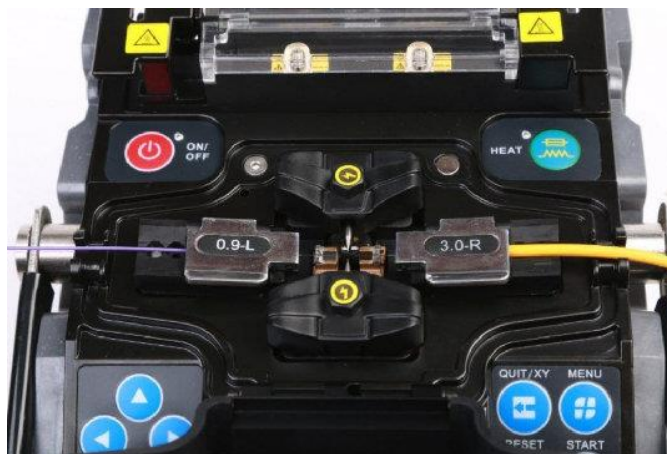


Figura 77. Fusionadora de Fibra Óptica.
Fuente: Rodríguez, A. (2020, 16 febrero)

5.2.8. Elementos para diagnóstico de la red

- Bobina de Lanzamiento: Es un dispositivo utilizado en pruebas y mediciones de redes de fibra óptica. Consiste en un rollo de cable de fibra óptica con conectores en sus extremos. Se utiliza para conectar un OTDR (Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo) al enlace de fibra óptica que se va a medir. La bobina de lanzamiento se utiliza para eliminar la zona muerta inicial y poder caracterizar el conector inicial del enlace de fibra óptica (Ver figura 78). Al conectar la bobina de

lanzamiento al OTDR, se puede obtener una medición más precisa y confiable de la atenuación y la reflectancia del enlace de fibra óptica.



Figura 78. Bobina de Lanzamiento.
Fuente: KS Estec. (s.f.)

- VFL: Es útil para identificar fallos en cables de fibra óptica, como roturas o curvaturas excesivas, que pueden causar pérdida o degradación de la señal. Al emitir una luz visible, el VFL permite a los técnicos seguir visualmente la trayectoria del cable de fibra óptica e identificar cualquier problema a lo largo del recorrido (Ver figura 79). Al utilizar un VFL, es importante seguir las precauciones de seguridad, como evitar la exposición directa de los ojos a la luz láser y manipular el cable de fibra óptica con cuidado para evitar daños.

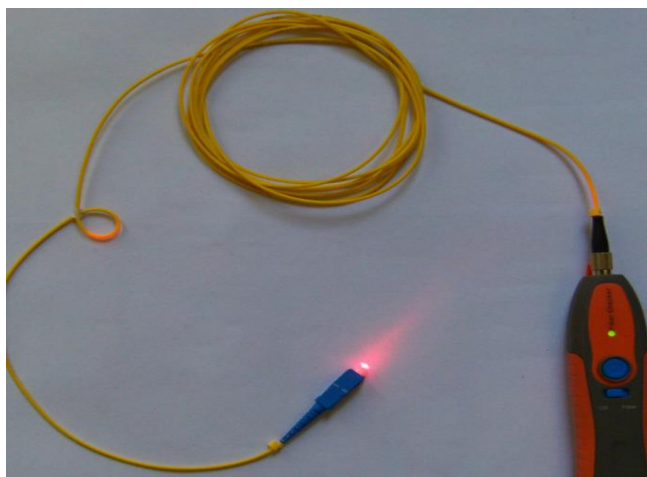


Figura 79. VFL.
Fuente: Fumero, H. (2016)

- Power Meter: Es un medidor de potencia para fibra óptica es un dispositivo utilizado para medir la potencia óptica en una conexión de fibra óptica. Este medidor de potencia óptica es una herramienta esencial para la instalación, mantenimiento y solución de problemas en redes de fibra óptica. (Ver figura 80)



Figura 80. Power Meter.
Fuente: SS TECNOLOGIA C.A. (s.f.)

- Pluma de limpieza de fibra óptica: Es una herramienta utilizada para limpiar los conectores de fibra óptica y garantizar una conexión óptima y sin pérdidas de señal. Estas plumas limpiadoras suelen tener una punta suave y flexible que se utiliza para eliminar el polvo, suciedad y residuos de los conectores de fibra óptica. (Ver figura 81)



Figura 81. Pluma de limpieza de fibra óptica.
Fuente: Amazon (s.f.)

5.3. Fase III Diseño de un modelo de red FTTX para obtener una conexión de Internet de alta velocidad y fiabilidad en San Juan de los Morros, estado Guárico

5.3.1. Pasos para diseñar una red FTTX

Los pasos para diseñar una red FTTX (Fiber to the X) son los siguientes:

- Paso 1. Estudio de la zona:
 - Estudio de la Infraestructura existente: En este paso se estudió la conexión aérea por parte de los postes instalados en San Juan de los Morros, estado Guárico. La existencia de tanquillas y conexiones subterráneas para verificar su factibilidad de uso.
 - Densidad de la población en la zona: Para esta etapa se estudió la población total, tomando en cuenta un 70% como máximo de usuarios a lo que se aspira tomar como clientes totales debido a factor competencia y elección del servicio.
- Paso 2. Análisis de la competencia:
 - Estudio de los proveedores existentes en la región: Como continuación del paso anterior, se puede decir que actualmente en San Juan de los Morros se tienen alternativas de servicios de Internet aplicando sistemas satelitales, cable telefónico y en poco porcentaje mediante fibra óptica, el cual es esencial para la puesta en marcha de un diseño factible.
- Paso 3. Diseño de la red de fibra óptica:
 - Estudio de topología: La posible redundancia debido a las entradas y las calles de acceso a las comunidades y la distribución de usuarios para hacer un tendido apto para evitar la caída del sistema de Internet, estableciendo un servicio óptimo para los usuarios.
 - Elección del diseño: Diseño más factible para garantizar calidad y rendimiento a los usuarios, considerando los factores geográficos y técnicos en el posterior desarrollo del diseño.
- Paso 4. Elección de componentes para el diseño:
 - Componentes activos: garantizan la capacidad y distribución de ancho de banda para los posibles usuarios de la red.

- Componentes pasivos: determinan cantidades acorde al diseño seleccionado para llevar el tendido hacia el usuario.
- Paso 5. Estudio de la viabilidad económica:
 - Acorde a los equipos seleccionados para el diseño, tomando en cuenta los factores necesarios para la instalación se realizarán comparativas de costos de equipos y un estudio de factibilidad a largo plazo para la red.

5.3.2. Configuración de TOMODAT2

Para este punto se debe primeramente crear un usuario en la página de Tomodatlatam.com y luego al ingresar con las credenciales se tiene la siguiente interfaz (Ver figura 82):

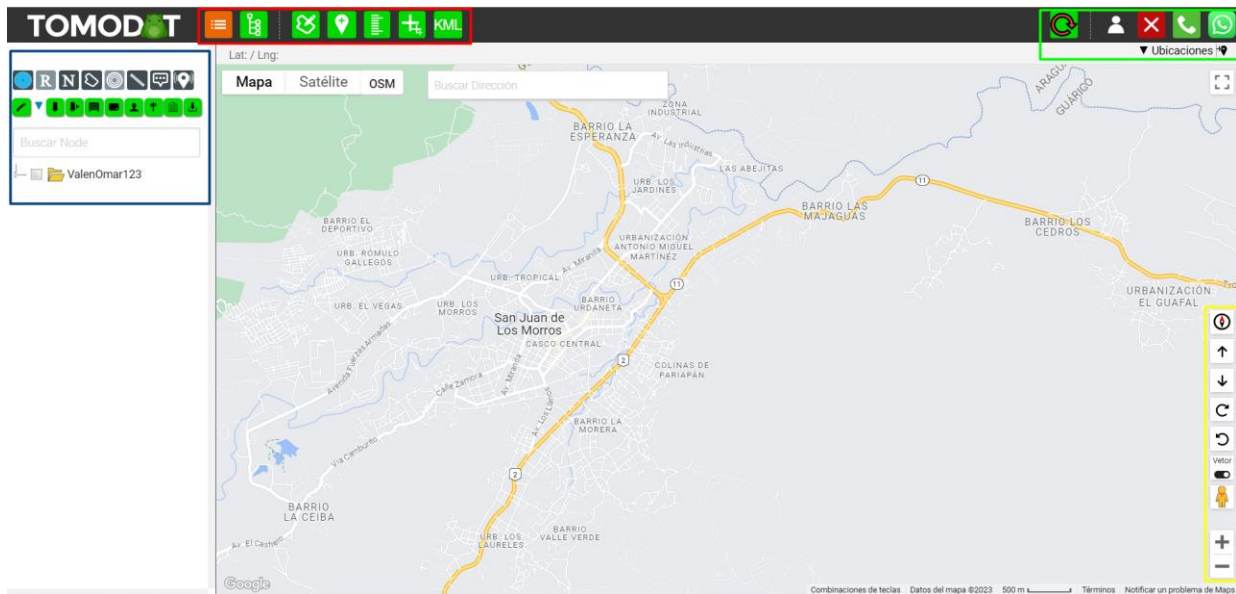


Figura 82. Pantalla inicial de Tomodat2.

Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Para describir la figura anterior se tienen cuatro secciones, en el panel izquierdo marcado en azul se tienen opciones de visualización y ocultar elementos del mapa además de tener el archivo de componentes que se van creando en el proyecto, en la parte superior se ubica un panel de opciones con configuraciones de componentes y las opciones principales que de izquierda a derecha son organización del archivo, realización de regiones en el mapa, dibujo de cableado, medición, colocación de componentes en serie e importación de archivo. Por otro lado, en la sección superior derecha se tienen

configuración de usuario, y en la sección inferior izquierda los controles para navegación del mapa.

Ahora conociendo la manera de navegar entre las opciones se debe proceder a configurar los equipos y materiales a utilizar en la simulación. Se procede a desplegar las opciones de parametrización. (Ver figura 83)



Figura 83. Opciones de parametrización.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Por cada opción se procede a describir los parámetros requeridos para el diseño:

- Configuración de cables:

Al acceder en la opción “Tipos de cables” se despliega la siguiente interfaz (Ver figura 84):

Tipos de cable								
Nuevo tipo de cable de fibra óptica Nuevo tipo de cable UTP Nuevo tipo de cordoalha Busca...								
Nombre	Categoría	Fabricante	Número de fibras	Código	Código de colores	Color	Costo por metro	Acciones
FURUKAWA-24FO	Cabo de fibra	FURUKAWA	24	CFOA-AS80-24FO	brasileño		4,80 reales	
FURUKAWA-2FO	Cabo de fibra	FURUKAWA	2	CFOA-ASU80-2FO	brasileño		1,20 reales	
FURUKAWA-36FO	Cabo de fibra	FURUKAWA	36	CFOA-AS-80-36FO	brasileño		5,40 reales	
FURUKAWA-48FO	Cabo de fibra	FURUKAWA	48	CFOA-AS80-48FO	brasileño		7,00 reales	
FURUKAWA-6FO	Cabo de fibra	FURUKAWA	6	CFOA-ASU80-6FO	brasileño		1,70 reales	
FURUKAWA-ASU-12FO	Cabo de fibra	FURUKAWA	12	CFOA-ASU80-12FO	brasileño		1,90 reales	

Figura 84. Tipos de cables en Tomodat2.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Al ingresar a “Nuevo tipo de cable de fibra óptica” se observan las siguientes opciones (Ver figura 85):

Novo cabo de fibra óptica

Nome:

Código de cores:

Cor para visualização no mapa:

Fabricante:

Código:

Custo do metro:

Número de fibras:

Número de tubos:

Figura 85. Opciones nuevo tipo de cable de fibra óptica.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Para cada tipo de cable de fibra óptica que se empleara se adaptaran los valores acordes a sus características reales, obteniendo lo siguiente (Ver figura 86):

Tipos de cable

Nueva tipo de cable de fibra óptica			Nuevo tipo de cable UTP			Nuevo tipo de cordoalha		
Busca...								
Nombre	Categoría	Fabricante	Número de fibras	Código	Codigo de colores	Color	Costo por metro	Acciones
ADSS 12H G652D Monomodo	Cabo de fibra	UJAP	12	AD12	Internacional		R\$0,11	

Figura 86. Cables configurados en Tomodat2.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Al observar la figura anterior se puede destacar los cables a usar para el diseño entre las fibras ópticas ADSS de 12 hilos, 24 hilos, 48 hilos y 96 hilos, y la fibra óptica DROP de 2 hilos adaptadas al código de colores de fibra Internacional y cada una con un coste relativo a los proveedores utilizados para el diseño.

- Configuración de puntos de acceso:

Al hacer clic en “Tipos de punto de acceso” se observan las siguientes opciones en la figura 87:

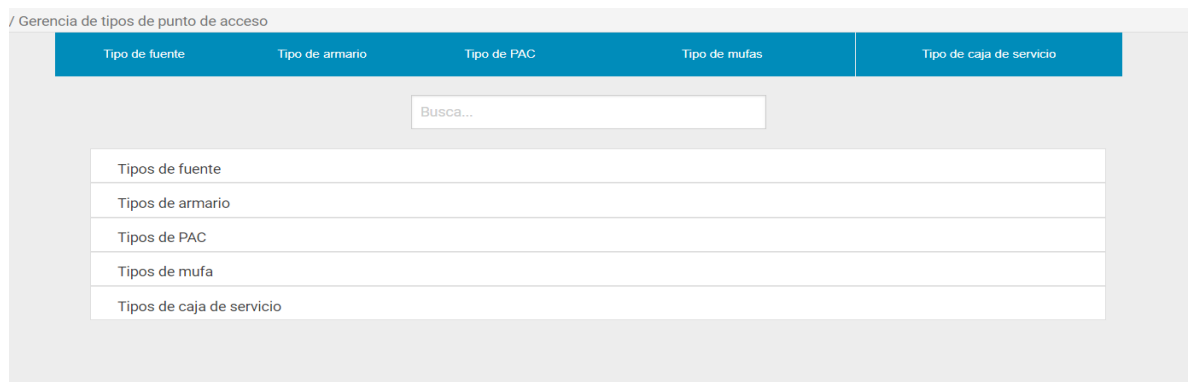


Figura 87. Tipos de punto de acceso.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

- Configuración de las propiedades del armario “RACK” observada en la figura 88:

Nome	Fabricante	Código	Ícone	Imagem	Custo	Ação
ARMARIO01	Quest International	PowerEdge 2420			R\$808,00	 

Figura 88. Propiedades del Armario “RACK”.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

- Configuración de las propiedades de la manga observada en la figura 89:

Nome	Fabricante	Código	Ícone	Imagem	Custo	Ação
FK-CEO-4T	FURUKAWA	FK-CEO-4T			R\$220,00	 
MK-CEO-6M-240F	MAKARELLI	FK-CEO-6M-240F			R\$145,00	 

Figura 89. Propiedades de la manga.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023).

- Configuración de las propiedades de las cajas de servicio observada en la figura 90:

Tipos de caja de servicio

Nome	Fabricante	Código	Ícone	Máximo de portas	Spliter inicial	Imagem	Custo	Ação
Caja NAP 16 Puertos	Makarelli	C-NAP-16P		16 portas	16 fibras		R\$32,99	 

Figura 90. Propiedades de las cajas de servicio.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

- Configuración de equipos activos:

Al ingresar a la opción “Modelos de activos de red” se observan los equipos de red para ser configurados, luego al estar en la interfaz se debe hacer clic en “Nuevo modelo de activos de red” se visualizan las opciones a configurar por cada equipo observando la figura 91.

Gerencia de modelos de activos de red

Nuevo modelo de activos de red

Novo modelo de ativo de rede

Nome:

Fabricante:

Tecnologia:

Tipo:

Preço:

Número de portas:

Imagem:

Contagem de portas à partir de: ☐ 0 ☒ 1

Definição das portas

Porta 1:

Acciones:              

Figura 91. Configuración de equipos activos.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023).

- Configuración de las propiedades de la OLT observada en la figura 92:

Nombre	Categoría	Fabricante	Precio	Tecnología	Imagen
DS-P7001-08-8 Puertos Gpon-2 Puertos Sfp +10gb	OLT	TP-LINK	R\$2.533,00	GPON	

Número de puerta	Tipo de puerta	Red	SXDX	Longitud de ola
1	SFP			
2	SFP			
3	SFP			
4	SFP			
5	SFP			
6	SFP			
7	SFP			
8	SFP			

Figura 92. Puertos configurados de la OLT.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

- Puertos configurados del CCR2116 observados en la figura 93:

Nombre	Categoría	Fabricante	Precio	Tecnología	Imagen
CCR2116-12G-4S+	SWITCH	MIKROTIK	R\$1.257,40	GPON	

Número de puerta	Tipo de puerta	Red	SXDX	Longitud de ola
1	SFP			
2	SFP			
3	SFP			
4	SFP			
5	GE	10/100/1000Mb		
6	GE	10/100/1000Mb		
7	GE	10/100/1000Mb		
8	GE	10/100/1000Mb		
9	GE	10/100/1000Mb		
10	GE	10/100/1000Mb		
11	GE	10/100/1000Mb		
12	GE	10/100/1000Mb		
13	GE	10/100/1000Mb		
14	GE	10/100/1000Mb		
15	GE	10/100/1000Mb		
16	GE	10/100/1000Mb		
17	GE	10/100/1000Mb		

Figura 93. Puertos configurados del CCR2116.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023).

- Puertos configurados del CCR2004 observados en la figura 94:

Nombre	Categoría	Fabricante	Precio	Tecnología	Imagen
CCR2004-16G-2S+PC	SWITCH	MIKROTIK	R\$550,00	EPON	
Número de puerta	Tipo de puerta	Red	SXDX	Longitud de ola	
1	GE	10/100/1000Mb			
2	GE	10/100/1000Mb			
3	GE	10/100/1000Mb			
4	GE	10/100/1000Mb			
5	GE	10/100/1000Mb			
6	GE	10/100/1000Mb			
7	GE	10/100/1000Mb			
8	GE	10/100/1000Mb			
9	GE	10/100/1000Mb			
10	GE	10/100/1000Mb			
11	GE	10/100/1000Mb			
12	GE	10/100/1000Mb			
13	GE	10/100/1000Mb			
14	GE	10/100/1000Mb			
15	GE	10/100/1000Mb			
16	GE	10/100/1000Mb			
17	SFP				
18	SFP				

Figura 94. Puertos configurados del CCR2004.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023).

- Puerto de conversor de RJ-45 a SFP observado en la figura 95:

Nombre	Categoría	Fabricante	Precio	Tecnología	Imagen
Ufiber Módulo Ethernet Uf-rj45-10g A Sfp+ 1/10 Gbps 1052-16	Módulo SFP	UBIQUITI	R\$126,00	EPON	
Número de puerta	Tipo de puerta	Red	SXDX	Longitud de ola	
1	GE	1000Mb			

Figura 95. Puerto de conversor RJ-45 a SFP.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Propiedades de configuración de todos los equipos activos como OLT, CCR, Conversor RJ-45 a SFP observadas en la figura 96.

Nuevo modelo de activos de red						
Busca...						
Nombre	Tipo	Fabricante	Tecnología	Precio	Imagen	Acciones
CCR2004-16G-2S+PC	SWITCH	MIKROTIK	EPON	R\$550,00		 
CCR2116-12G-4S+	SWITCH	MIKROTIK	GPON	R\$1.257,40		 
CRS226G-2S+	SWITCH	MIKROTIK		R\$1.600,00		 
DELL POWERCONNECT 2848	SWITCH	DELL		R\$3.000,00		 
DS-P7001-08-8 Puertos Gpon-2 Puertos Sfp +10gb	OLT	TP-LINK	GPON	R\$2.533,00		 
MC220L	CONVERSOR DE FIBRA	TP-LINK		R\$200,00		 
OLT HIOSO	OLT	HIOSO	EPON	R\$10.000,00		 
OLT PARKS	OLT	PARKS	GPON	R\$20.000,00		 
T2600G-28SQ	SWITCH	TP-LINK	GPON	R\$745,00		 
Ufiber Módulo Ethernet Uf-rj45-10g A Sfp+ 1/10 Gbps 1052-16	MODULO SFP	UBIQUITI	EPON	R\$126,00		 

Figura 96. Propiedades de configuración de todos los equipos activos.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023).

- Configuración de Herrajes:

Al hacer clic en la opción “Herrajes” en las opciones de configuración se despliega la siguiente interfaz observada en la figura 97, y al hacer clic sobre “Agregar Nueva herraje” se pueden incluir otros herrajes con parámetros:

Agregar Nueva herraje

Nova ferragem

Nome:

Preço:

Tipo de contagem:

--selecione--

Descrição:

Imagem

Escolher arquivo

Confirmar

Cancelar

Figura 97. Pestaña de configuración de herraje.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

- Propiedades de configuración de los herrajes observados en la figura 98:

Agregar Nueva herraje

Nombre	Precio	Tipo de recuento	Imagen	Descripción	Acciones
Fleje 0,22 mm	R\$1,81	Metros		Espesor 3/4, Ancho 0,22 mm	 
Hebilla 3/4	R\$12,00	Unitario			 
Herraje Tipo B	R\$38,00	Unitario		Para ADSS de 9-11.1mm	 
Herraje Tipo D	R\$2,00	Unitario			 
Herraje Tipo J	R\$16,00	Unitario		Para ADSS 10 a 15 mm	 
Preformado 10mm 11mm	R\$7,30	Unitario		Para fibra óptica ADSS 24H, 48H, 72H, 96H	 
Preformado 7mm 8mm	R\$3,50	Unitario		Para fibras ópticas ADSS 4H, 8H, 12H	 
Tensor y Soporte Tipo S	R\$2,00	Unitario		Para fibra óptica DROP	 

Figura 98. Propiedades de los herrajes.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023).

- Configuración de valores predeterminados:

Al hacer clic en el panel de opciones sobre “Valores predeterminados” se observan en la figura 99 con valores editables sobre atenuación de la fibra y los splitters:

Pérdida Splitter 2 Puertas	4.7 dB
Pérdida Splitter 4 Puertas	6 dB
Pérdida Splitter 8 Puertas	10.4 dB
Pérdida Splitter 16 Puertas	14.3 dB
Pérdida Splitter 32 Puertas	17.4 dB
Pérdida Splitter 64 Puertas	20.1 dB
Pérdida/Kilómetro 1550	0.2 dB
Pérdida/Kilómetro 1490	0.24 dB
Pérdida/Kilómetro 1310	0.35 dB
Pérdida/Kilómetro 850	3.5 dB
Reserva Automatica em Caixas de Atendimento e Caixas de Emenda	10 metros
Recargar sinal das ONUs	minutos

Figura 99. Valores de atenuación de la Fibra y Splitters.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

5.3.3. Diseño de red en TOMODAT2

Al plantear la solución para un diseño de red FTTX para la región de San Juan de los Morros mediante el programa de simulación TOMODAT2 se debe simplificar la estructuración de cada sector y la disposición de recursos para cada zona de la mejor manera al ser una ciudad lo suficientemente extensa, es así que en los siguientes puntos se detallaran los elementos esenciales como etapas de ejecución para un diseño FTTX considerando los puntos técnicos expuestos en las fases anteriores.

a) Ubicación de Nodos de Acceso:

Para un total de 8 sectores con 57 comunidades es necesario optar por ubicar distintos puntos de acceso alrededor de la zona para dividir la carga de trabajo, observar figura 100 para visualizar opciones de adición de elementos sobre el mapa. Ahora se ubican en puntos de la región con accesos múltiples mediante vía aérea y que reduzcan la longitud de transmisión o comunicación entre nodos siendo ideal una distancia menor a 20 Km por limitante de potencia de la OLT, esto se puede observar mediante la figura 101 y 102:

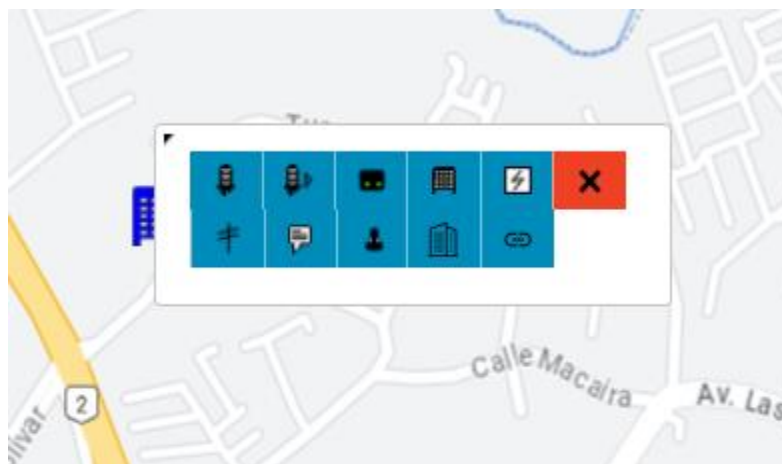


Figura 100. Opciones para añadir elementos al mapa.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 101. Ubicación norte de los nodos de acceso.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

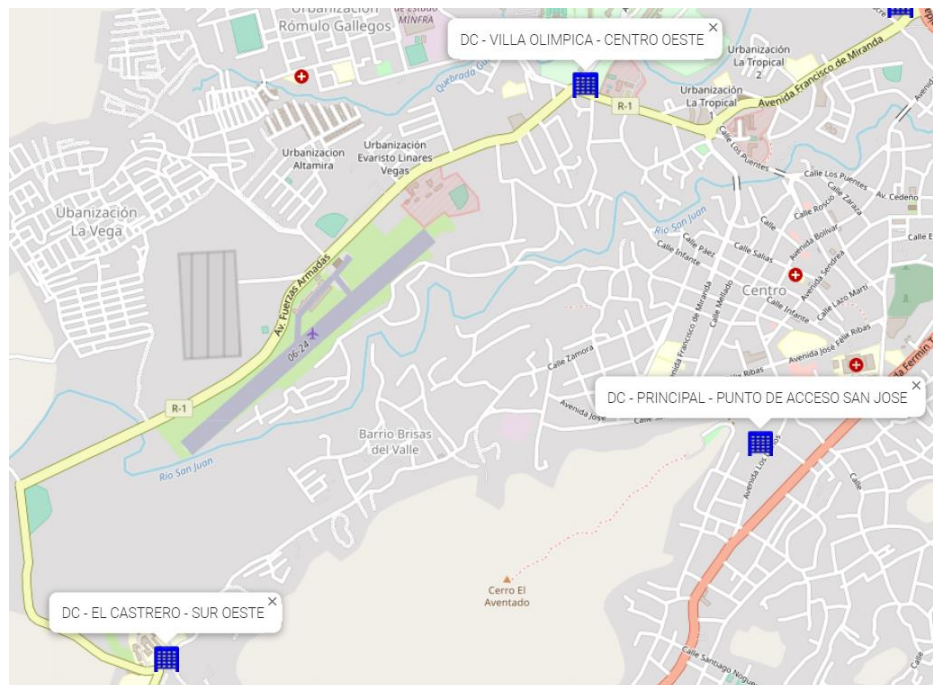


Figura 102. Ubicación sur de los nodos de acceso.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Entre las rutas de acceso por cada data center tenemos:

- ✓ DC – PRINCIPAL – SAN JOSE:
 - Av. Los Llanos vía Troncal 2 Sur

- Av. Los Llanos vía Casco Central
- ✓ DC – EL CASTRERO:
 - Av. Fuerzas Armadas vía sector Universidad y Zona Oeste
 - Vía Camburito interno por sector Sur Oeste y Centro
- ✓ DC – VILLA OLIMPICA:
 - Av. Fuerzas Armadas vía Zona Centro y Sur Oeste
 - Av. Rómulo Gallegos vía de intercepción con Av. Miranda Centro y Norte
- ✓ DC – INT. AV. MIRANDA / TRONCAL 2:
 - Av. Miranda vía Casco Central
 - Troncal 2 vía de intercepción con Zona Norte y Zona Este
- ✓ DC – RICARDO MONTILLA:
 - Troncal 2 vía intercepción con Zona Norte Este y Norte Centro
 - Troncal 2 vía Zona Centro Este y Sur Este
 - Vías internas de Barrio Bicentenario en zona Centro Este
- ✓ DC – LA ESPERANZA:
 - Troncal 2 vía zona Norte Oeste
 - Troncal 2 vía zona Norte Centro
 - Av. Simón Bolívar vía zona Casco Central
 - Av. Las Industrias interno al sector Norte Centro

b) Tendido Troncal y Alternativo:

✓ **Tendido Troncal:**

Para interconectar los nodos de acceso se plantearon las siguientes rutas troncales mediante el acceso aéreo formadas por fibras ADSS de 96 hilos donde se enviaran los PON dedicados a cada urbanización y comunidad, además de los hilos dedicados al abastecimiento de conexión desde el nodo principal a los nodos secundarios (Ver figuras 103 - 106).

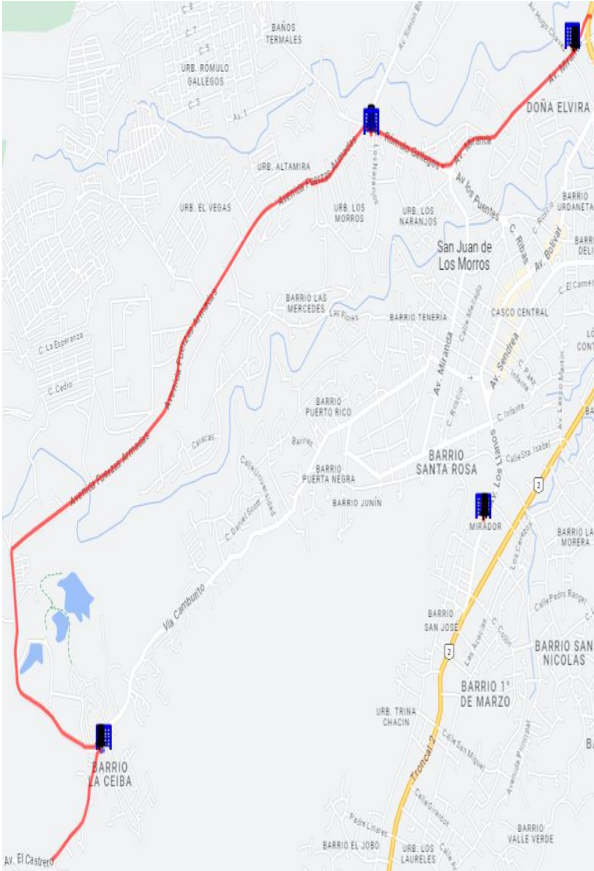


Figura 103. Troncal Oeste – Av. Miranda, Av. Rómulo Gallegos, Av. Fuerzas Armadas, Av. El Castrero.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

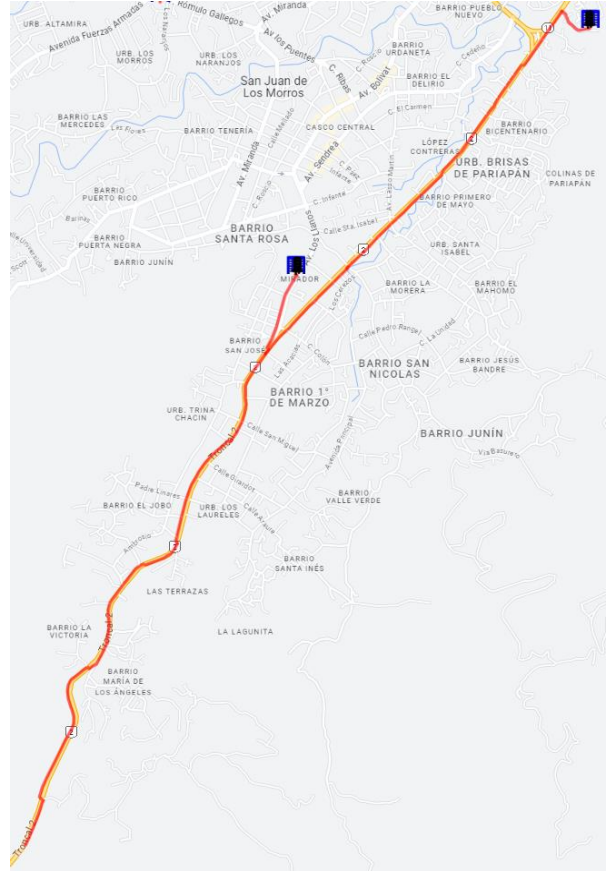


Figura 104. Troncal 2 – Centro Este – Av. Fermín Toro – Av. Los Llanos.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 105. Troncal 2 – Norte Oeste – Av. Felipe Acosta Carles – Av. Perimetral.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

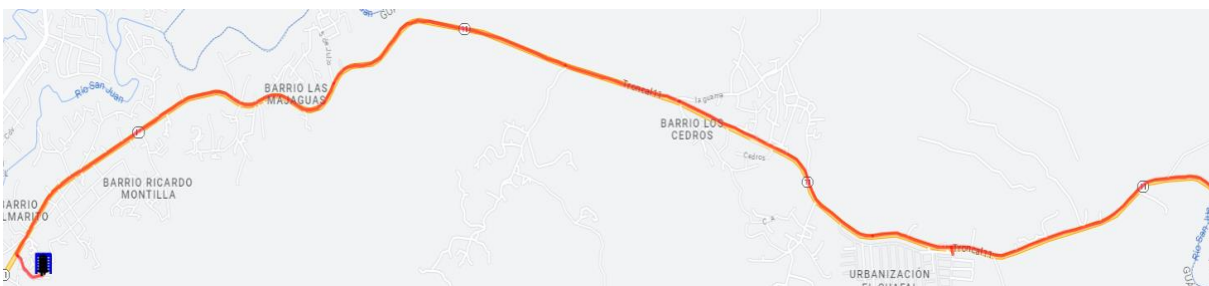


Figura 106. Troncal 11 – Norte Este – Av. Fermín Toro – C. Regional San Juan – San Sebastián.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Para conocer los materiales dedicados a estos tendidos se tiene la siguiente tabla 11:

Tabla 11. Materiales para troncal principal.

Troncal	N _R	N _C	T (m)	N _p	Pf _T	J	D o U	H	F (m)
T.O. - Av. M. – Av. R.G.- Av. F.A.	68	20	7092,42	284	235	284	235	401	200,7
Troncal 2 – Centro Este	65	24	4684,02	187	217	187	217	296	148,0
Troncal 2 Norte - Oeste	40	12	4132,77	165	138	165	138	234	117,0
Troncal 11 – Norte Este	92	12	9176,07	367	281	367	281	508	253,8
Totales	265	68	25085,28	1003	871	1003	871	1439	719,51

✓ **Tendido Alternativo:**

Para generar rutas de acceso alternativo tanto para los nodos y para el uso común de las comunidades alejadas del troncal principal se emplean fibras ADSS de 48 hilos ubicados de la siguiente forma (Ver figuras 107 - 115):

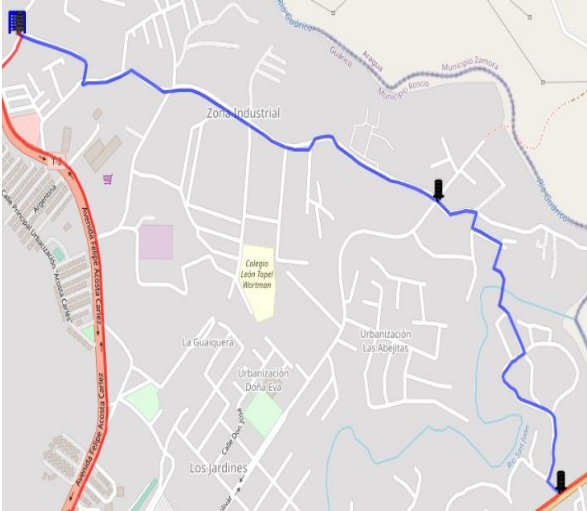


Figura 107. Av. Las Industrias – C. Principal Palmarito.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 108. C. Perimetral B. Los Cedros – B. El Guafal.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 109. Av. Simón Bolívar – Av. Antonio Jose de Sucre.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

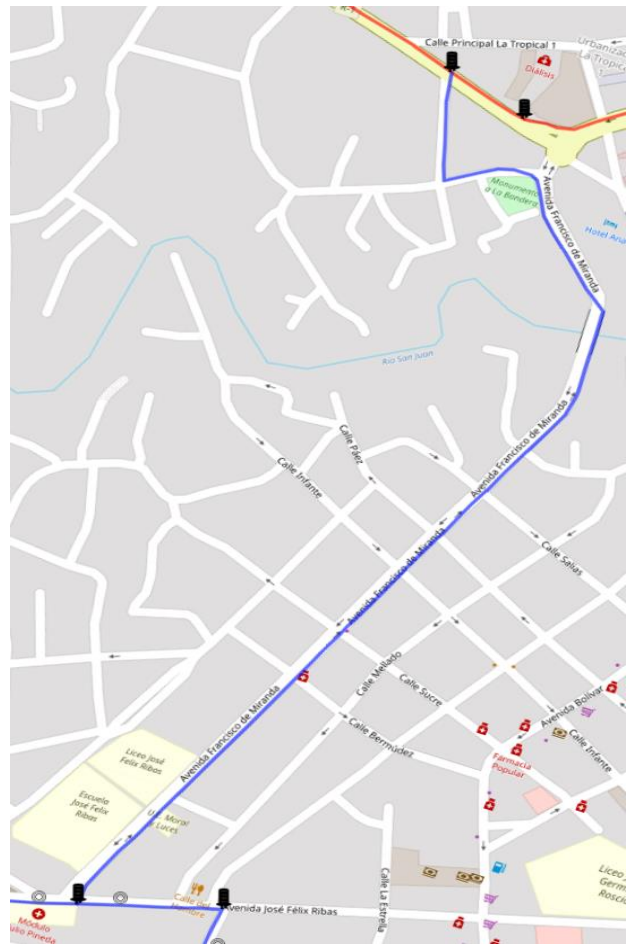


Figura 110. Av. Miranda Centro.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

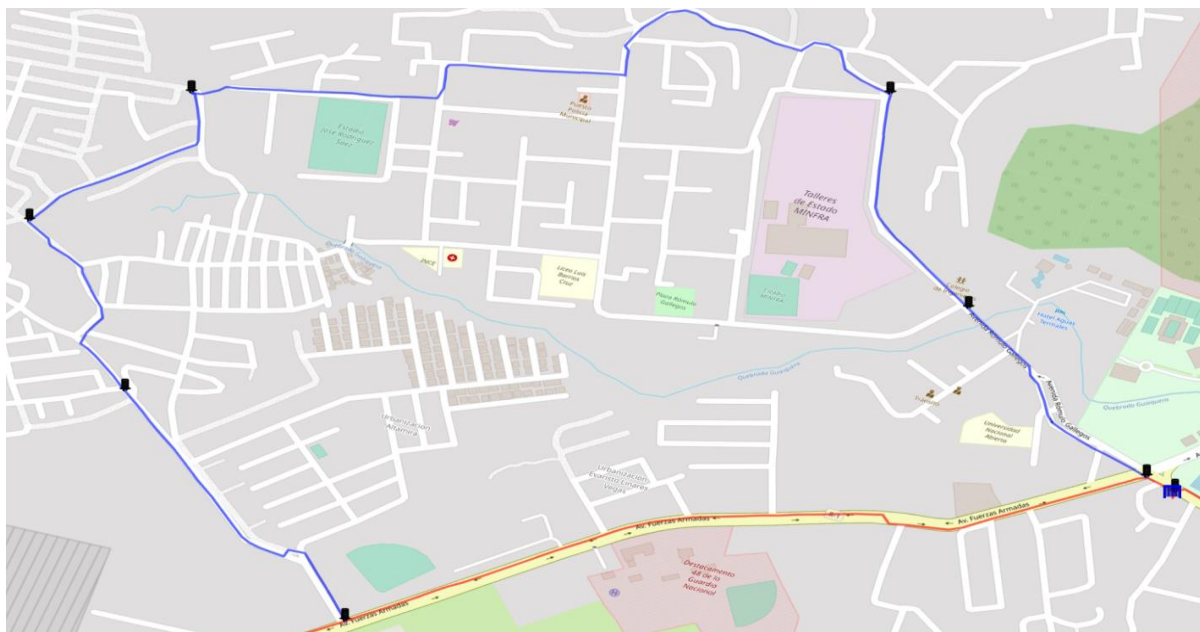


Figura 111. Av. Rómulo Gallegos – Av. 9 de diciembre – B. El Chaparral – B. El Deportivo – B. Altamira – B. La Vega.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

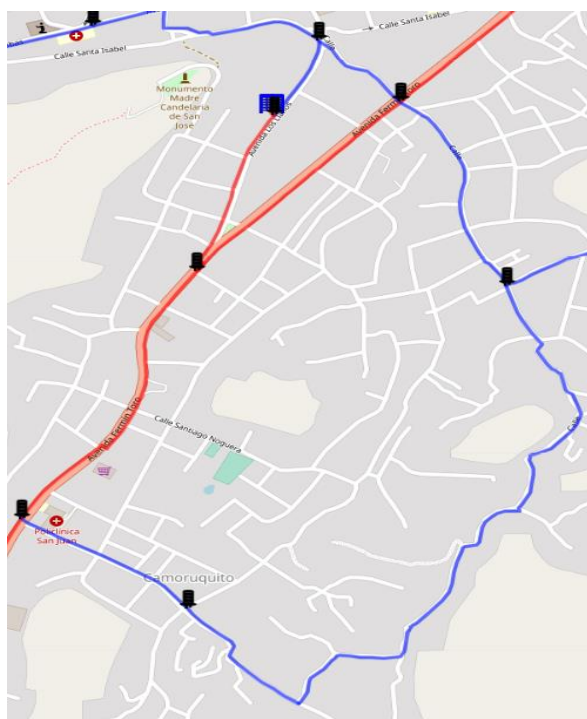


Figura 112. C. Principal la Morera – C. Perimetral Sur Este – C. Araure.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

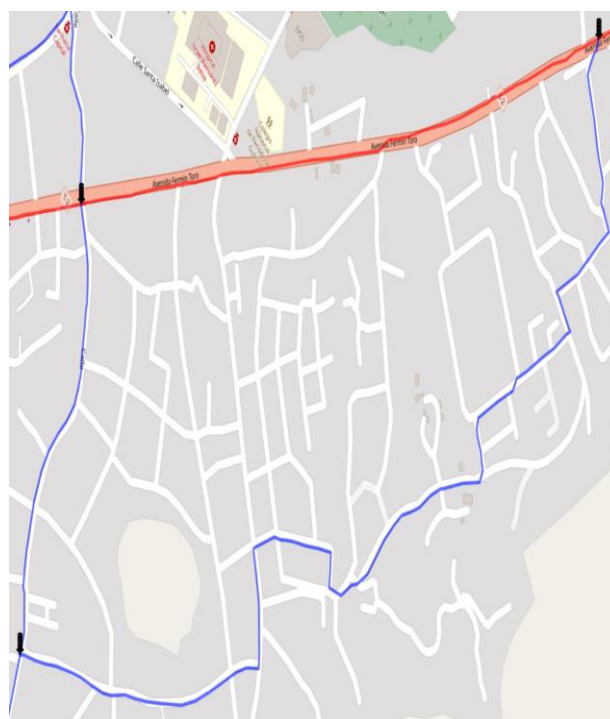


Figura 113. C. La Unidad – C. Colinas de Pariapán – C. Bolivariana – C. B. Bicentenario.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Un recorrido de 800 m aproximadamente con 27 postes comprometidos para el tendido alternativo.

- Intercepción Av. Las Industrias – C.P. Palmarito: Para realizar una conexión entre la región Norte Centro y la región Norte Este en lo cual son separadas por el río San Juan, esto permite la conexión entre los troncales 2 y 11 (Ver figura 118 y 119):

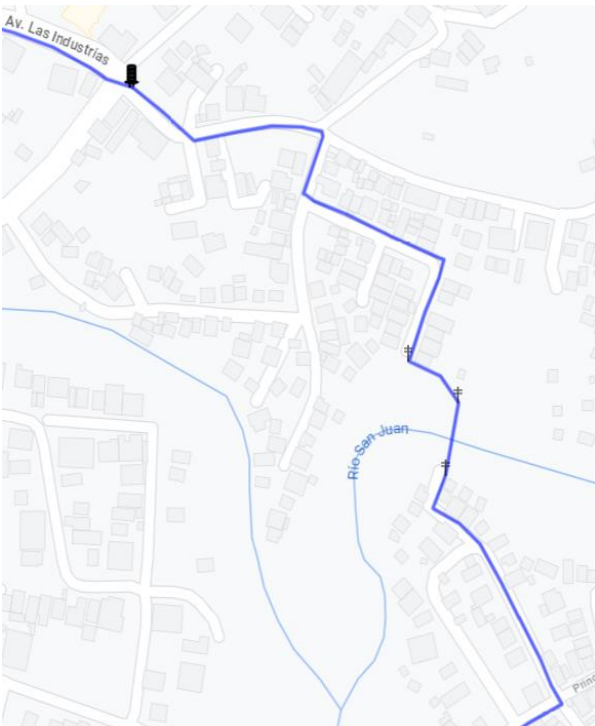


Figura 118. Intercepción Av. Las Industrias – C.P. Palmarito Mapa.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

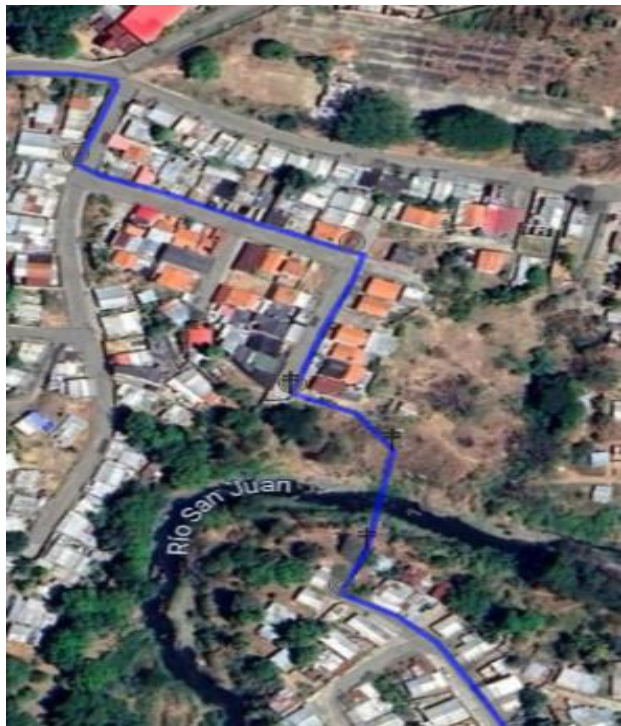


Figura 119. Intercepción Av. Las Industrias – C.P. Palmarito Satélite.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Este recorrido de 115 m aproximadamente con 3 postes faltantes.

- C. Perimetral Sur Este: Para interconectar los B. Santa Inés y el B. Valle Verde para la cobertura de estas regiones extensas y alejadas con carreteras con postes en estado irregular (Ver figura 120 y 121):

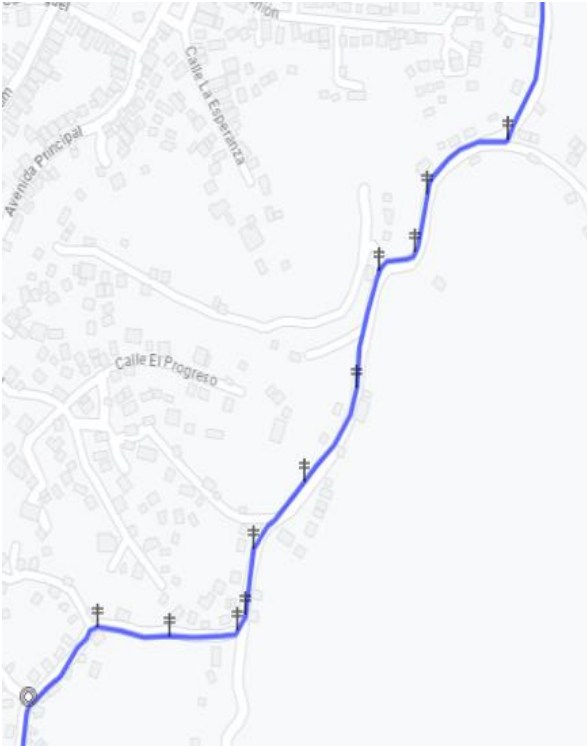


Figura 120. C. Perimetral Sur Este Mapa.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

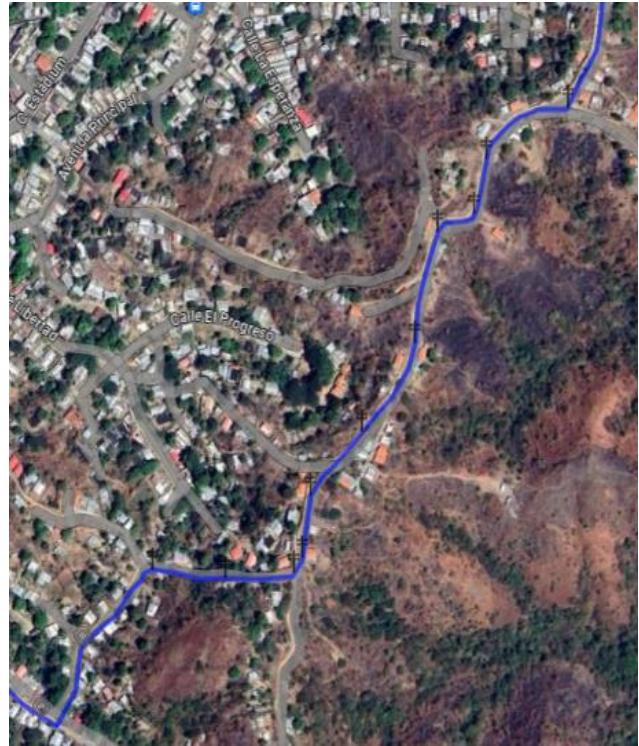


Figura 121. C. Perimetral Sur Este Satélite.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Un recorrido de 895 m aproximadamente con 11 postes irregulares en la carretera.

Para conocer los materiales dedicados a estos tendidos se tiene la siguiente tabla 12:

Tabla 12. Materiales para cada tendido alternativo.

Troncal	N_R	N_C	T (m)	N_p	Pf_T	J	D o U	H	F (m)
Av. Las Industrias – C.P. Palmarito	26	21	2813,18	113	126	113	126	176	87,8
C. Perimetral B. Los Cedros – B. El Guafal	41	15	3263,88	131	147	131	147	204	101,9
Av. Simón Bolívar – Av. Antonio Jose de Sucre	19	5	1878,42	75	69	75	69	110	54,8
Av. Miranda Centro	15	5	1590,64	64	58	64	58	93	46,3
C. Perimetral Centro Oeste	39	24	4052,35	162	171	162	171	247	123,7

Troncal	N _R	N _C	T (m)	N _p	Pf _T	J	D o U	H	F (m)
C.P. La Morera – C. Perimetral Sur Este	27	17	2661,32	106	117	106	117	165	82,4
C. Perimetral Centro Este	33	24	3320,43	133	151	133	151	208	104,2
C. Santa Rosa – Av. Jose Félix Ribas	16	7	1641,67	66	64	66	64	98	48,9
C. Zamora – Vía Camburito	24	10	2468,85	99	95	99	95	146	73,0
Totales	240	128	23690,74	948	997	948	997	1446	723,0

Cada una de estas fibras ópticas utilizadas para la red propuesta posee un cierto número de hilos con un código de colores Internacional que permiten identificar los hilos de potencia que se utilizan en la red, además de ser agrupados cada 12 hilos formando un “Buffer” que también sigue el código de colores y que a su vez protege este grupo de fibras de la humedad y daños externos, se puede describir mediante la figura 122:

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

Figura 122. Código de colores de la fibra óptica.

Fuente: Ávila, T. (2021, 10 diciembre)

Este concepto es primordial para comprender la distribución y la asignación de hilos de fibra para cada nodo u comunidad a la cual se le debe otorgar potencia, indagado en el siguiente punto y los posteriores.

c. Distribución de OLT's:

En esta sección se destaca la distribución de zonas y las OLT dedicadas a cada urbanización de San Juan de los Morros. Para crear una OLT dentro de un rack en TOMODAT2, en la parte superior existen opciones para agregar equipos activos como OLT, SWITCH, ROUTER, entre otros que fueron configurados anteriormente, también existe la opción de ubicar Splitters y generar un documento con la vista de elementos dentro del Rack. La asignación de OLT se realizó de la siguiente forma:

✓ **DC – PRINCIPAL – SAN JOSE:**

Para el Data Center principal se dedican cuatro OLT's, de las cuales una corresponde al Casco Central (Ver figura 123) y el resto al sector Sur Este (Ver figura 124):

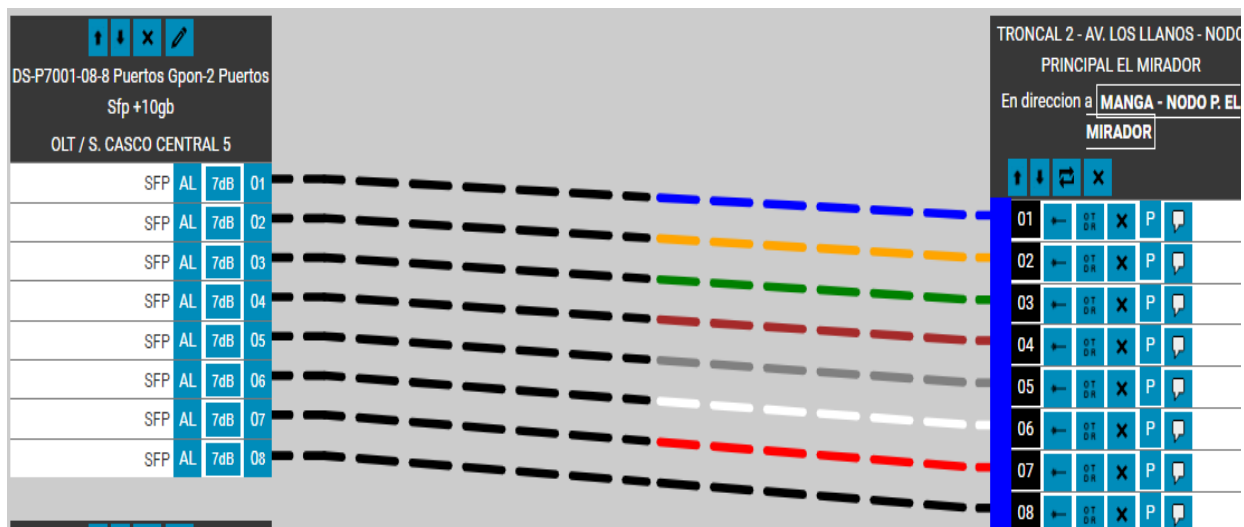


Figura 123. OLT / S. Casco Central 5 en DC – San Jose.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

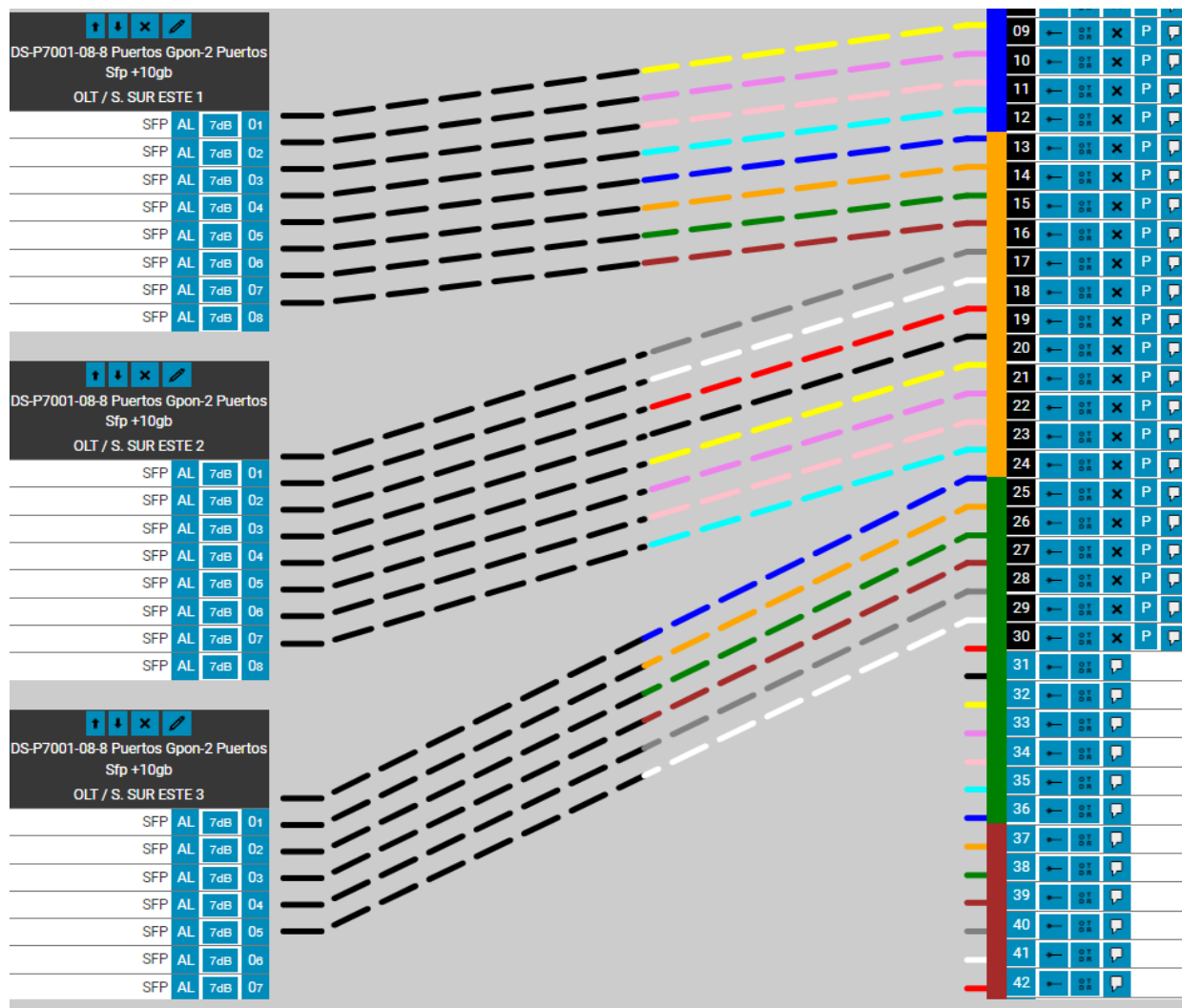


Figura 124. OLT / S. Sur Este 1, 2 y 3 en DC – San Jose.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

La cantidad PON's dedicados a un barrio o urbanización es dependiente de la cantidad de clientes potenciales de esa zona y el máximo de clientes de un PON que es de 128 clientes, es por ello que para este nodo cada PON se distribuye hacia el Troncal 2 – Av. Los Llanos y Av. Jose Félix Ribas / Av. Santa Rosa de la siguiente forma en la tabla 13:

Tabla 13. Distribución de PON's para Nodo Principal – San Jose.

OLT	PON	N° Buffer	Color de Fibra	N° de Fibra	Fibra de destino	N° de Buffer	Color de Fibra	N° de Fibra	Comunidad
S. Casco Central 5	1	1	Azul	1	AV. LOS LLANOS	2	Amarillo	21	B. San Jose
	2	1	Naranja	2	AV. LOS LLANOS	2	Violeta	22	B. San Jose

OLT	PON	N° Buffer	Color de Fibra	N° de Fibra	Fibra de destino	N° de Buffer	Color de Fibra	N° de Fibra	Comunidad
	3	1	Verde	3	AV. J.F.R / AV. S.R.	1	Verde	3	B. San Jose
	4	1	Marrón	4	AV. J.F.R / AV. S.R.	1	Amarillo	9	B. Junín II
	5	1	Gris	5	AV. J.F.R / AV. S.R.	1	Violeta	10	B. Puerta Negra
	6	1	Blanco	6	AV. J.F.R / AV. S.R.	3	Azul	25	Centro 10
	7	1	Rojo	7	AV. J.F.R / AV. S.R.	3	Naranja	26	Centro 11
	8	1	Negro	8	AV. J.F.R / AV. S.R.	3	Verde	27	Centro 12
S. Sur Este 1	1	1	Amarillo	9	AV. LOS LLANOS	1	Azul	1	Urb. Trina Chacín
	2	1	Violeta	10	AV. LOS LLANOS	1	Naranja	2	B. 1° de Marzo
	3	1	Rosado	11	AV. LOS LLANOS	1	Verde	3	B. 1° de Marzo
	4	1	Celeste	12	AV. LOS LLANOS	1	Marrón	4	B. 1° de Marzo
	5	2	Azul	13	AV. LOS LLANOS	1	Gris	5	B. 1° de Marzo
	6	2	Naranja	14	AV. LOS LLANOS	1	Blanco	6	B. 1° de Marzo
	7	2	Verde	15	AV. J.F.R / AV. S.R.	1	Azul	1	B. Junín
	8	2	Marrón	16	AV. J.F.R / AV. S.R.	1	Naranja	2	B. Junín
S. Sur Este 2	1	2	Gris	17	AV. LOS LLANOS	1	Rojo	7	B. Valle Verde
	2	2	Blanco	18	AV. LOS LLANOS	1	Negro	8	B. Valle Verde
	3	2	Rojo	19	AV. LOS LLANOS	1	Amarillo	9	Urb. Los laureles
	4	2	Negro	20	AV. LOS LLANOS	1	Violeta	10	B. El Jobo
	5	2	Amarillo	21	AV. LOS LLANOS	1	Rosado	11	B. El Jobo
	6	2	Violeta	22	AV. LOS LLANOS	1	Celeste	12	B. El Jobo
	7	2	Rosado	23	AV. LOS LLANOS	2	Azul	13	B. Santa Inés
	8	2	Celeste	24	AV. LOS LLANOS	2	Naranja	14	B. Santa Inés

OLT	PON	N° Buffer	Color de Fibra	N° de Fibra	Fibra de destino	N° de Buffer	Color de Fibra	N° de Fibra	Comunidad
S. Sur Este 3	1	3	Azul	25	AV. LOS LLANOS	2	Verde	15	B. Santa Inés
	2	3	Naranja	26	AV. LOS LLANOS	2	Marrón	16	Las Terrazas
	3	3	Verde	27	AV. LOS LLANOS	2	Gris	17	B. La Victoria
	4	3	Marrón	28	AV. LOS LLANOS	2	Blanco	18	B. María de los Ángeles
	5	3	Gris	29	AV. LOS LLANOS	2	Rojo	19	B. María de los Ángeles
	6	3	Blanco	30	AV. LOS LLANOS	2	Negro	20	B. María de los Ángeles
	7	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	-	-	-

✓ DC – EL CASTRERO:

Para el Data Center El Castrero se dedican dos OLT's, que corresponden al Sector Sur Oeste (Ver figura 125):

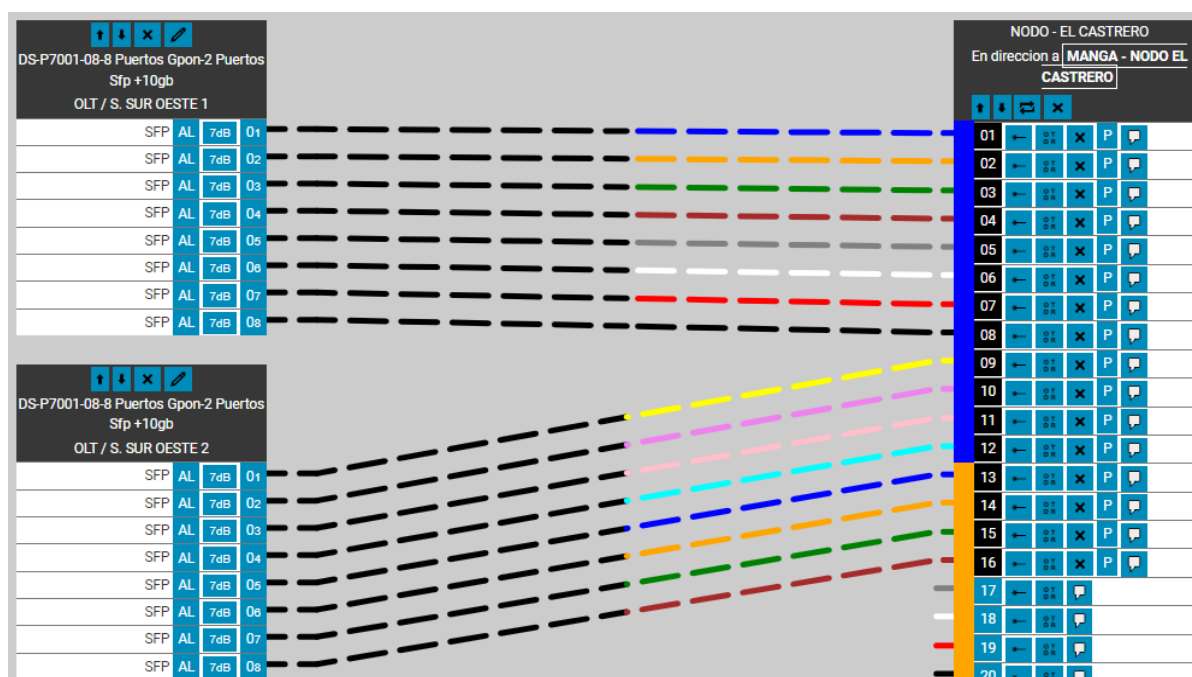


Figura 125. OLT / S. Sur Oeste 1 y 2 en DC – El Castrero.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Los PON's de cada OLT se distribuye hacia el Troncal Oeste – Av. Fuerzas Armadas y Vía Camburito / C. Zamora de la siguiente forma en la tabla 14:

Tabla 14. Distribución de PON's para Nodo el Castrero.

OLT	PON	Nº Buffer	Color de Fibra	Nº de Fibra	Fibra de destino	Nº de Buffer	Color de Fibra	Nº de Fibra	Comunidad
S. Sur Oeste 1	1	1	Azul	1	V. Camburito / C. Zamora	2	Verde	15	B. Brisas del Valle
	2	1	Naranja	2	V. Camburito / C. Zamora	2	Marrón	16	B. Brisas del Valle
	3	1	Verde	3	V. Camburito / C. Zamora	2	Gris	17	B. Brisas del Valle
	4	1	Marrón	4	V. Camburito / C. Zamora	3	Azul	25	B. La Ceiba
	5	1	Gris	5	V. Camburito / C. Zamora	3	Nº 1 Splitter La Ceiba / S. Univ.		B. La Ceiba / S. Universidad
	6	1	Blanco	6	T.O. / AV. F.A.2	1	Marrón	4	Urb. La Vega
	7	1	Rojo	7	T.O. / AV. F.A.2	1	Gris	5	Urb. La Vega
	8	1	Negro	8	T.O. / AV. F.A.2	1	Blanco	6	Urb. La Vega
S. Sur Oeste 2	1	1	Amarillo	9	T.O. / AV. F.A.2	1	Rojo	7	Urb. La Vega
	2	1	Violeta	10	T.O. / AV. F.A.2	1	Negro	8	Urb. La Vega
	3	1	Rosado	11	T.O. / AV. F.A.2	1	Amarillo	9	Urb. La Vega
	4	1	Celeste	12	T.O. / AV. F.A.2	1	Violeta	10	Urb. La Vega
	5	2	Azul	13	T.O. / AV. F.A.2	1	Rosado	11	Urb. La Vega
	6	2	Naranja	14	T.O. / AV. F.A.2	1	Celeste	12	Urb. La Vega
	7	2	Verde	15	T.O. / AV. F.A.2	2	Azul	13	Urb. La Vega
	8	2	Marrón	16	T.O. / AV. F.A.2	2	Naranja	14	Urb. Altamira 6

En el caso del Nº1 Splitter La Ceiba / S. Univ. se aplica un Splitter 1:2 para dividir la fibra 5 (Ver figura 126) para el troncal Vía Camburito ocupando las fibras 26, 27, 28 del buffer 3 y la manga B. La Ceiba – C.7 con un segundo nivel de Splitter 1:8 observado en la figura 127:

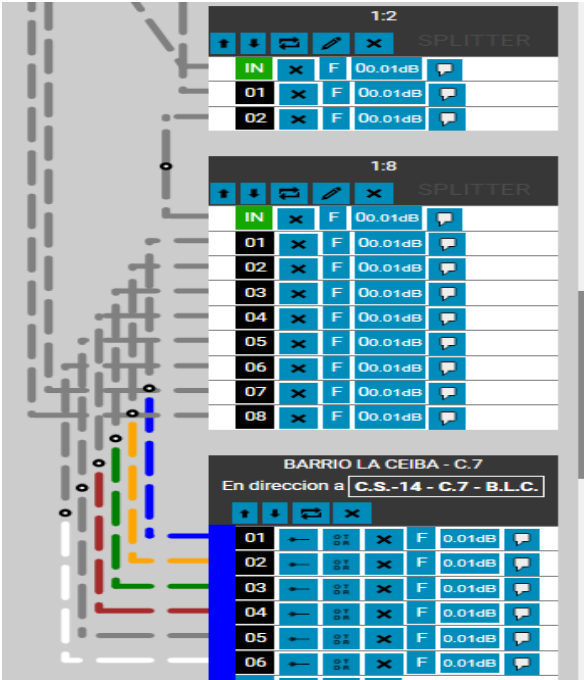


Figura 126. Nivel 1 y 2 para B. La Ceiba y S. Universitario.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

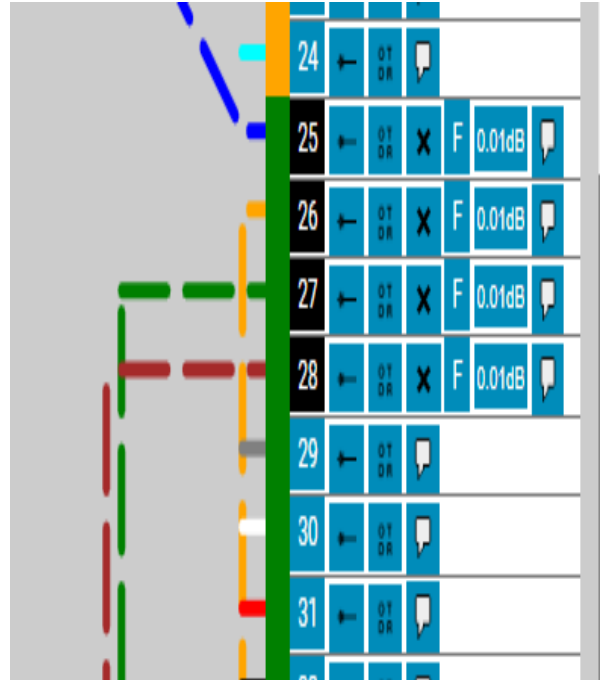


Figura 127. Hilos distribuidos al troncal.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

✓ DC – VILLA OLIMPICA:

Para el Data Center Villa Olímpica se dedican dos OLT's, para el Sector Centro Oeste (Ver figura 128) y una OLT para el Sector Casco Central (Ver figura 129):

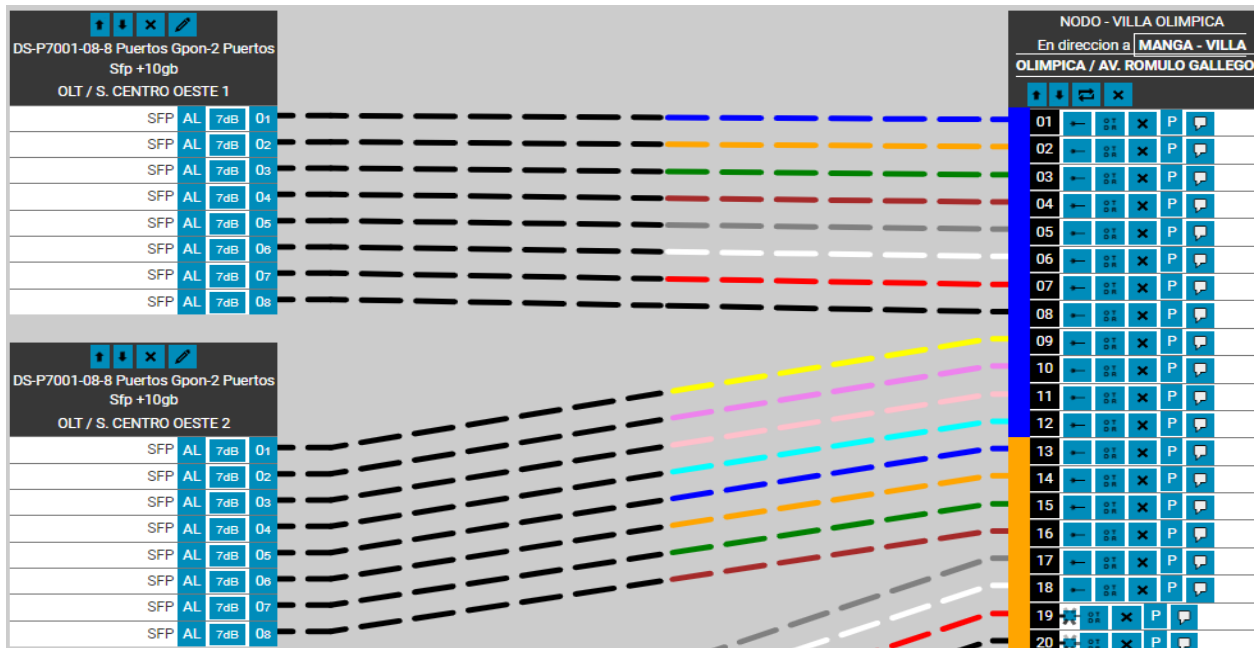


Figura 128. OLT / S. Centro Oeste 1 y 2 en DC – Villa Olímpica.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

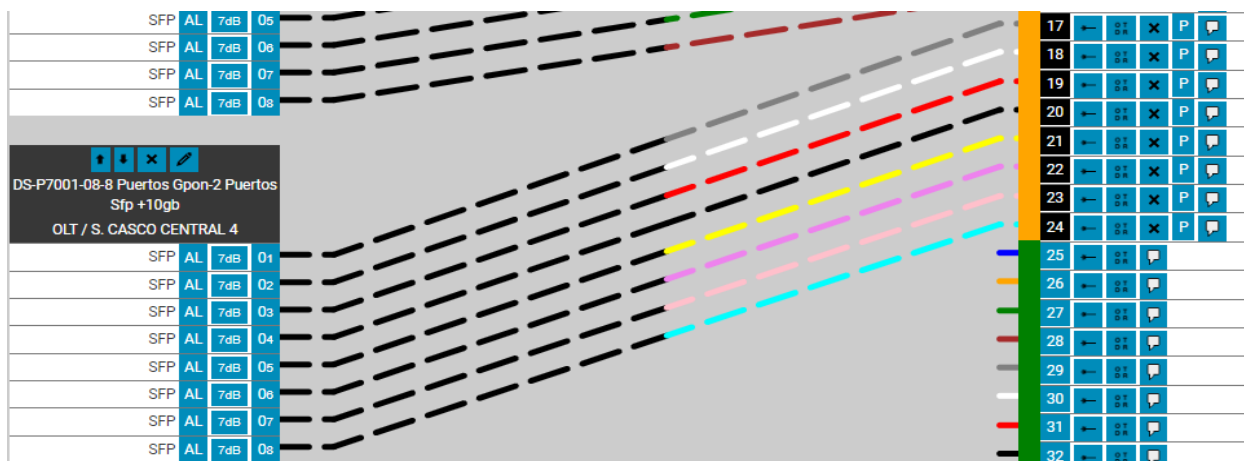


Figura 129. OLT / S. Casco Central 4 en DC – Villa Olímpica.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Los PON's de cada OLT se distribuyen hacia el Troncal Oeste – Av. Fuerzas Armadas y el Troncal Oeste – Av. Rómulo Gallegos de la siguiente forma en la tabla 15:

Tabla 15. Distribución de PON's para Nodo Villa Olímpica.

OLT	PON	Nº Buffer	Color de Fibra	Nº de Fibra	Fibra de destino	Nº de Buffer	Color de Fibra	Nº de Fibra	Comunidad
S. Centro Oeste 1	1	1	Azul	1	T.O. / AV.F.A.1	1	Blanco	6	B. El Chaparral
	2	1	Naranja	2	T.O. / AV.F.A.1	1	Rojo	7	B. El Chaparral /B. El Deportivo
	3	1	Verde	3	T.O. / AV.F.A.1	1	Negro	8	B. El Deportivo
	4	1	Marrón	4	T.O. / AV.F.A.1	1	Azul	25	Urb. Rómulo Gallegos
	5	1	Gris	5	T.O. / AV.F.A.1	1	Naranja	26	Urb. Rómulo Gallegos
	6	1	Blanco	6	T.O. / AV.F.A.1	1	Verde	27	Urb. Rómulo Gallegos
	7	1	Rojo	7	T.O. / AV.F.A.1	1	Marrón	28	Urb. Rómulo Gallegos
	8	1	Negro	8	T.O. / AV.F.A.1	1	Gris	29	Urb. Rómulo Gallegos
S. Centro Oeste 2	1	1	Amarillo	9	T.O. / AV.F.A.1	1	Blanco	30	Urb. Rómulo Gallegos
	2	1	Violeta	10	T.O. / AV.F.A.1	1	Rojo	31	Urb. Rómulo Gallegos
	3	1	Rosado	11	T.O. / AV.F.A.1	1	Amarillo	9	Urb. Evaristo Linares Vegas
	4	1	Celeste	12	T.O. / AV.F.A.1	1	Violeta	10	Urb. Altamira
	5	2	Azul	13	T.O. / AV.F.A.1	1	Rosado	11	Urb. Altamira
	6	2	Naranja	14	T.O. / AV.F.A.1	1	Celeste	12	Urb. Altamira

OLT	PON	N° Buffer	Color de Fibra	N° de Fibra	Fibra de destino	N° de Buffer	Color de Fibra	N° de Fibra	Comunidad
	7	2	Verde	15	T.O. / AV.F.A.1	2	Violeta	22	Urb. Altamira
	8	2	Marrón	16	T.O. / AV.F.A.1	2	Rosado	23	Urb. Altamira
S. Casco Central 4	1	2	Gris	17	T.O. / AV.F.A.1	1	Azul	1	Urb. Los Morros 1
	2	2	Blanco	18	T.O. / AV.R.G.1	1	Azul	1	B. Puerto Rico
	3	2	Rojo	19	T.O. / AV.R.G.1	1	Naranja	2	B. Puerto Rico
	4	2	Negro	20	T.O. / AV.R.G.1	1	Verde	3	B. Puerto Rico
	5	2	Amarillo	21	T.O. / AV.F.A.1	2	Azul	2	B. Puerto Rico
	6	2	Violeta	22	T.O. / AV.F.A.1	2	Naranja	3	B. Las Mercedes
	7	2	Rosado	23	T.O. / AV.F.A.1	2	Verde	4	B. Las Mercedes
	8	2	Celeste	24	T.O. / AV.F.A.1	2	Marrón	5	B. Las Mercedes

✓ DC – INT. AV. MIRANDA / TRONCAL 2:

Para el Data Center AV. MIRANDA se dedica una OLT para el Sector Norte Centro (Ver figura 130) y tres OLT's que corresponden al Sector Casco Central (Ver figura 131):

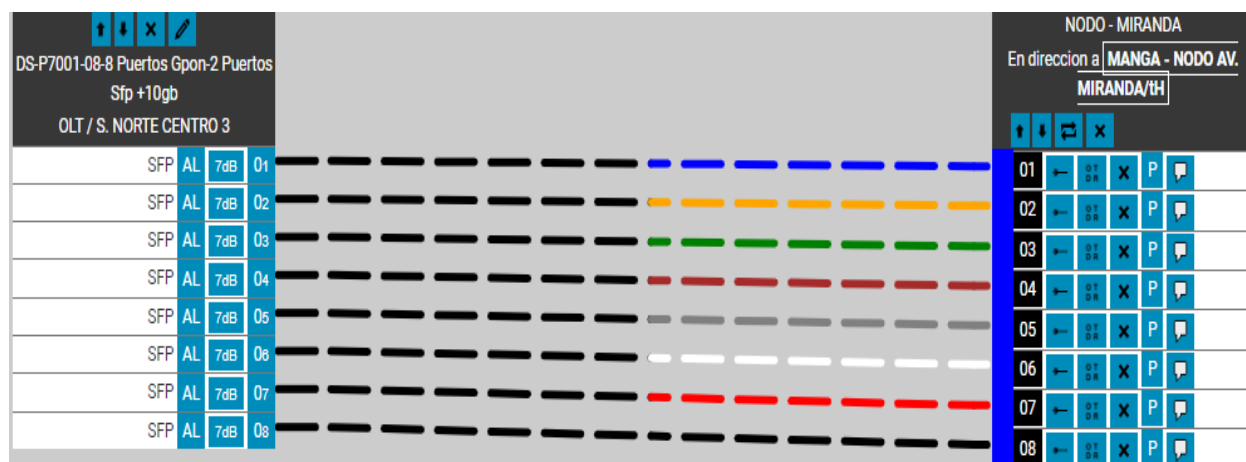


Figura 130. OLT / S. Norte Centro 3 en DC – Av. Miranda.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

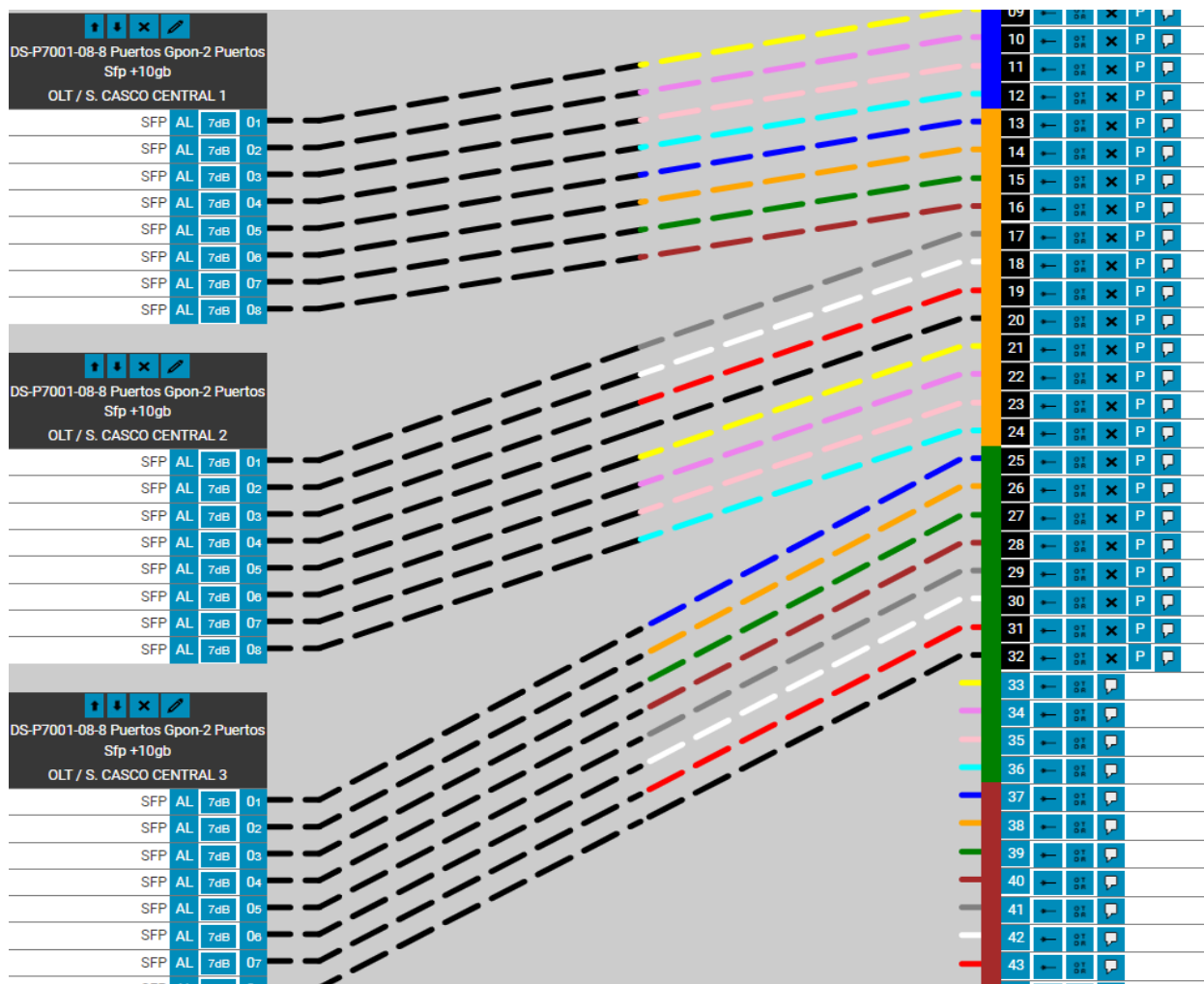


Figura 131. OLT / S. Casco Central 1, 2 y 3 en DC – Av. Miranda.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Los PON's de cada OLT se distribuye hacia el Troncal Oeste – Av. Miranda, el Troncal Oeste Intercepción Av. Miranda – Troncal 2 y la Av. Principal Pueblo Nuevo de la siguiente forma en la tabla 16:

Tabla 16. Distribución de PON's para Nodo Av. Miranda.

OLT	PON	Nº Buffer	Color de Fibra	Nº de Fibra	Fibra de destino	Nº de Buffer	Color de Fibra	Nº de Fibra	Comunidad
S. Norte Centro 3	1	1	Azul	1	T.O./ INT. AV.M.–T2	1	Blanco	6	Urb. Guaiquera
	2	1	Naranja	2	T.O./ INT. AV.M.–T2	1	Rojo	7	Urb. Miguel Antonio Martínez
	3	1	Verde	3	T.O./ INT. AV.M.–T2	1	Negro	8	B. Ricardo Montilla
	4	1	Marrón	4	T.O./ INT. AV.M.–T2	1	Amarillo	9	B. Ricardo Montilla

OLT	PON	Nº Buffer	Color de Fibra	Nº de Fibra	Fibra de destino	Nº de Buffer	Color de Fibra	Nº de Fibra	Comunidad
	5	1	Gris	5	T.O./ INT. AV.M.-T2	1	Violeta	10	B. Ricardo Montilla
	6	1	Blanco	6	T.O./ INT. AV.M.-T2	1	Rosado	11	B. Ricardo Montilla
	7	1	Rojo	7	Nº1 de Splitter B. Doña El Vira 3				B. Doña El Vira 3
	8	1	Negro	8	B.P.N / AV. MIRANDA	1	Celeste	12	B. Doña El Vira 4
S. Casco Central 1	1	1	Amarillo	9	T.O./AV. MIRANDA	1	Amarillo	9	Centro 1
	2	1	Violeta	10	T.O./AV. MIRANDA	1	Violeta	10	Centro 2
	3	1	Rosado	11	T.O./AV. MIRANDA	1	Rosado	11	Centro 3
	4	1	Celeste	12	T.O./AV. MIRANDA	1	Celeste	12	Centro 4
	5	2	Azul	13	T.O./AV. MIRANDA	2	Azul	13	Centro 5
	6	2	Naranja	14	T.O./AV. MIRANDA	2	Naranja	14	Centro 6
	7	2	Verde	15	T.O./AV. MIRANDA	2	Verde	15	Centro 7
	8	2	Marrón	16	T.O./AV. MIRANDA	2	Marrón	16	Centro 8
S. Casco Central 2	1	2	Gris	17	T.O./AV. MIRANDA	2	Gris	17	Centro 9
	2	2	Blanco	18	T.O./AV. MIRANDA	2	Blanco	18	Urb. Los Naranjos
	3	2	Rojo	19	T.O./AV. MIRANDA	2	Rojo	19	Urb. Los Naranjos/ B. Tenería
	4	2	Negro	20	T.O./AV. MIRANDA	2	Negro	20	B. Tenería
	5	2	Amarillo	21	T.O./AV. MIRANDA	2	Amarillo	21	B. Tenería
	6	2	Violeta	22	T.O./AV. MIRANDA	2	Violeta	22	B. Tenería
	7	2	Rosado	23	T.O./ INT. AV.M.-T2	1	Azul	1	B. López Contreras
	8	2	Celeste	24	T.O./ INT. AV.M.-T2	1	Naranja	2	B. López Contreras
S. Casco Central 3	1	3	Azul	25	T.O./ INT. AV.M.-T2	1	Verde	3	B. Urdaneta
	2	3	Naranja	26	T.O./AV. MIRANDA	2	Rosado	23	B. Urdaneta
	3	3	Verde	27	T.O./AV. MIRANDA	2	Celeste	24	B. El Delirio
	4	3	Marrón	28	T.O./ INT. AV.M.-T2	1	Marrón	4	B. El Delirio/ B. Pueblo Nuevo
	5	3	Gris	29	T.O./ INT. AV.M.-T2	1	Gris	5	B. Pueblo Nuevo

OLT	PON	N° Buffer	Color de Fibra	N° de Fibra	Fibra de destino	N° de Buffer	Color de Fibra	N° de Fibra	Comunidad
	6	3	Blanco	30	T.O./AV. MIRANDA	3	Azul	25	B. Doña El Vira 1
	7	3	Rojo	31	T.O./AV. MIRANDA	3	Naranja	26	B. Doña El Vira 2
	8	3	Negro	32	T.O./AV. MIRANDA	3	Verde	27	Urb. Los Morros 2

En el caso del N°1 de Splitter B. Doña El Vira 3 es formado por la fibra 7 y esta forma un primer nivel de Splitter con un 1:8 dedicado a la Av. Miranda y la Av. Principal Pueblo Nuevo como se observa en la figura 132:

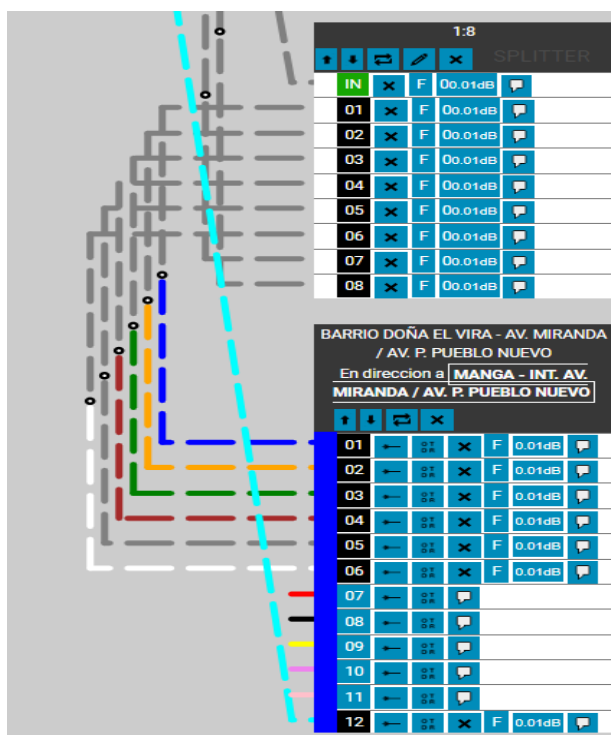


Figura 132. Nivel 1 de Splitter para B. Doña El Vira en el nodo.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Por otro lado, dos salidas del 1:8 de primer nivel forman un segundo nivel con Splitters 1:2 de los cuales uno de ellos utiliza las fibras 37 y 38 del buffer 4 del Troncal Oeste Int. Av. Miranda – Troncal 2 (Ver figura 133), y otro de los Splitter 1:2 utiliza las fibras 37 y 38 del buffer 4 del Troncal Oeste Av. Miranda (Ver figura 134):

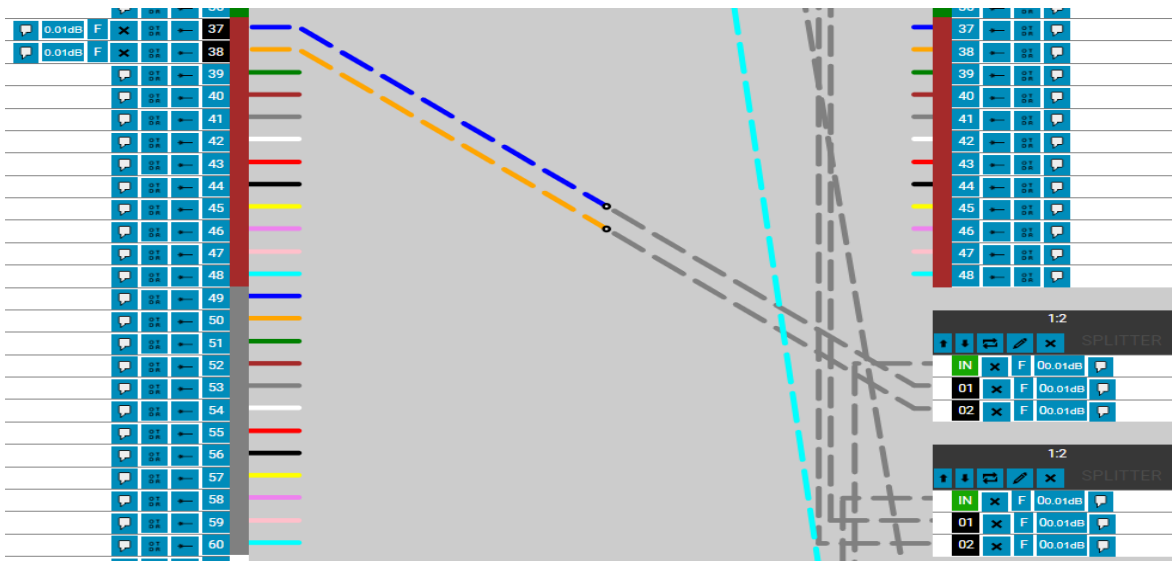


Figura 133. Segundo nivel de Splitter para cajas cercanas al nodo.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

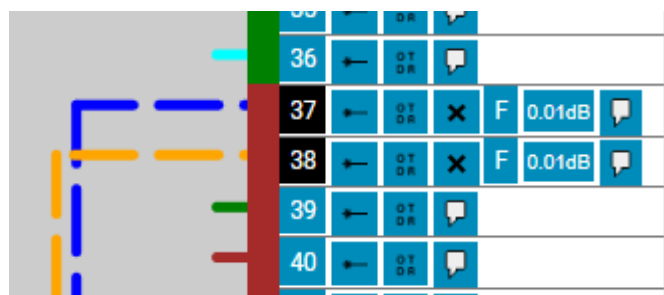


Figura 134. Distribución de hilos al troncal del B. Doña El Vira.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

✓ DC – RICARDO MONTILLA:

Para el Data Center Ricardo Montilla se dedica una OLT para el Sector Norte Este (Ver figura 135) y dos OLT's para el Sector Centro Este (Ver figura 136):

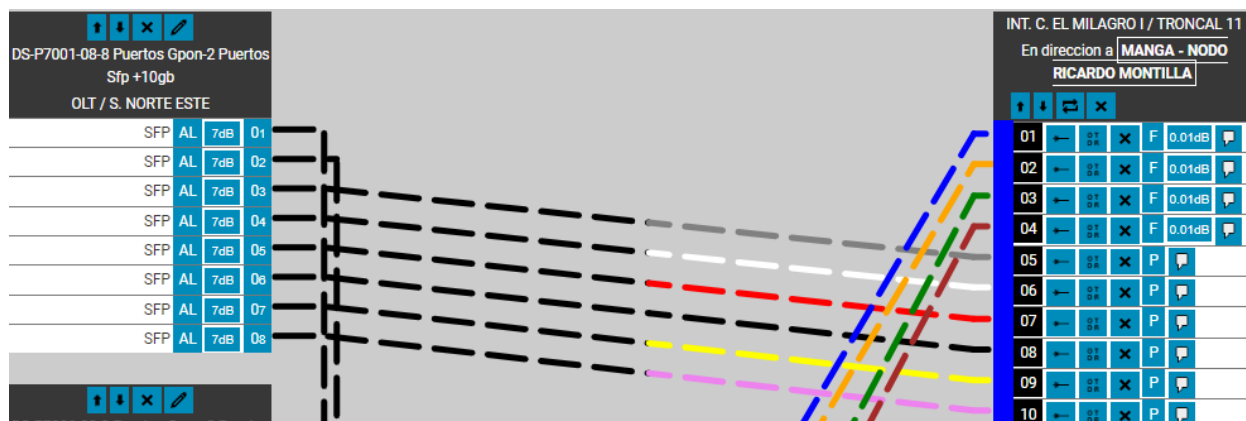


Figura 135. OLT / S. Norte Este en DC – Ricardo Montilla.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

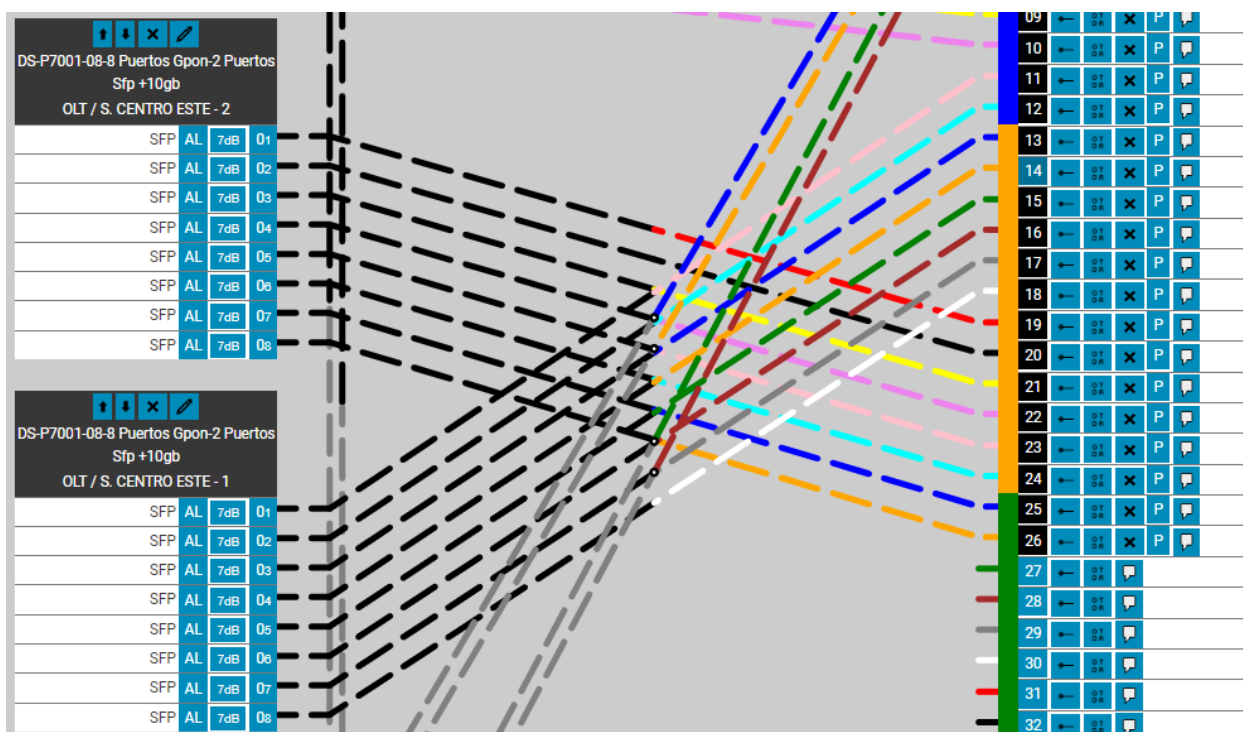


Figura 136. OLT / S. Centro Este 1 y 2 en DC – Ricardo Montilla.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Los PON's de cada OLT se distribuyen hacia el Troncal 11 Palmarito / Ricardo Montilla / Las Majaguas y el Troncal 2 – Bicentenario de la siguiente forma en la tabla 17:

Tabla 17. Distribución de PON's para Nodo Ricardo Montilla.

OLT	PON	Nº Buffer	Color de Fibra	Nº de Fibra	Fibra de destino	Nº de Buffer	Color de Fibra	Nº de Fibra	Comunidad
S. Norte Este	1	1	A / N	1 – 2	T.11 /B.P – B.R.M.	1	A / N	1 - 2	B. Cumbre
	2	1	V / M	3 – 4	T.11 /B.P – B.R.M.	1	V / M	3 – 4	B. Los Cedros
	3	1	Gris	5	T.11 /B.P – B.R.M.	1	Gris	5	B. Los Cedros
	4	1	Blanco	6	T.11 /B.P – B.R.M.	1	Blanco	6	B. Los Cedros
	5	1	Rojo	7	T.11 /B.P – B.R.M.	1	Rojo	7	B. El Guafal
	6	1	Negro	8	T.11 /B.P – B.R.M.	1	Negro	8	B. El Guafal
	7	1	Amarillo	9	T.11 /B.P – B.R.M.	1	Amarillo	9	B. El Guafal
	8	1	Violeta	10	T.11 /B.P – B.R.M.	1	Violeta	10	B. El Guafal
S. Centro Este 1	1	1	Rosado	11	T2 – B. BIC.	1	Azul	1	B. Bicentenario
	2	1	Celeste	12	T2 – B. BIC.	1	Naranja	2	B. Bicentenario

OLT	PON	Nº Buffer	Color de Fibra	Nº de Fibra	Fibra de destino	Nº de Buffer	Color de Fibra	Nº de Fibra	Comunidad
	3	2	Azul	13	T2 – B. BIC.	1	Verde	3	B. Bicentenario / B. Brisas Pariapán
	4	2	Naranja	14	T2 – B. BIC.	1	Marrón	4	B. Brisas Pariapán
	5	2	Verde	15	T2 – B. BIC.	1	Gris	5	B. Brisas Pariapán
	6	2	Marrón	16	T2 – B. BIC.	1	Blanco	6	B. Brisas Pariapán
	7	2	Gris	17	T2 – B. BIC.	1	Rojo	7	B. Primero de Mayo
	8	2	Blanco	18	T2 – B. BIC.	1	Negro	8	Urb. Santa Isabel
S. Centro Este 2	1	2	Rojo	19	T2 – B. BIC.	1	Amarillo	9	El Mahomo
	2	2	Negro	20	T2 – B. BIC.	1	Violeta	10	B. La Morera
	3	2	Amarillo	21	T2 – B. BIC.	1	Rosado	11	B. La Morera
	4	2	Violeta	22	T2 – B. BIC.	1	Celeste	12	B. La Morera
	5	2	Rosado	23	T2 – B. BIC.	2	Azul	13	B. San Nicolas
	6	2	Celeste	24	T2 – B. BIC.	2	Naranja	14	B. Jesús Bandre
	7	3	Azul	25	T2 – B. BIC.	2	Verde	15	B. Jesús Bandre
	8	3	Naranja	26	T2 – B. BIC.	2	Marrón	16	Urb. Los Cerezos

En el caso de los PON 1 y 2 de la OLT dedicada al Sector Norte Este se realiza un primer nivel de Splitter 1:2 donde el PON 1 correspondiente a B. Los Cedros empleara las fibras 1 y 2 mientras que otro Splitter 1:2 para el PON 2 correspondiente al B. Los Cedros es enviado por las fibras 3 y 4 del Troncal 11.

✓ DC – LA ESPERANZA:

Para el Data Center La Esperanza se dedican dos OLT's para el Sector Norte Centro (Ver figura 137) y dos OLT's para el Sector Norte Oeste (Ver figura 138):

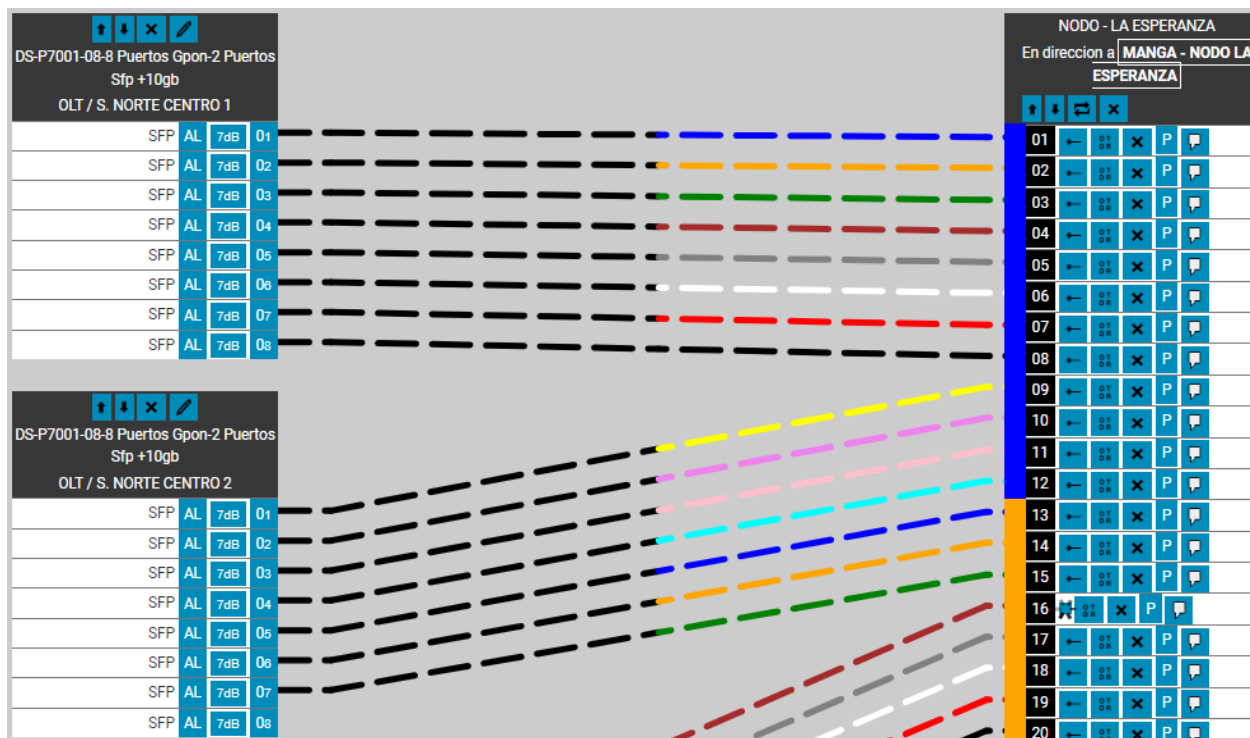


Figura 137. OLT / S. Norte Centro 1 y 2 en DC – La Esperanza.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

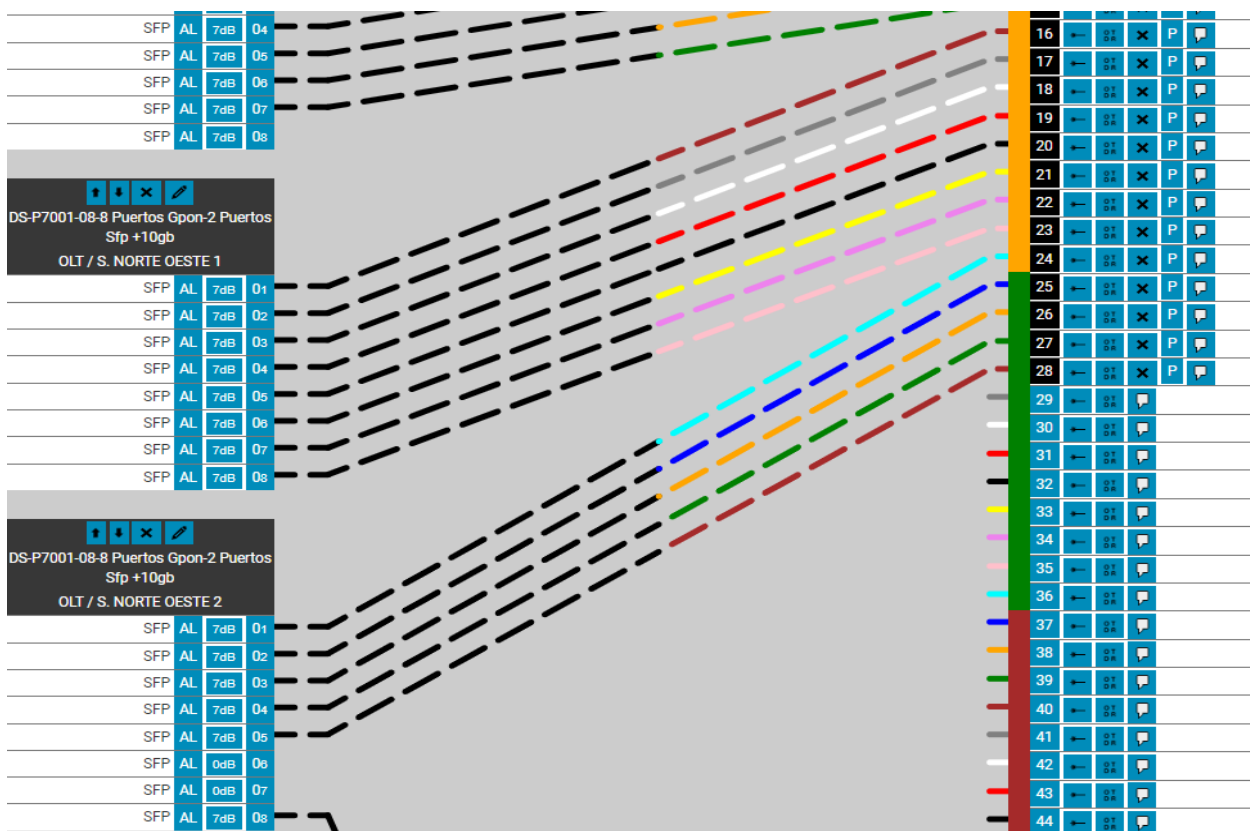


Figura 138. OLT / S. Norte Oeste 1 y 2 en DC – La Esperanza.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Los PON's de cada OLT se distribuyen hacia la Av. Las Industrias, Troncal 2 – Intercepción Av. Perimetral, Troncal 2 – Norte Oeste e Intercepción Av. HC / Av. Simón Bolívar de la siguiente forma en la tabla 18:

Tabla 18. Distribución de PON's para Nodo La Esperanza.

OLT	PON	Nº Buffer	Color de Fibra	Nº de Fibra	Fibra de destino	Nº de Buffer	Color de Fibra	Nº de Fibra	Comunidad
S. Norte Centro 1	1	1	Azul	1	AV. LAS INDUSTRIAS	1	Azul	1	B. Palmarito
	2	1	Naranja	2	AV. LAS INDUSTRIAS	1	Naranja	2	B. Palmarito
	3	1	Verde	3	AV. LAS INDUSTRIAS	1	Verde	3	B. Palmarito
	4	1	Marrón	4	AV. LAS INDUSTRIAS	1	Marrón	4	B. Palmarito
	5	1	Gris	5	AV. LAS INDUSTRIAS	1	Gris	5	B. Las Majaguas
	6	1	Blanco	6	AV. LAS INDUSTRIAS	1	Blanco	6	B. Las Majaguas
	7	1	Rojo	7	AV. LAS INDUSTRIAS	1	Rojo	7	B. Las Majaguas
	8	1	Negro	8	AV. LAS INDUSTRIAS	1	Negro	8	Urb. Las Abejitas
S. Norte Centro 2	1	1	Amarillo	9	AV. LAS INDUSTRIAS	1	Amarillo	9	Urb. Las Abejitas
	2	1	Violeta	10	AV. LAS INDUSTRIAS	1	Violeta	10	Urb. Las Abejitas II
	3	1	Rosado	11	AV. LAS INDUSTRIAS	1	Rosado	11	Urb. Las Abejitas II
	4	1	Celeste	12	AV. LAS INDUSTRIAS	1	Celeste	12	Urb. Los Jardines
	5	2	Azul	13	AV. LAS INDUSTRIAS	2	Azul	13	Urb. Los Jardines
	6	2	Naranja	14	AV. LAS INDUSTRIAS	2	Naranja	14	Casco Industrial
	7	2	Verde	15	AV. LAS INDUSTRIAS	2	Verde	15	Casco Industrial
	8	-	-	-	-	-	-	-	-
S. Norte Oeste 1	1	2	Marrón	16	T.2 – B. GUAQUERA	1	Azul	1	B. Pedro Zaraza
	2	2	Gris	17	T.2 – B. GUAQUERA	1	Naranja	2	B. Pedro Zaraza
	3	2	Blanco	18	T.2 – B. GUAQUERA	1	Verde	3	B. Pedro Zaraza
	4	2	Rojo	19	T.2 – B. GUAQUERA	1	Marrón	4	B. Guaiquera
	5	2	Negro	20	T.2 – B. GUAQUERA	1	Gris	5	B. Guaiquera
	6	2	Amarillo	21	AV. LAS INDUSTRIAS	2	Marrón	16	B. La Esperanza
	7	2	Violeta	22	AV. LAS INDUSTRIAS	2	Gris	17	B. La Esperanza

OLT	PON	N° Buffer	Color de Fibra	N° de Fibra	Fibra de destino	N° de Buffer	Color de Fibra	N° de Fibra	Comunidad
	8	2	Rosado	23	AV. LAS INDUSTRIAS	2	Blanco	18	B. La Esperanza
S. Norte Oeste 2	1	3	Celeste	24	AV. LAS INDUSTRIAS	2	Rojo	19	B. La Esperanza
	2	3	Azul	25	INT. AV. HC / AV. S.B.	1	Azul	1	B. La Esperanza
	3	3	Naranja	26	INT. AV. HC / AV. S.B.	1	Naranja	2	B. La Esperanza
	4	3	Verde	27	INT. AV. HC / AV. S.B.	1	Verde	3	B. La Esperanza
	5	3	Marrón	28	INT. AV. HC / AV. S.B.	1	Marrón	4	B. La Esperanza
	6	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	8	Celeste	96	INT. AV. HC / AV. S.B.	2	Azul	13	Urb. Altamira 7

d. Configuración de potencia y longitud de onda:

Dentro de las capacidades de la OLT es necesario acoplar la transmisión de potencia mediante los módulos SFP elegidos, es por ello que existen parámetros específicos para cada Clase o tipos de transceptor para garantizar velocidades, potencias mínimas y máximas de salida, alcance máximo y potencia de sobrecarga al módulo, entre los tipos de módulos se tienen los observados en la figura 139 con sus respectivos parámetros.

Especificaciones	Tipo	Longitud de onda	Velocidad	Mínima Potencia óptica salida	Máxima potencia óptica salida	Sensibilidad máxima receptor	Tipo de conector	Alcance máximo	Potencia óptica de sobrecarga	Ratio de extinción
SFP tipo B+	1 fibra bidireccional	Tx: 1490 nm Rx: 1310 nm	Tx: 2,49 Gb/S Rx: 1,24 Gb/S	1,50 dBm	5 dBm	-28 dBm	SC/PC	20 Km	-8 dBm	8,2 dB
SFP tipo C+	1 fibra bidireccional	Tx: 1490 nm Rx: 1310 nm	Tx: 2,49 Gb/S Rx: 1,24 Gb/S	3 dBm	7 dBm	-32 dBm	SC/PC	20 Km	-12 dBm	8,2 dB
SFP tipo C++	1 fibra bidireccional	Tx: 1490 nm Rx: 1310 nm	Tx: 2,49 Gb/S Rx: 1,24 Gb/S	6 dBm	10 dBm	-35 dBm	SC/PC	20 Km	-15 dBm	8,2 dB

Figura 139. Tipo de transceptores GPON.

Fuente: Alea (2018, abril 04)

En este caso se trabaja con la clase C++ para garantizar una potencia de salida estable, sensibilidad en el receptor mayor, soporte de niveles de Splitter con mayores divisiones y otorgar mayor seguridad en el alcance de transmisión. Mediante el diseño en cada OLT ubicada en los nodos de transmisión se establece un valor de 7 dBm de potencia

desde la OLT para permitir rango de potencias de usuario acordes y lograr el uso adecuado de la potencia observado en la figura 140:

U Fiber-8 Puertos Gpon-2 Puertos Sfp +10gb			
OLT / S. NORTE CENTRO 1			
SFP	AL	7dB	01
SFP	AL	7dB	02
SFP	AL	7dB	03
SFP	AL	7dB	04
SFP	AL	7dB	05
SFP	AL	7dB	06
SFP	AL	7dB	07
SFP	AL	7dB	08

Figura 140. Potencia configurada a la OLT.
Fuente: Ramírez, Lugo (2023)

Mientras que la elección de la longitud de onda a transmitir se basa en la relación de pérdida y dispersión que toma la potencia a lo largo del recorrido de la fibra de vidrio, entre las longitudes de onda principales tenemos a 850 nm, 1310 nm y 1550 nm, de las cuales 850 y 1300 nm trabajan en fibras multimodo mientras que 1310 y 1550 nm en monomodo, de las cuales se diferencian su fuente de trabajo con láseres para 1310 nm y luces LED para 1300 nm.

Al explicar la relación de ambas se destaca como para menor longitud de onda existe cierta dispersión con mayor atenuación de potencia en los tendidos de gran distancia, a medida que se aumenta la longitud de onda se reducen estos factores hasta cierto punto donde la atenuación es mínima pero la dispersión es mayor debido a la sensibilidad alta a la temperatura externa que genera ruido en la señal y que a su vez genera calor a la fibra observado en longitudes de 1550 nm, siendo un punto intermedio el trabajo en 1310 nm con longitudes de transmisión de hasta 40 Km con pérdidas asumibles para la red. (Ver figura 141).

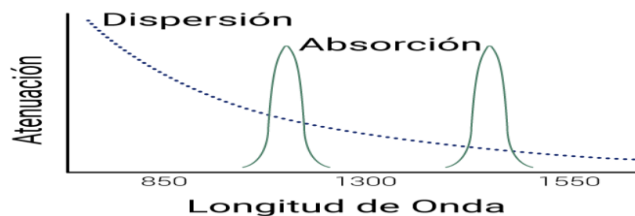


Figura 141. Gráfico de atenuación causada por la dispersión y la absorción de potencia.

Fuente: Todofibraoptica (2021, diciembre 28)

e. Tendido Sectorial:

Para esta sección se explicara la disposición del tendido por Barrio y Urbanización de San Juan de los Morros, la ubicación de Mangas y Cajas NAP, recursos necesarios y los niveles de potencia empleados para este diseño.

✓ **Tendido de usuario:**

En este tendido se emplean fibras ADSS de 12 hilos como cableado principal de la urbanización y fibra Drop de 2 hilos para pequeñas distancias.

1. Sector Norte Oeste (Ver figuras 142 - 145)

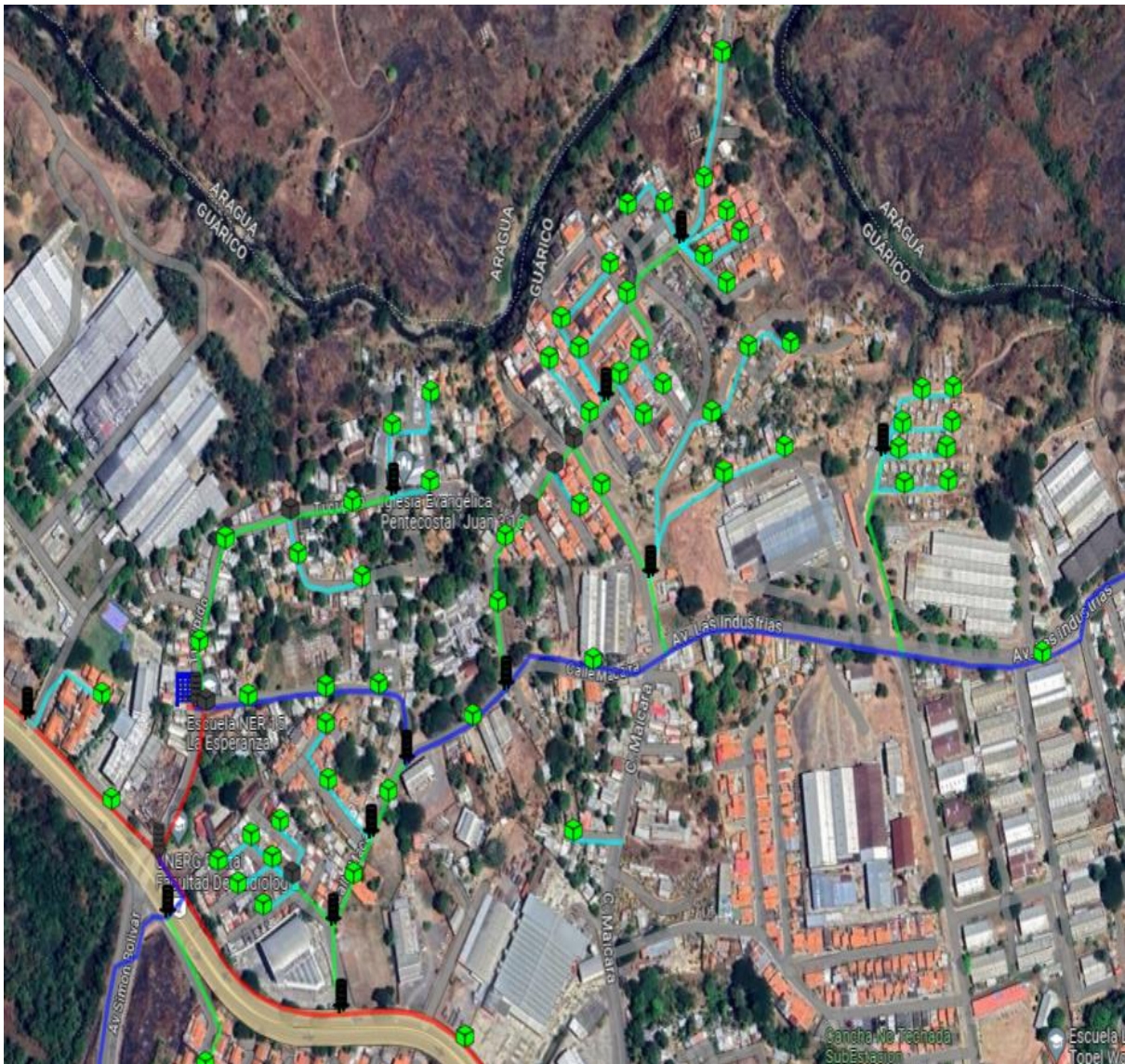


Figura 142. Red de fibra óptica B. La Esperanza y Casco Industrial.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 143. Red de fibra óptica B. La Esperanza.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 144. Red de fibra óptica B. Guaiquera.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 145. Red de fibra óptica B. Pedro Zaraza.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

2. Sector Norte Centro (Ver figuras 146 – 149)



Figura 146. Red de fibra óptica Casco Industrial, Urb. Las Abejitas I y II.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

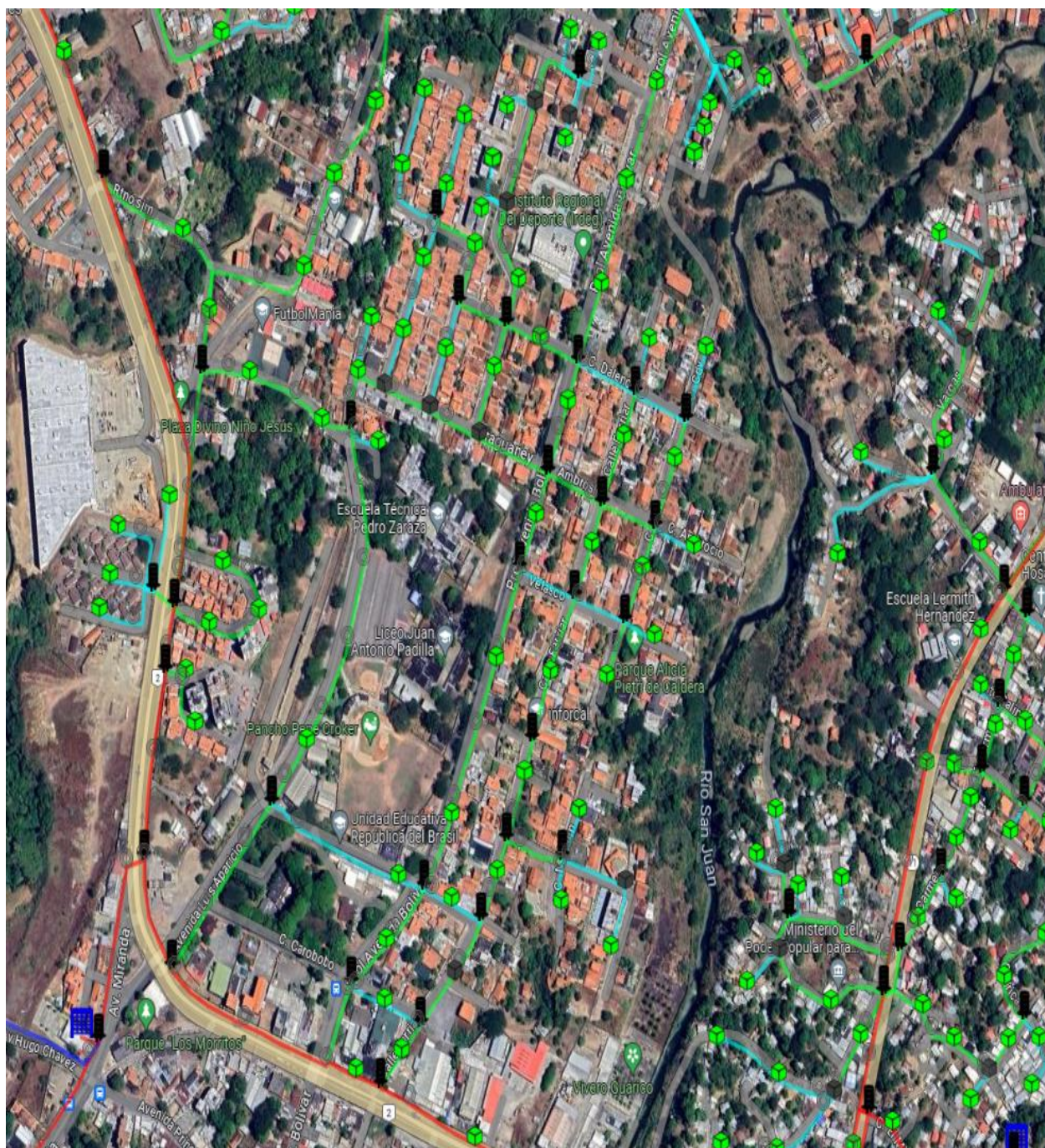


Figura 147. Red de fibra óptica La Guaiquera, Urb. Los Jardines, Urb. Antonio Miguel Martínez.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 148. Red de fibra óptica B. Ricardo Montilla, Palmarito.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 149. Red de fibra óptica B. Las Majaguas.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

3. Sector Norte Este (Ver figuras 150 - 153)

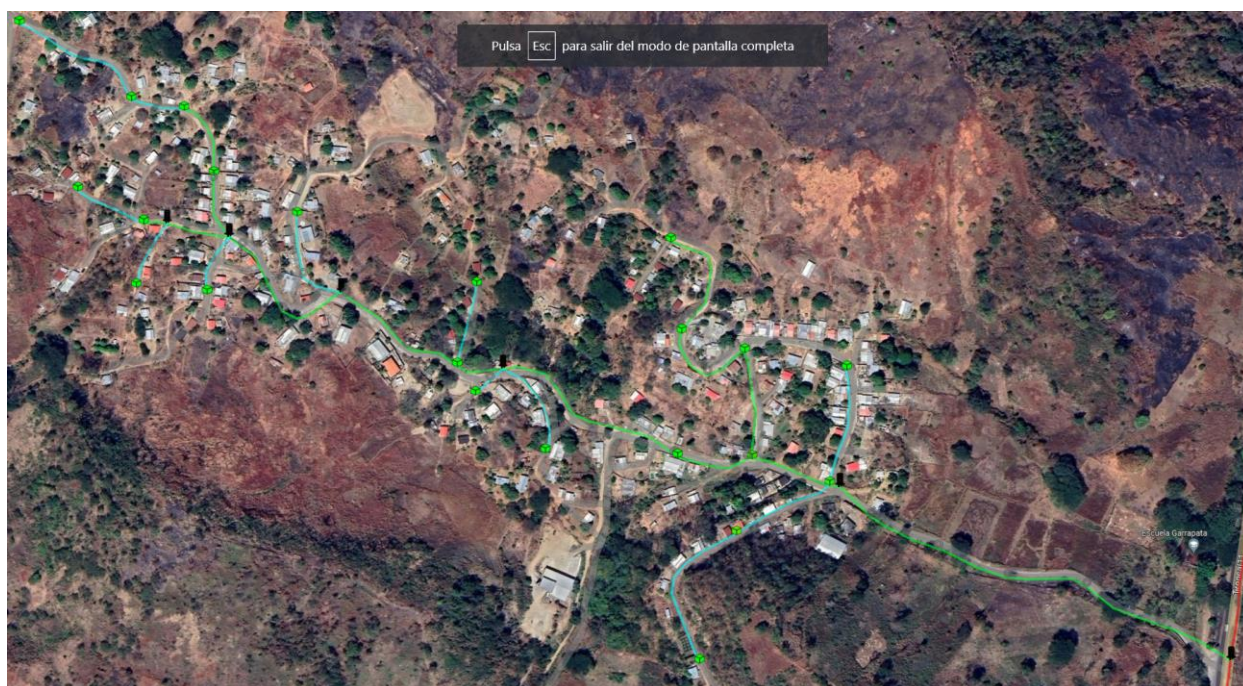


Figura 150. Red de fibra óptica B. La Cumbre.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

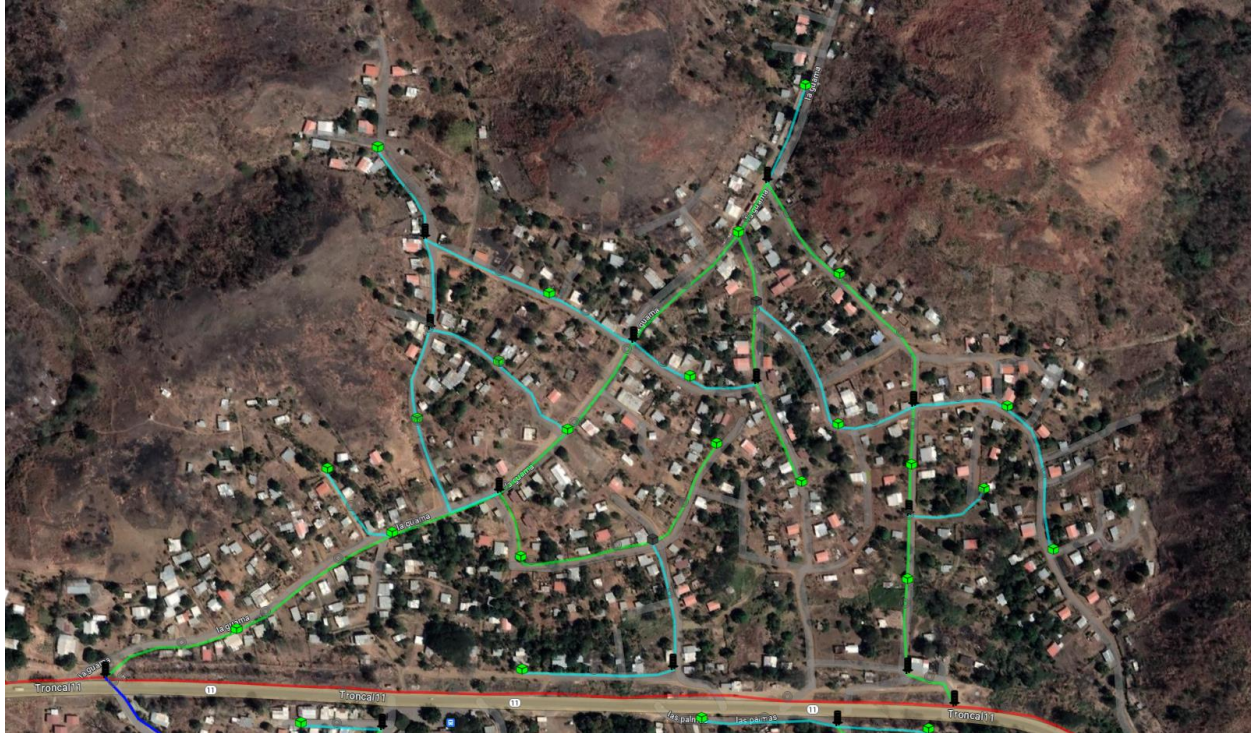


Figura 151. Red de fibra óptica B. La Cumbre Etapa 2.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 152. Red de fibra óptica B. La Cumbre E.2 y E.3, Urb. El Guafal Etapa 1, 2 y 3.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

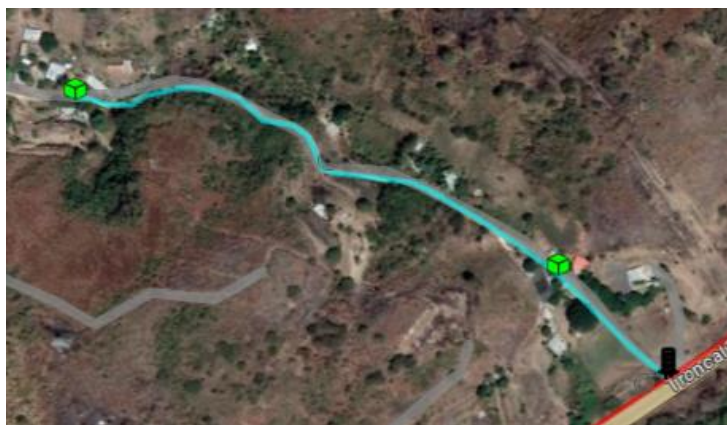


Figura 153. Red de fibra óptica Urb. El Guafal cajas externas troncal.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

4. Sector Centro Oeste (Ver figuras 154 - 159)



Figura 154. Red de fibra óptica B. El Chaparral.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 155. Red de fibra óptica B. Rómulo Gallegos parte 1.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 156. Red de fibra óptica B. Rómulo Gallegos parte 2.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 157. Red de fibra óptica Urb. Evaristo Linares Vega.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 158. Red de fibra óptica Urb. Altamira.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 159. Red de fibra óptica Urb. Altamira Norte.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

5. Sector Casco Central (Ver figuras 160 - 165)



Figura 160. Red de fibra óptica B. San Jose.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

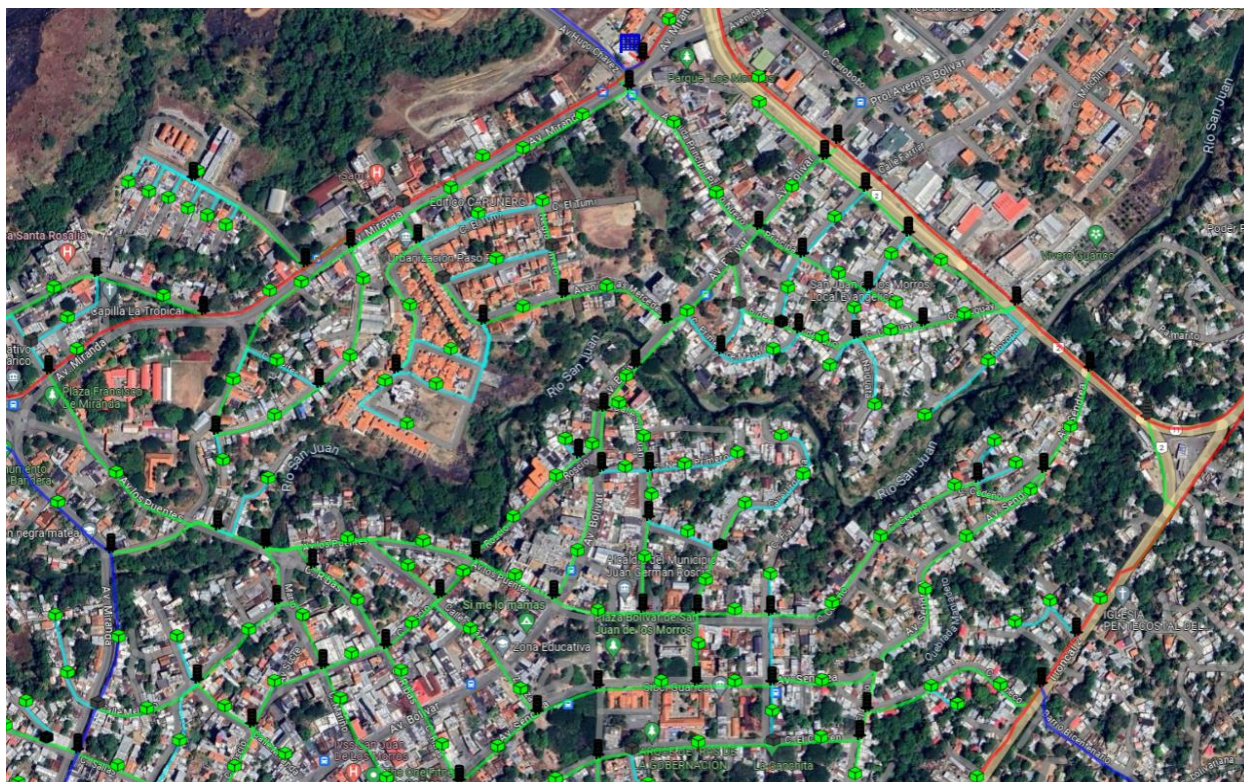


Figura 161. Red de fibra óptica B. Doña El Vira, Pueblo Nuevo, El Delirio, Urdaneta.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

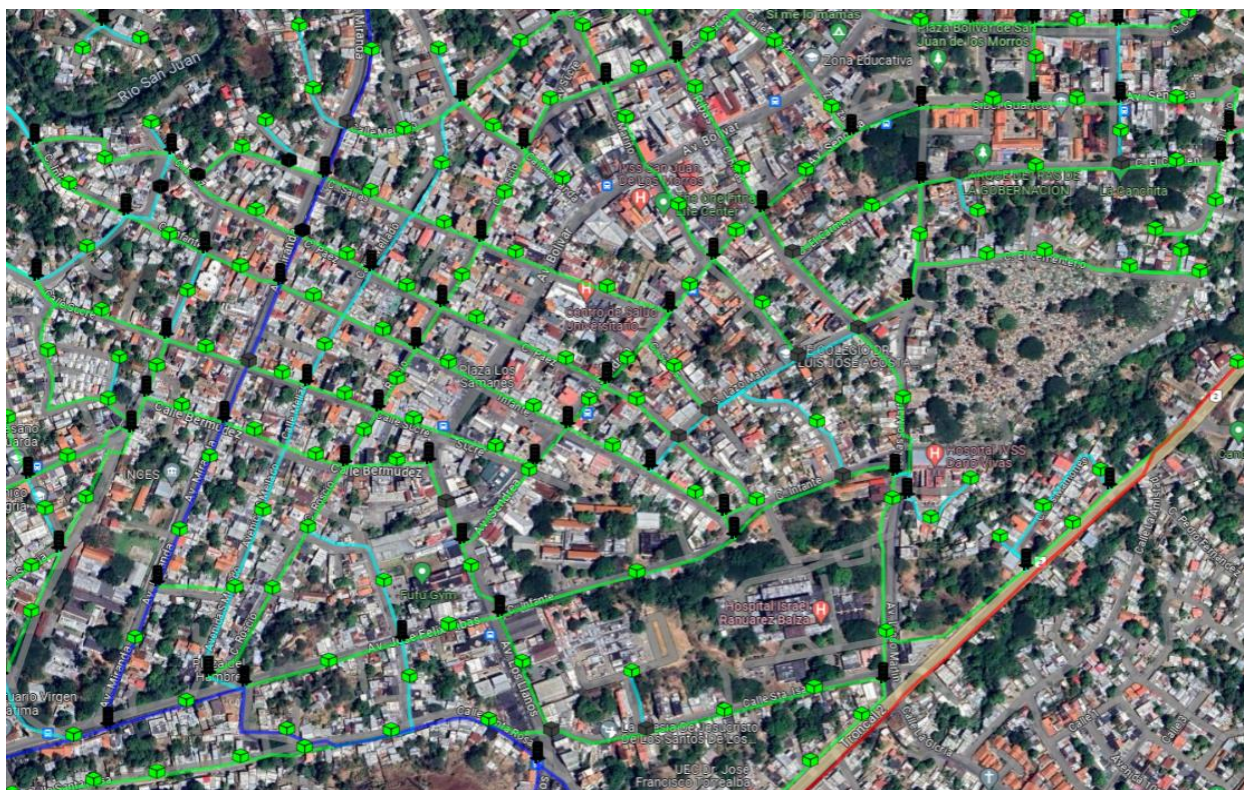


Figura 162. Red de fibra óptica Urb. López Contreras, Centro.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 163. Red de fibra óptica Urb. Los Morros, Los Naranjos, B. Doña El Vira, Centro.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 164. Red de fibra óptica Centro, B. Tenería, Puerto Rico, Junín II.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

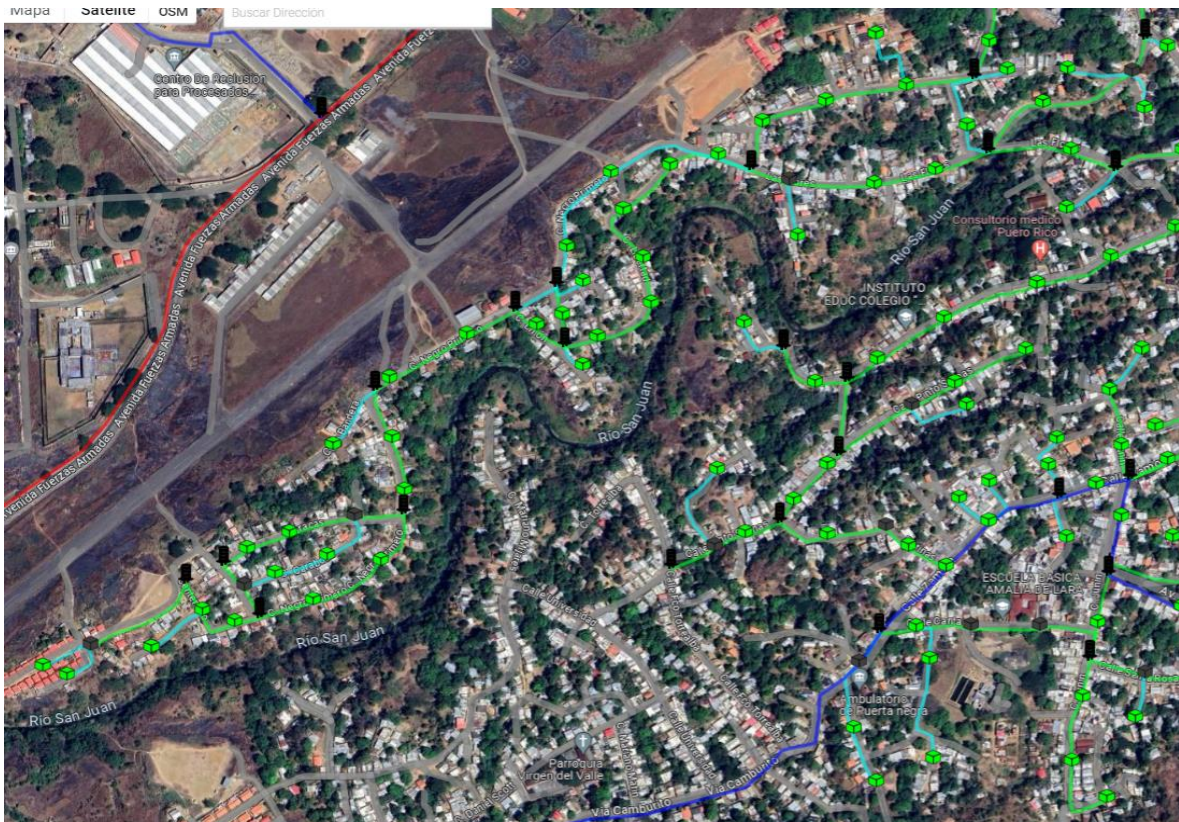


Figura 165. Red de fibra óptica B. Las Mercedes, Puerto Rico, Puerta Negra.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

6. Sector Centro Este (Ver figuras 166 - 171)



Figura 166. Red de fibra óptica B. Bicentenario.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 167. Red de fibra óptica B. Brisas del Pariapán.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 168. Red de fibra óptica B. Primero de Mayo, Urb. Santa Isabel.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 171. Red de fibra óptica Urb. Los Cerezos, B. La Morera, San Nicolas.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

7. Sector Sur Oeste (Ver figuras 172 - 179)



Figura 172. Red de fibra óptica B. La Vega Centro.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

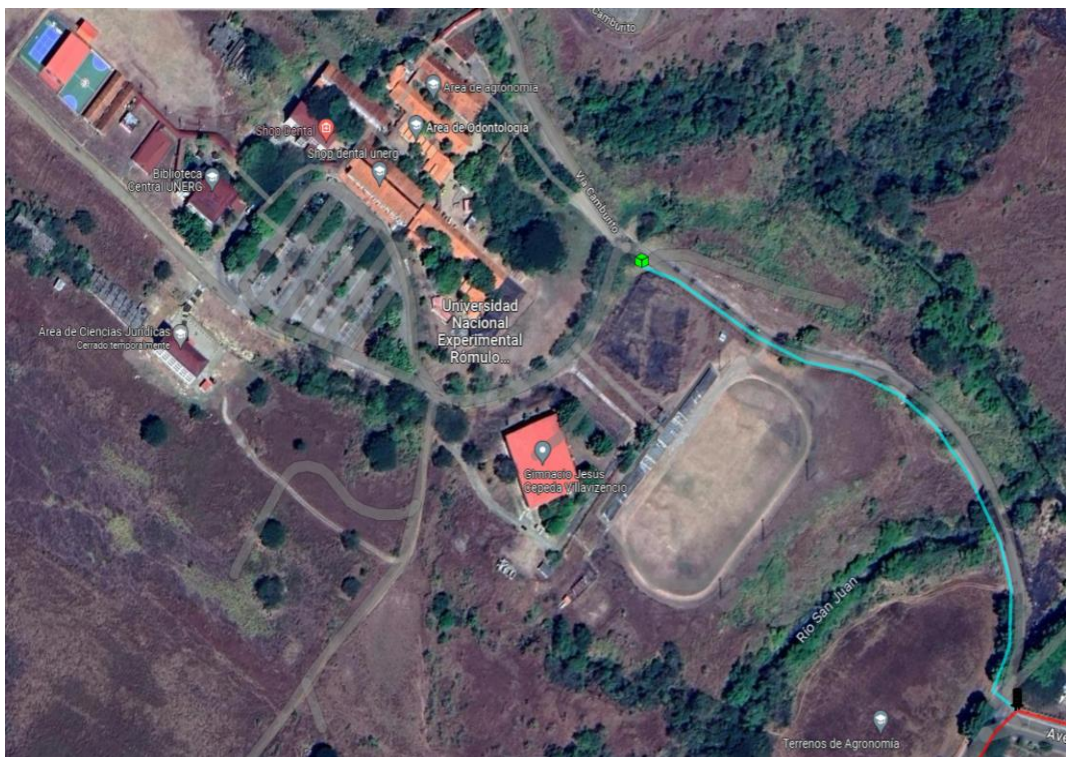


Figura 175. Red de fibra óptica Universidad Rómulo Gallegos Campus.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

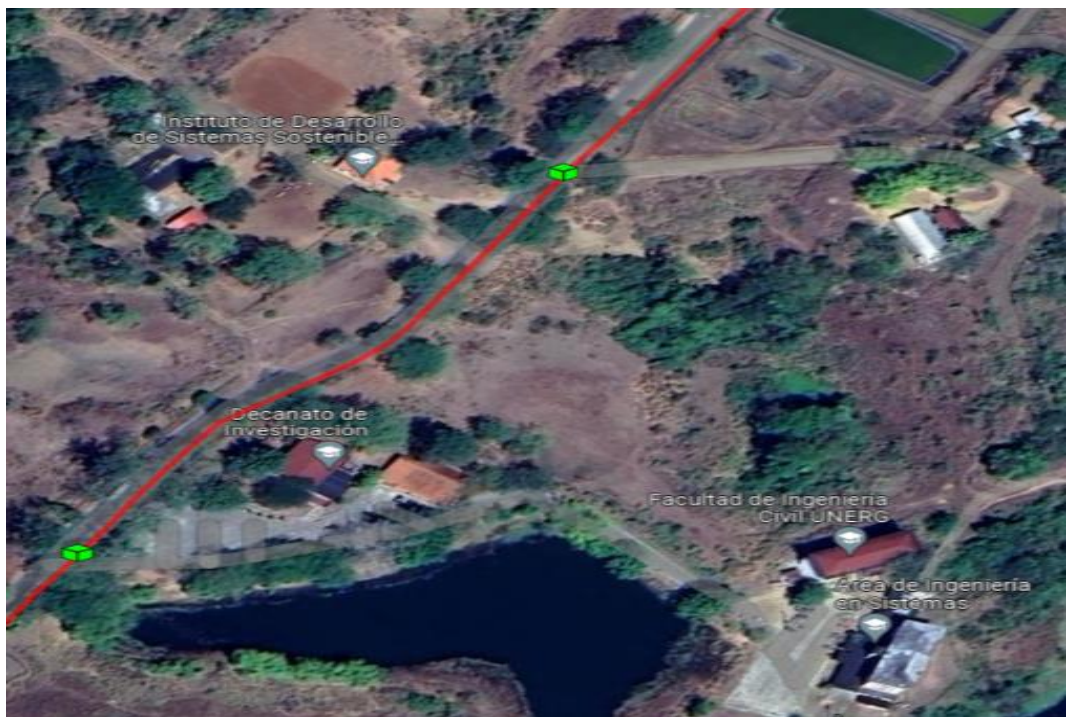


Figura 176. Red de fibra óptica Decanatos UNERG.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 177. Red de fibra óptica B. La Ceiba parte 1.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 178. Red de fibra óptica B. La Ceiba parte 2.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 181. Red de fibra óptica B. 1° de Mayo, Valle Verde parte 1.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

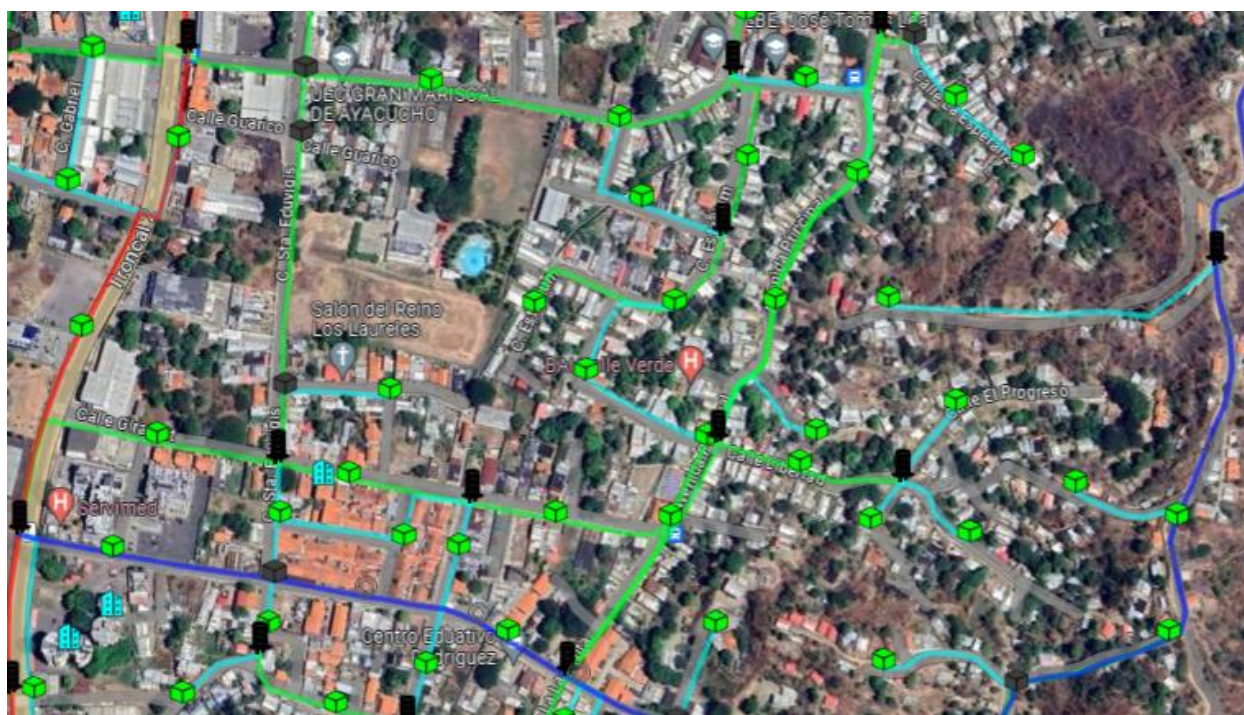


Figura 182. Red de fibra óptica B. 1° de Mayo, Valle Verde parte 2.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 185. Red de fibra óptica Urb. Trina Chacín.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 186. Red de fibra óptica B. El Jobo, Las Terrazas.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)



Figura 187. Red de fibra óptica B. La Victoria, María de los Ángeles.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

✓ **Recursos utilizados:**

Tabla 19. Herrajes utilizados para cada sector de San Juan de los Morros con fibra ADSS de 12 hilos.

Troncal	N _R	N _C	T (m)	N _p	Pf _T	J	D o U	H	F (m)
S. Norte Oeste	143	30	11468	459	463	459	463	690	345,2
S. Norte Centro	381	66	30454	1218	1200	1218	1200	1818	909,1
S. Norte Este	228	28	18244,26	730	697	730	697	1078	539,0
S. Centro Oeste	285	45	22814	913	890	913	890	1358	678,9
S. Casco Central	782	126	62581,6	2503	2444	2503	2444	3725	1862,7
S. Centro Este	275	70	22032	881	913	881	913	1338	668,9
S. Sur Oeste	179	46	14313	573	597	573	597	871	435,5
S. Sur Este	267	53	21391	856	857	856	857	1284	642,0
Totales	2541	464	203298	8132	8061	8132	8061	12163	6081

Tabla 20. Herrajes utilizados para cada sector de San Juan de los Morros con fibra Drop de 2 hilos.

Troncal	T (m)	Ts	S	D o U	H	F (m)
S. Norte Oeste	10463	133	133	133	133	66,5
S. Norte Centro	18549	234	234	234	234	117
S. Norte Este	9698,93	123	123	123	123	61,5
S. Centro Oeste	14815	187	187	187	187	93,5
S. Casco Central	23098,93	291	291	291	291	145,5
S. Centro Este	13252	168	168	168	168	84
S. Sur Oeste	11716	148	148	148	148	74
S. Sur Este	14330	181	181	181	181	90,5
Totales	115922,86	1465	1465	1465	1465	732,5

Tabla 21. Cajas NAP, Mangas, Splitters, Acopladores y Patch Cord utilizados por Sector en el tendido aéreo sectorial.

Troncal	NAP	Mangas	N _{sp} 1:2	N _{sp} 1:4	N _{sp} 1:8	N _{sp} 1:16	Patch Cord	Ac
S. Norte Oeste	208	33	63	60	150	19	1081	2162
S. Norte Centro	344	99	58	63	294	27	1797	3594
S. Norte Este	134	37	5	19	99	23	696	1392
S. Centro Oeste	299	83	42	47	284	7	1518	3036
S. Casco Central	493	160	121	32	364	168	3327,5	6655
S. Centro Este	220	43	43	32	147	61	1324,5	2649
S. Sur Oeste	242	56	36	16	249	5	1257	2514
S. Sur Este	228	47	43	13	125	116	1645,5	3291
Totales	2168	558	411	282	1712	426	12646,5	25293

✓ **Niveles de Potencia:**

Debido a la extensa longitud del diseño de red FTTX para San Juan de los Morros por cada comunidad existen patrones de niveles de potencia distribuidos en lo cual parten de Cajas de Distribución Principales (Mangas) y Cajas de Empalme para distribución y para algunos clientes hasta finalizar con Cajas NAP para cliente.

Estos niveles de potencia son dependientes de la atenuación que aportan elementos como los Splitters, Patch Cord, longitud de la fibra y las fusiones entre fibras, en la siguiente tabla 22 se destacan los valores de atenuación de estos elementos:

Tabla 22. Elementos de atenuación para la red.

Elemento	Condiciones	Atenuación (dBm)
Splitter 1:2	Según el componente y los valores son en máximas perdidas	4,7
Splitter 1:4		6
Splitter 1:8		10,4
Splitter 1:16		14,3
Km de Fibra a 1550 nm	Para fabricación G652D	0,19 - 0,2
Km de Fibra a 1490 nm		0,21 – 0,24
Km de Fibra a 1310 nm		0,33 – 0,35
Km de Fibra a 850 nm		3,5
Empalme de Manga	Según el equipo	0,03
Empalme de Patch Cord		0,03

Determinar la potencia a distribuir conlleva realizar una serie de pasos explicados a continuación:

- Distancia al nodo: Consiste en conocer la distancia entre la manga principal de la comunidad donde se realizara el primer nivel de Splitter y el nodo que transmite dicha potencia,
- Atenuaciones en el recorrido al cliente: Generadas por las múltiples fusiones por tramos de fibra óptica y empalmes con Mangas y otras Cajas NAP, además de Splitters.
- Distribución de cajas NAP y relación con cantidad de PON's: Previamente ya se ubicaron en puntos estratégicos las cajas dedicadas a clientes en lo cual deben ser acordes a la densidad de población que tengan a su alrededor, al saber la cantidad de cajas de una zona se debe visualizar la distribución de los PON's mediante la combinación de Splitters para abarcar con una cuota de clientes homogénea por caja.
- Combinación de Splitters: Además de lograr una cantidad lógica de cliente por caja se debe lograr un rango de potencia final en el cliente entre -18 a -22 dBm iniciando en 7 dBm que es la potencia que transmite la OLT, este valor es el adecuado para la transmisión de datos sin perdidas o retrasos.

Entre las posibles combinaciones utilizadas para el diseño son las siguientes:

➤ Nivel 1 (1:2) – Nivel 2 (1:8) – Nivel 3 (1:8):

Un ejemplo de este caso se puede observar en el Barrio La Vega donde se tiene un PON que para esta combinación logra cubrir 16 cajas NAP de clientes con 8 usuarios posibles por caja, primeramente, en la Manga – Int. C.1 / Av. La Vega señalada en la figura 188 se realiza el primer nivel de Splitter dividiendo el PON con 1:2 y directamente para las cajas cercanas se utiliza un 1:8 para el siguiente nivel dirigido a cada caja observando la configuración en la figura 189:



Figura 188. Cajas con primera salida de 1:2 en la Av. La Vega – B. La Vega.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

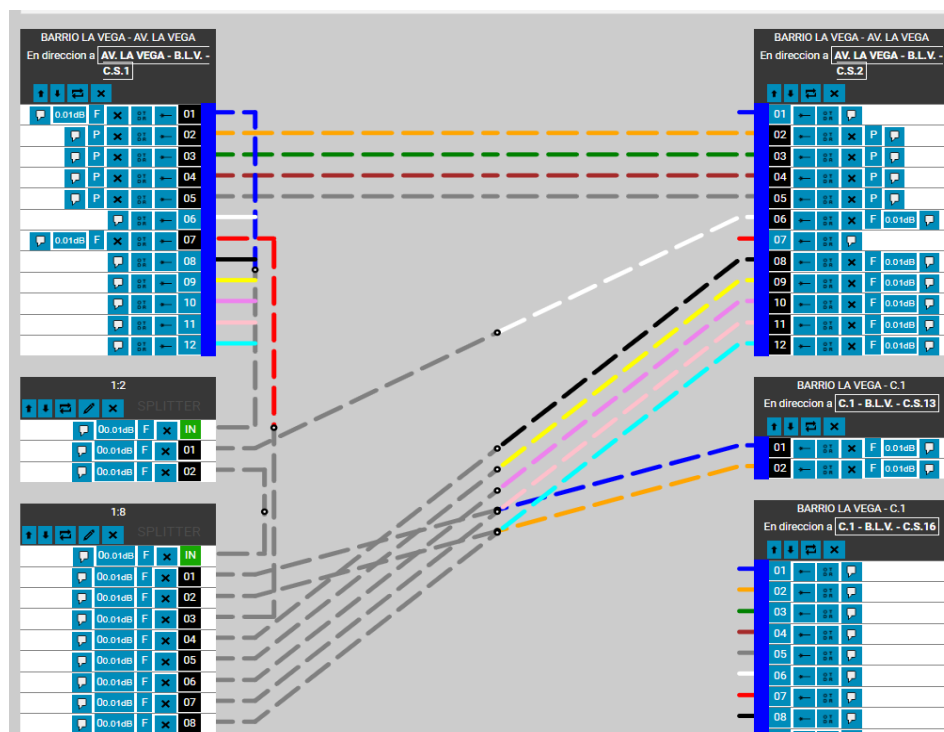


Figura 189. Primer y segundo nivel de Splitter en Av. La Vega – B. La Vega.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

El hilo 1 proveniente del tendido de Barrio La Vega – Av. La Vega es el hilo proveniente del nodo Sur Oeste – El Castrero (Ver figura 190) con una potencia de 5,95 dBm para este punto del recorrido.



Figura 190. Potencia del PON utilizado en la Urb. La Vega.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Al dividir el PON en el 1:2 se continua con una potencia de 1,24 dB para el 1:8 que atenúa en -9,17 dB dirigidos a las cajas de clientes en primera salida del 1:2 mientras que la segunda salida es dirigida por el troncal Barrio La Vega – Av. La Vega por el hilo 6, por otro lado, los hilos del 1:8 se dirigen hacia el mismo troncal y el Barrio La Vega – C.1.

Ahora en la siguiente figura 191 se observa como para cada caja marcada anteriormente en naranja en representación de la primera salida del Splitter 1:2 se tiene terminación a los usuarios con el tercer nivel de Splitter en 1:8 con potencia de -19,61 dB.

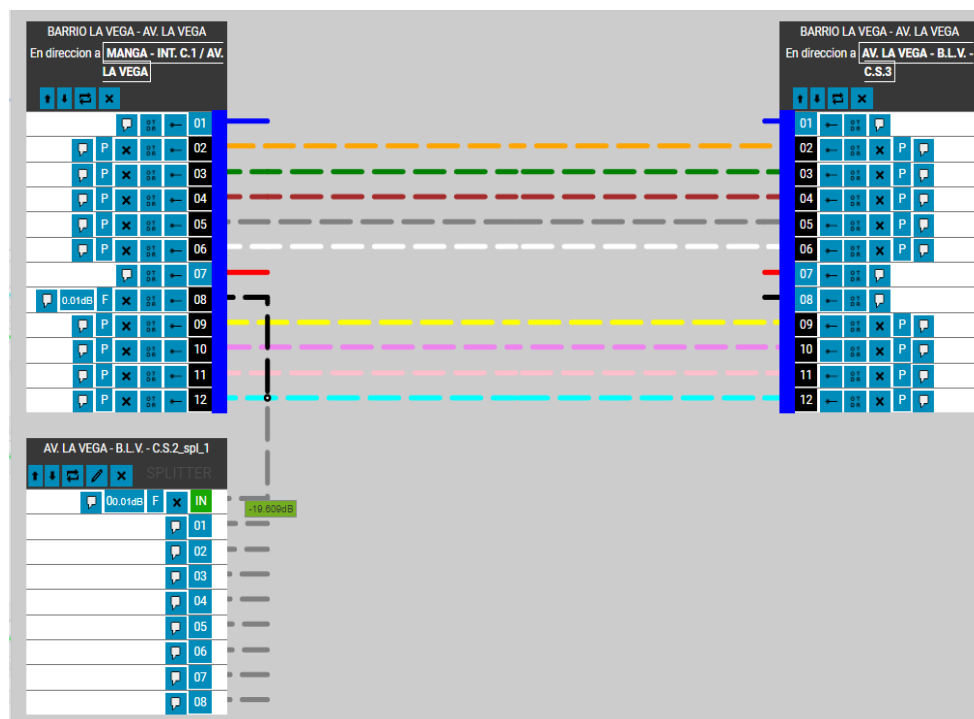


Figura 191. Salida de usuarios en tercer nivel en la Av. La Vega – B. La Vega.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Por otro lado, la segunda salida del 1:2 de primer nivel termina en la Manga – Int. Av. La Vega y distribuye las cajas de usuarios marcadas en azul. (Ver figura 192)



Figura 192. Distribución de cajas en segunda etapa del primer nivel Av. La Vega – B. La Vega.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Aquí se tiene una potencia 1,12 dB y se coloca el segundo nivel con 1:8 de -9,29 dB para clientes en el troncal Barrio La Vega – Av. La Vega y Barrio La Vega – Av. 3B. (Ver figura 193). Se debe destacar que en una fusión de Manga previa el hilo de primer nivel se ubica en la fibra 5.

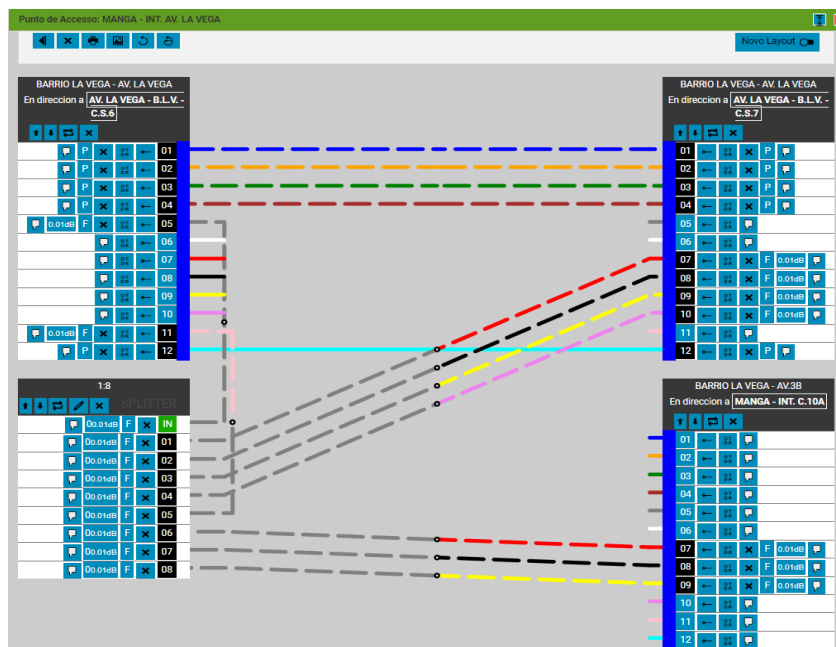


Figura 193. Segundo nivel de Splitter en segunda etapa Av. La Vega – B. La Vega.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Obteniendo cajas NAP con 8 usuarios de potencia de -19,71 dB por caja final observando la figura 194:

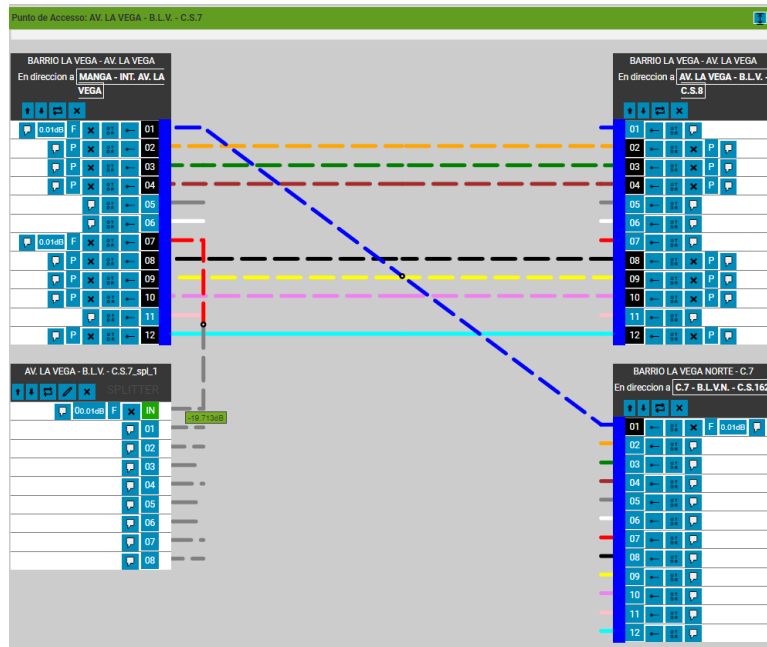


Figura 194. Salidas de usuarios en tercer nivel para la segunda etapa Av. La Vega – B. La Vega.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

➤ Nivel 1 (1:16) – Nivel 2 (1:8):

Para la etapa 3 de la Urb. El Guafal con un PON se realiza cobertura de 16 cajas con un primer nivel de Splitter de 1:16, dedicado para una población dispersa y un número considerable de cajas NAP como se observa en las figuras 195:



Figura 195. Cajas con cobertura para combinación de Splitter 1:16 – 1:8.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

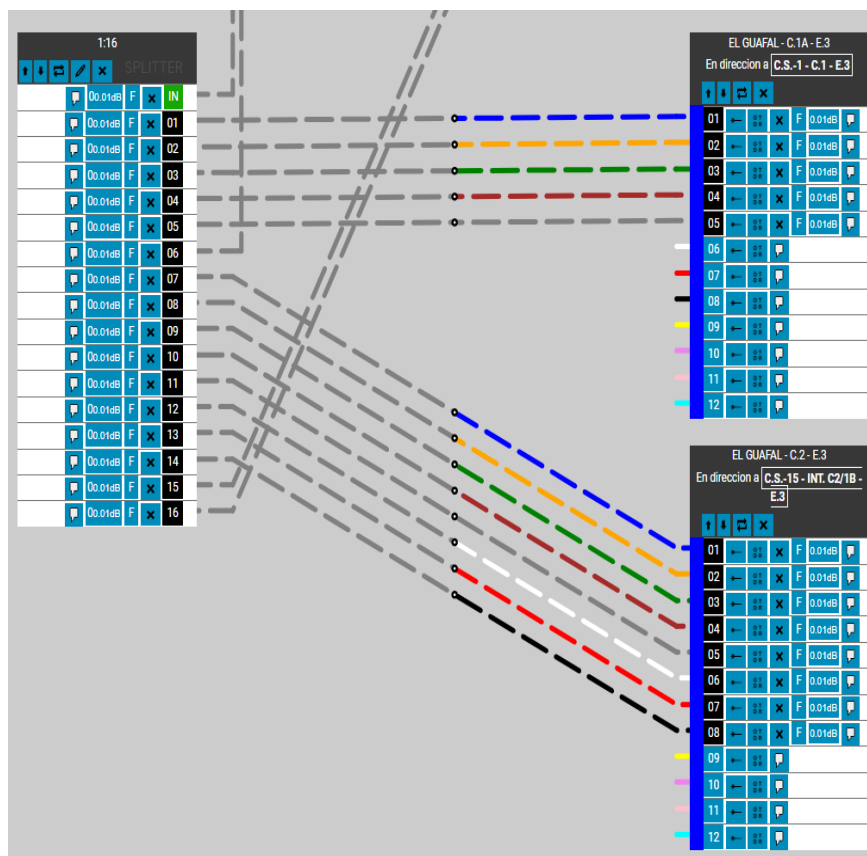


Figura 196. Primer nivel de Splitter para combinación 1:16 – 1:8.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

La figura 196 anterior consiste en la manga de Intercepción entre la Etapa 1 y Etapa 3 que se recibe una potencia de 5,11 dB mediante el troncal alterno desde el Barrio La Cumbre como se observa en la figura 197:

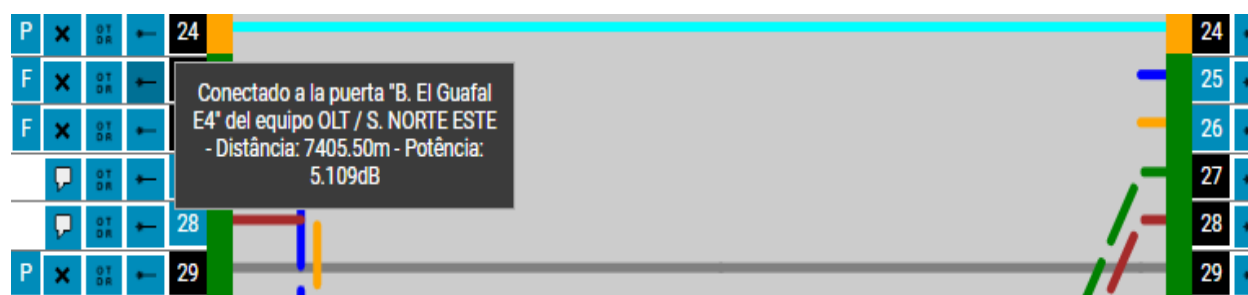


Figura 197. Potencia recibida en manga Int. Etapa 1 y 3 Urb. El Guafal.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

El segundo nivel y el final para el cliente se comprende en un Splitter 1:8 con potencia de -19,56 dB. (Ver figura 198):

En la caja de Intercepción de la C. La Alegría y la C. Pedro Fernández se tiene una potencia de 6,6 dB desde la OLT Ricardo Montilla como se observa en la figura 200:



Figura 200. Potencia obtenida en el Barrio Primero de Mayo.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

En este punto se tiene el primer nivel de Splitter con 1:8 enviados hacia el troncal B. Primero de Mayo – C. Pedro Fernández y B. Primero de Mayo – C. La Amistad, y a su vez en esta caja se aplica un segundo nivel 1:16 para los usuarios con potencia de -18,12 dB como se observa en la siguiente figura 201:

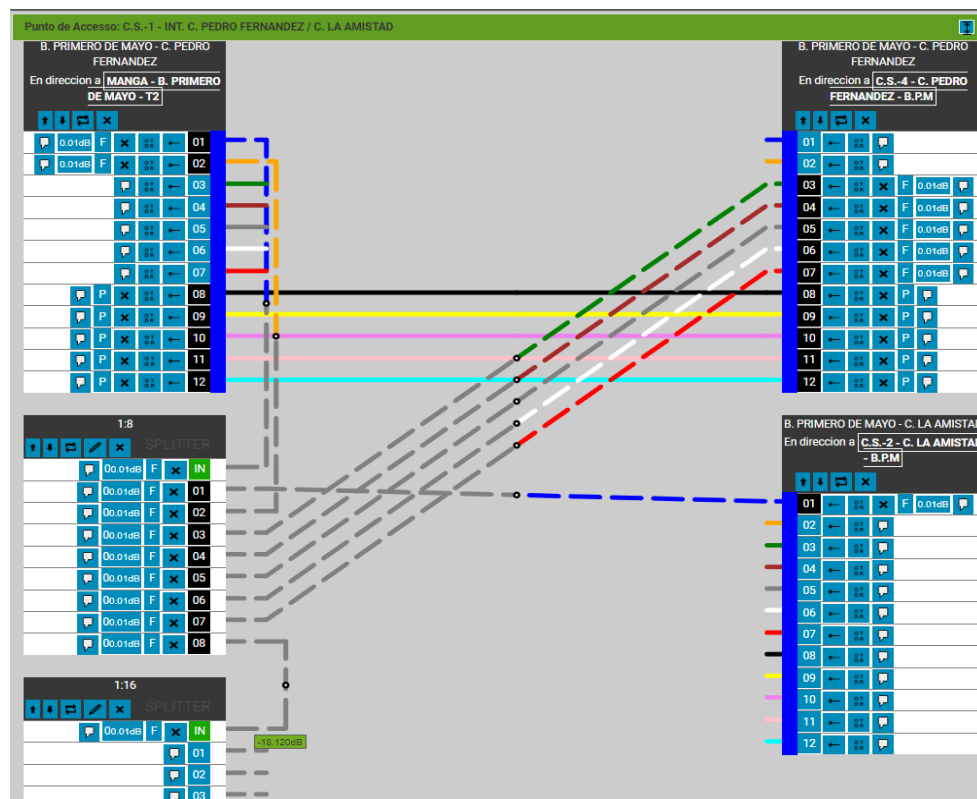


Figura 201. Primer y Segundo nivel para los usuarios en combinación 1:8 – 1:16.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Las salidas del 1:8 pueden ser aplicadas a un segundo nivel de Splitter con 1:2 como se tiene en la siguiente figura 202:

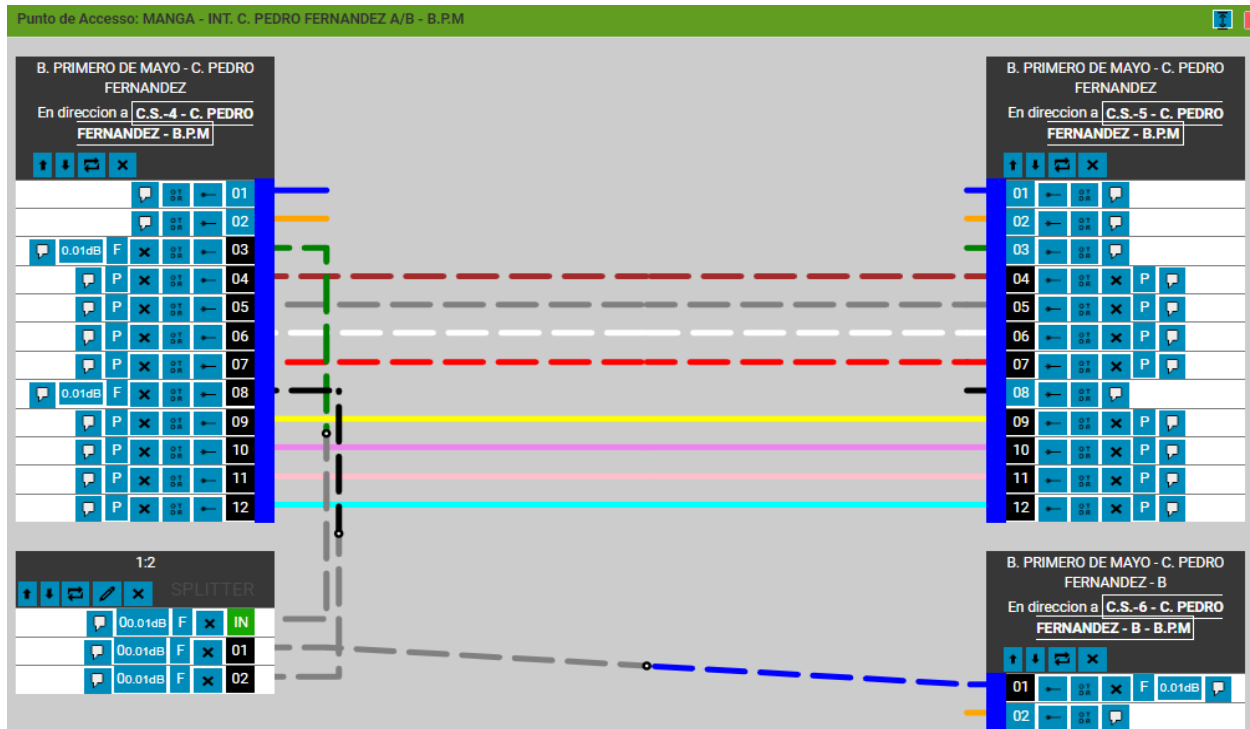


Figura 202. Alternativa de segundo nivel con 1:2 distribuido.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Llegando a ciertas cajas NAP del Barrio Primero de Mayo con Splitter de tercer nivel en 1:8 a potencia de -18,99 dB. (Ver figura 203)



Figura 203. Salida de usuario en tercer nivel en B. Primero de Mayo.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

- Nivel 1 (1:4) – Nivel 2 (1:4 / 1:8) – Nivel 3 (1:16 / 1:8):

Este caso es aplicado para las regiones más alejadas con una población dispersa, donde se aplica un primer nivel de 1:4, un ejemplo es sobre la Urb. El Guafal E.2 donde sobre la Manga principal ubicada en el Troncal 11 observando la figura 204.

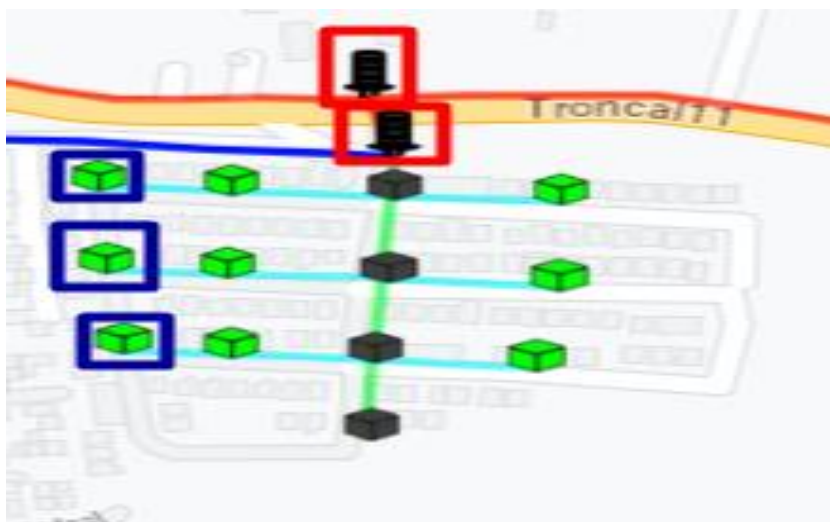


Figura 204. Distribución de cajas para Urb. El Guafal Etapa 2.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Con una potencia de 5,1 dB desde la OLT a una distancia 7,3 Km se tienen los hilos por el troncal 11 principal. (Ver figura 205)



Figura 205. Potencia recibida en la Manga Urb. El Guafal Etapa 2.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Luego se envían los PON's dedicados hacia la Manga de la Urb. El Guafal E.2 donde se coloca el primer Splitter 1:4 enviando un hilo hacia la manga anterior y tres hacia las cuadras internas. (Ver figura 206)

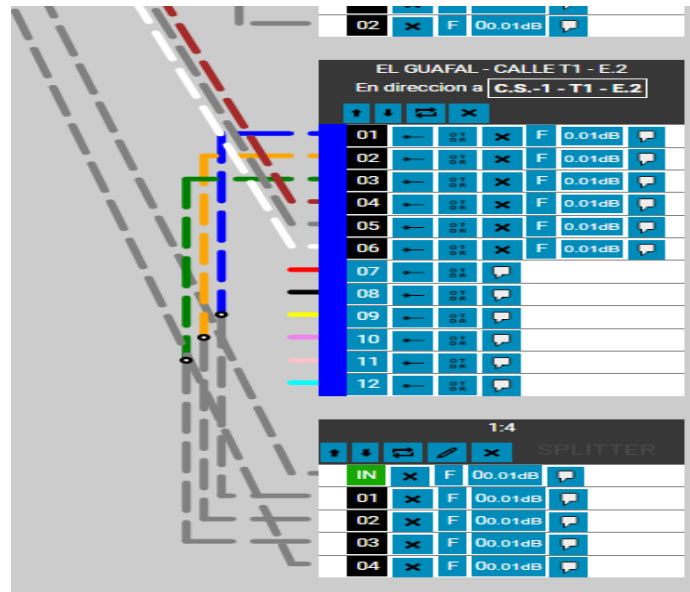


Figura 206. Primer nivel de Splitter en combinación 1:4 – 1:4 – 1:16.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

- Primer caso:

Para el interior de la urbanización se aplica el segundo nivel de Splitter sobre las cajas distribuidoras (grises) con 1:4 y a su vez el tercer nivel con 1:16 con potencia de -21,25 dB observando la figura 207:

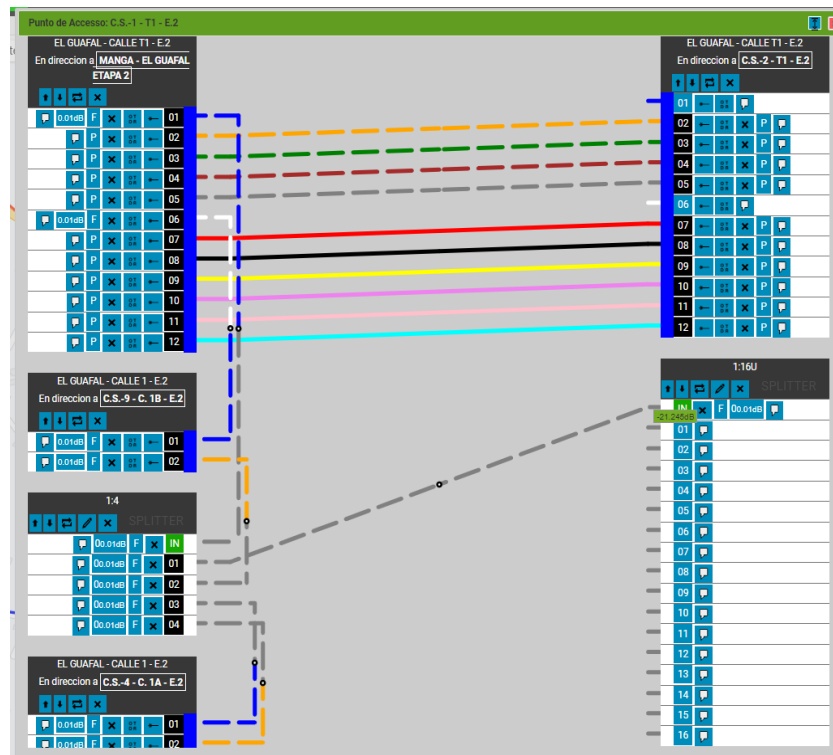


Figura 207. Nivel 1 y 2 con salida a usuarios Urb. El Guafal Etapa 2.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

- Segundo caso:

Para los usuarios de esta zona fuera de la urbanización se considera un segundo nivel de 1:8 colocado sobre la Manga del troncal 11 observando la figura 208, y que se envían a las cajas NAP sobre el troncal y las cajas seleccionadas en azul dentro de la urbanización. (Ver figura 209)

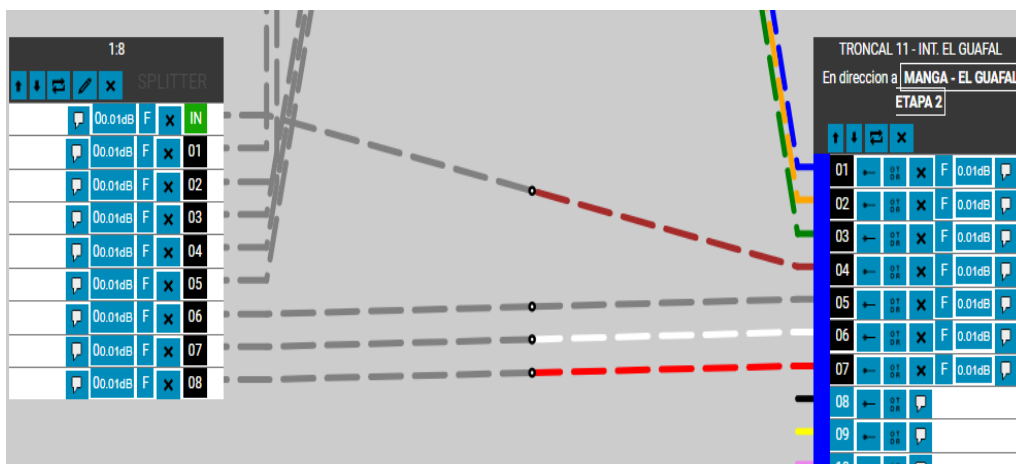


Figura 208. Caso N°2 con Segundo Nivel 1:8 para Urb. El Guafal Etapa 2 y troncal 11.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

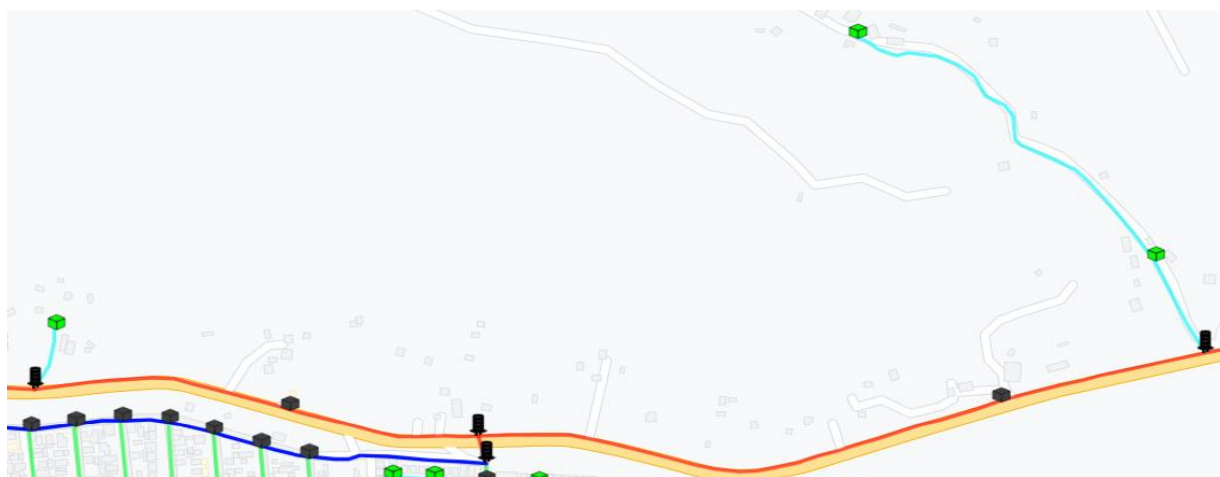


Figura 209. Distribución de cajas para Urb. El Guafal Troncal.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Finalmente, cada usuario finaliza en un tercer nivel de 1:8 con potencia de -21,92 dB por caja como se observa en la siguiente figura 210:

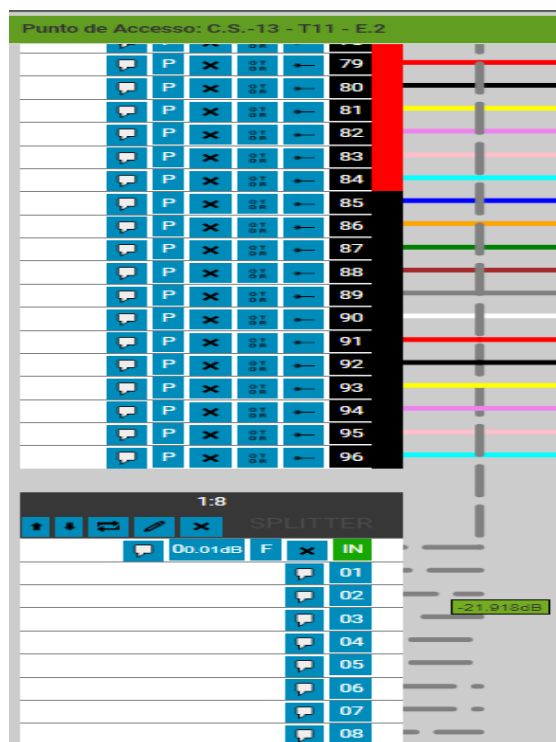


Figura 210. Salida de usuarios en Urb. El Guafal Troncal.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Para esta combinación de Splitter existe el inconveniente de poseer mayores salidas de potencia que la capacidad otorgada por un PON de 128 clientes, al considerar este caso las 16 salidas de un Splitter de cliente puede ser empleado restringido a solo 8 salidas a usuarios de forma estable.

f. Reservas del tendido:

Las reservas son esenciales para la reposición del tendido en caso de desperfectos y cortes en el mismo para este diseño existen cuatro tipos de fibra óptica con distintas aplicaciones explicadas a continuación:

✓ **Reservas fibra óptica de 96 hilos troncal:**

Debido a que este tipo de fibra es la más longeva y que recorren toda la superficie de San Juan de los Morros se mantiene una relación de cada 100 m aproximadamente con 50 m de fibra en reserva para evitar acumulación de fibra en los postes y pérdidas extras a la potencia transmitida, sin embargo, se destaca que la disposición de estas reservas es prioritaria para zonas donde existe alto riesgo de corte o cruces del tendido. (Ver figuras 211 y 212)



Figura 211. Reservas de fibra de 96 hilos sobre troncal principal.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

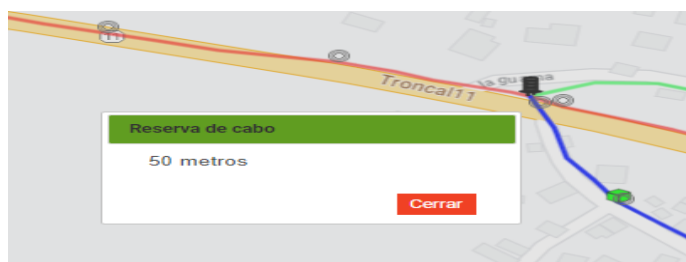


Figura 212. Cantidad de reserva de fibra de 96 hilos.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

✓ **Reservas fibra óptica de 48 hilos alternativo:**

En este caso se mantiene la relación de 50 m cada 100 m de recorrido debido a ser el tendido dispuesto a gran cantidad de usuarios y cajas NAP. (Ver figuras 213 y 214)



Figura 213. Reservas de fibra de 48 hilos en el troncal alternativo.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

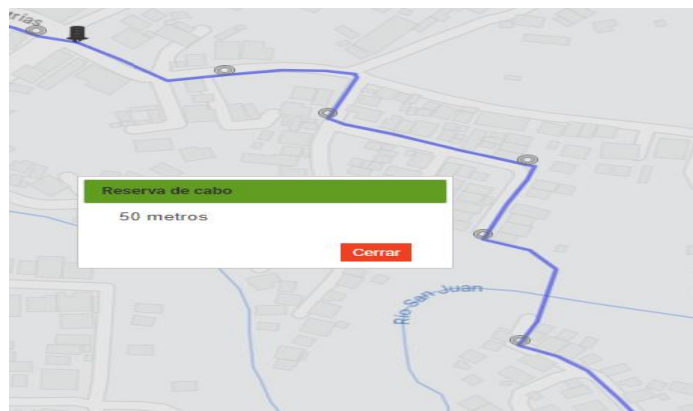


Figura 214. Tamaño de reservas de fibra de 48 hilos.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Además, se destacan reservas en zonas críticas con cruces y lugares donde no existen postes de por medio a los 100 m

✓ **Reservas fibra óptica de 12 hilos troncales de comunidad:**

Al pertenecer a troncales de usuario en barrios y urbanizaciones se reduce la capacidad de reservas entre 30 – 40 m cada 70 – 80 m de espacio ubicadas en ocasiones puntuales sobre los postes con cajas NAP o Mangas. (Ver figuras 215 y 216)

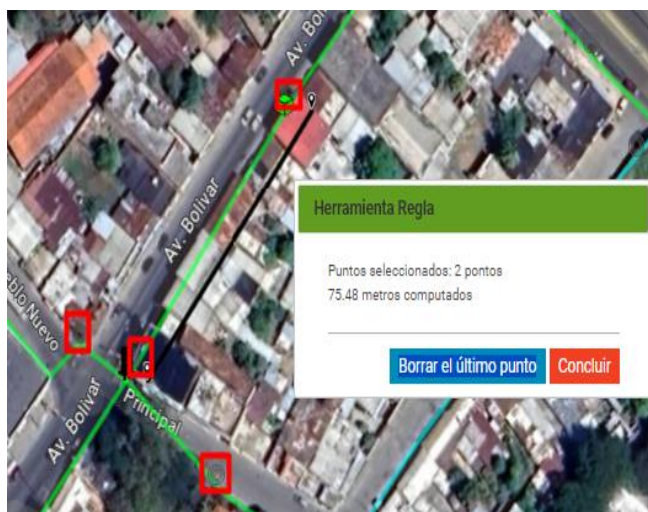


Figura 215. Reservas de fibra de 12 hilos en troncales de urbanización.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

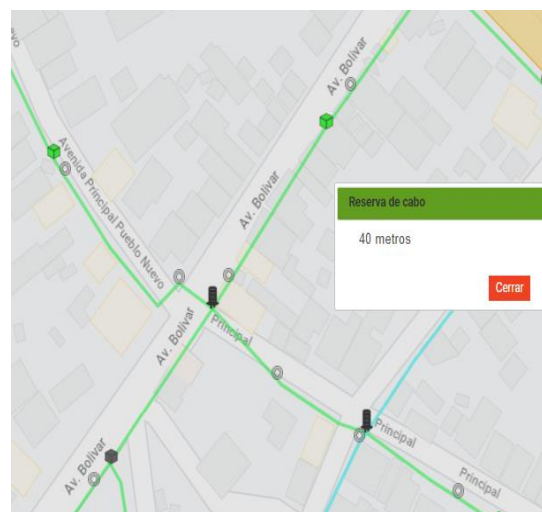


Figura 216. Tamaño de reservas de fibra de 12 hilos.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

✓ **Reservas fibra óptica de 2 hilos para cajas de cliente alejadas:**

Para esta distribución de reservas es relativo la disposición de metraje y espacio entre reservas, sin embargo, pueden ser ubicadas en menor longitud como reposición de un

tendido reducido hacia una caja de cliente como referencia un espaciado de 50 m con 25 m de reservas como mínimo. (Ver figuras 217 y 218)



Figura 217. Reservas de fibra de 2 hilos en tendidos reducidos de calles.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

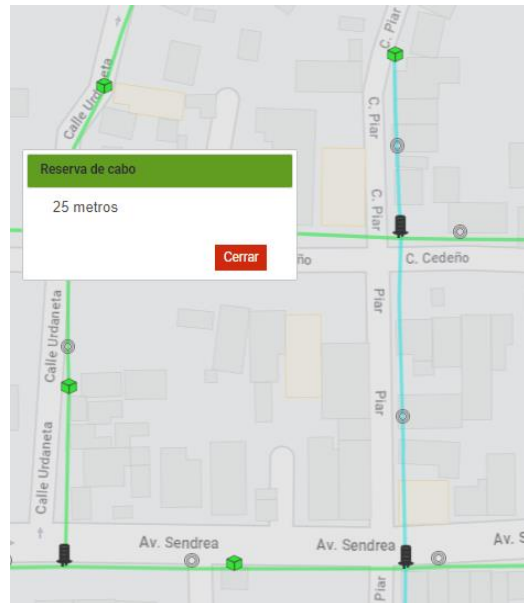


Figura 218. Tamaño de reservas de fibra de 2 hilos.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

5.3.4. Configuración de nodos

Esta sección se enfoca básicamente en la ubicación y la estructura lógica del flujo de trabajo de los equipos elegidos en los nodos, además de tener visualización de la redundancia del tendido según los componentes

a. Arquitectura de nodos:

Considerando el nodo principal que recibe al proveedor de Internet WAN y se establece el flujo de equipos que administran y dan seguridad a la red para que posteriormente sea distribuido a los demás nodos y usuarios. (Ver figura 219)

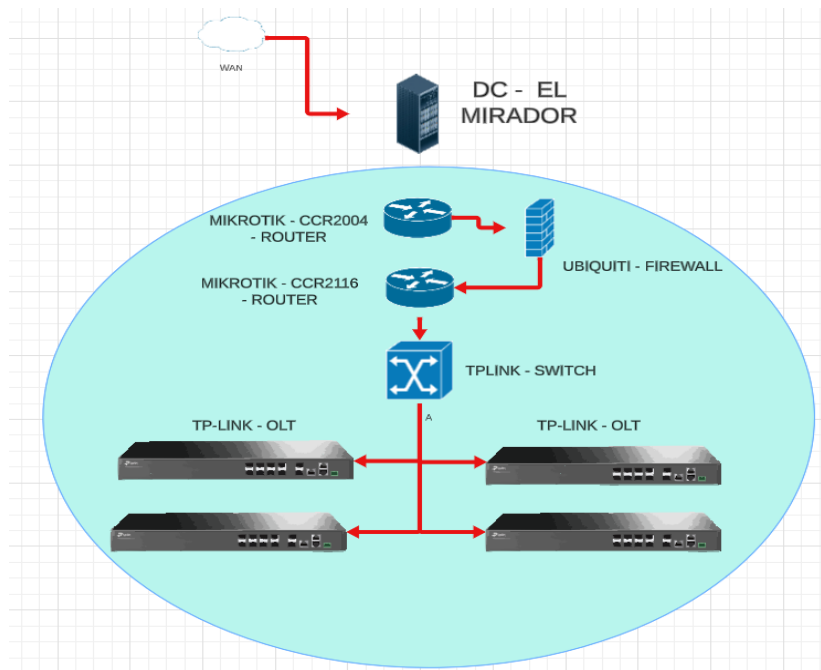


Figura 219. Arquitectura de nodo Principal San Jose.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

De forma general el conjunto de los seis nodos del diseño de red FTTX para San Juan de los Morros tendría la siguiente disposición y lógica observando la figura 220:

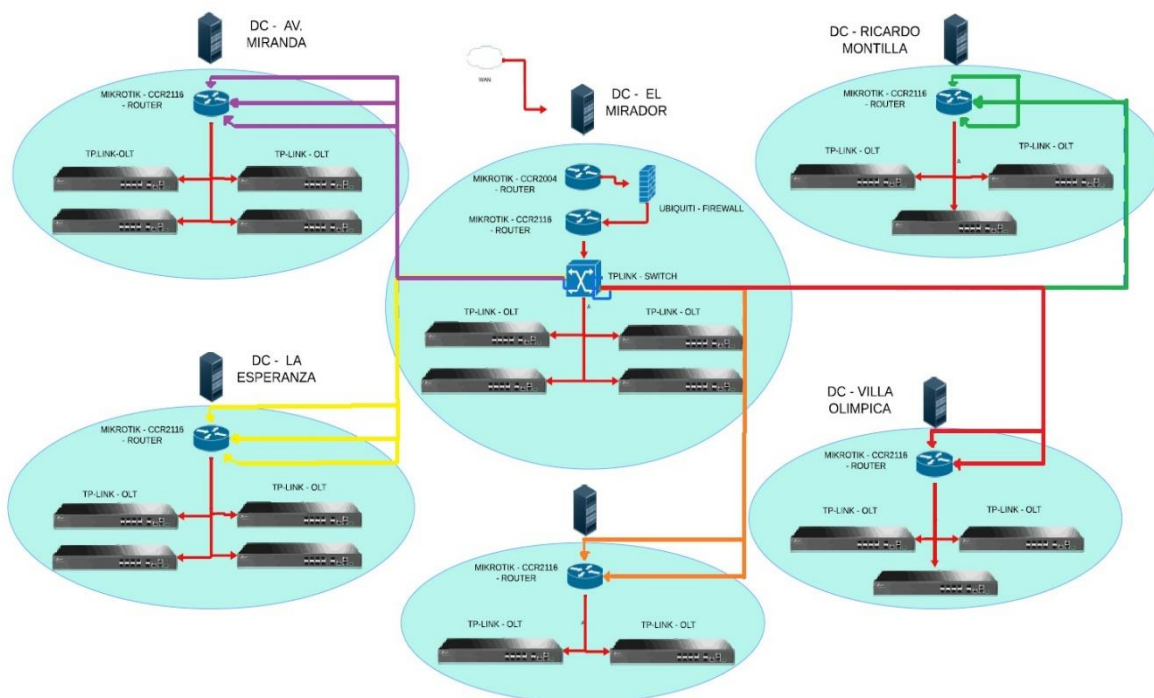


Figura 220. Arquitectura de los nodos dedicados para la red FTTX para San Juan de los Morros.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

b. Disposición de equipos en nodos:

Ahora teniendo en cuenta la composición física de cada equipo y sus interconexiones se representa mediante los racks cada una de las configuraciones de los nodos anteriormente definidos.

✓ **DC – El Mirador (Ver figuras 221 y 222)**

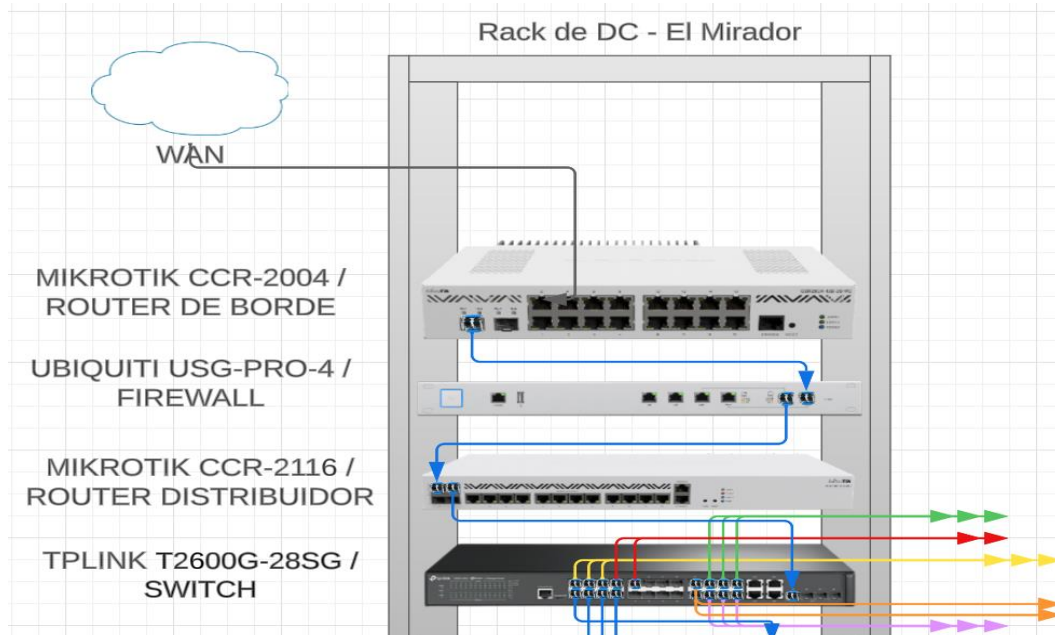


Figura 221. Equipos en Nodo Principal con salidas al troncal principal.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

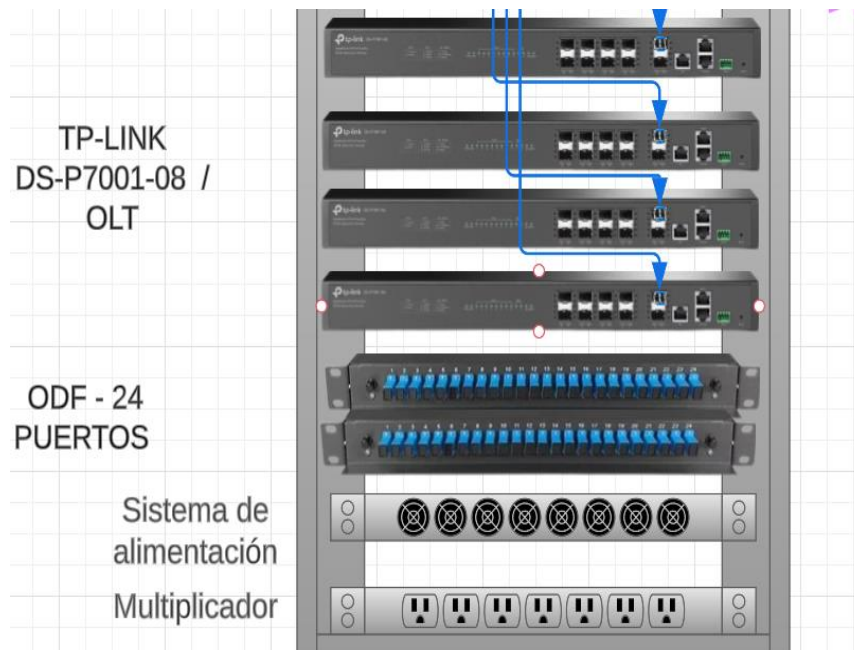


Figura 222. Equipos OLT en Nodo principal.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

Para este nodo se destaca la utilización de los transceptores para interconectar mediante fibra óptica cada equipo. Mientras que en el Switch se envían 4 series de hilos de fibra que resultan ser los hilos de redundancia en lo cual en el mejor de los casos el asignado como principal transmite al nodo, sin embargo, los hilos restantes pueden alimentar el nodo en caso de cortes en el troncal principal.

✓ **DC – Av. Miranda (Ver figura 223)**

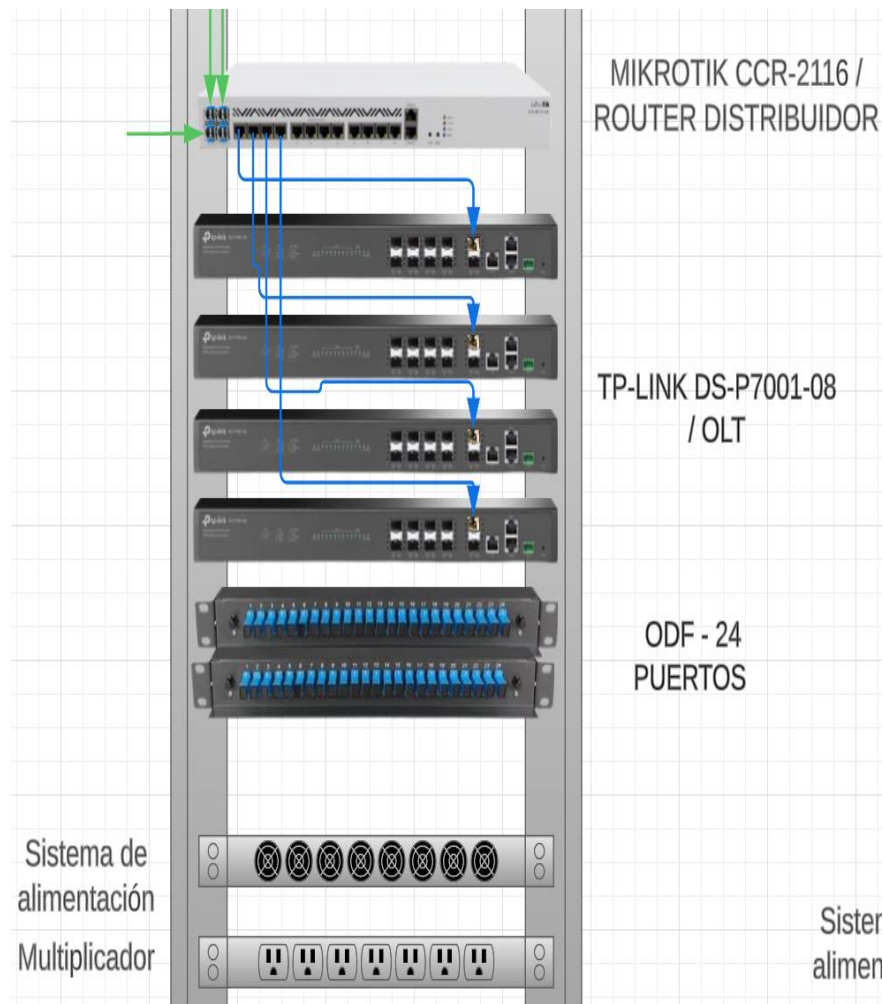


Figura 223. Equipos en Nodo Av. Miranda con OLT's.

Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

En este nodo se reciben tres caminos de fibra en lo cual el router determinara cual posee potencia para derivar a cada OLT. Además, se destaca el uso del módulo RJ45 a SFP para interconectar mediante cable UTP Gigabit a los equipos.

✓ DC – La Esperanza (Ver figura 224)

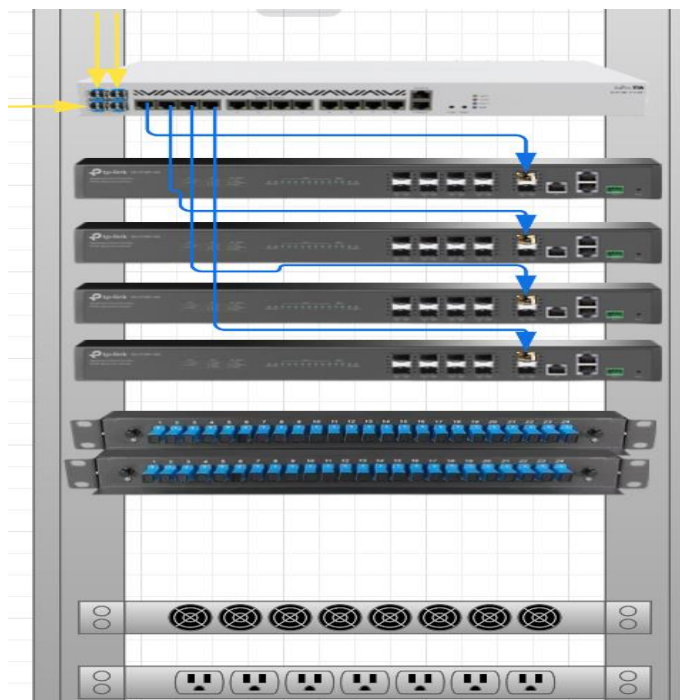


Figura 224. Equipos en Nodo La Esperanza con OLT's.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

✓ DC – Villa Olímpica (Ver figura 225)

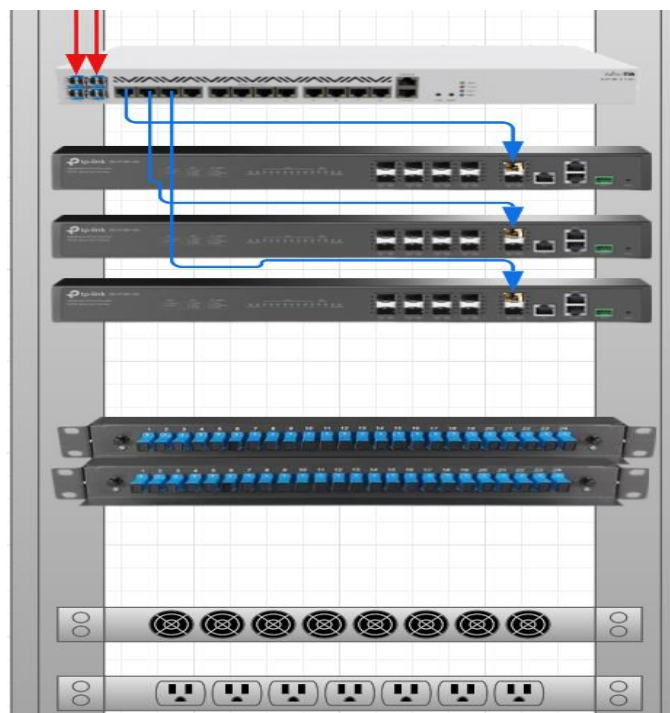


Figura 225. Equipos en Nodo Villa Olímpica con OLT's.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

✓ DC – Ricardo Montilla (Ver figura 226)

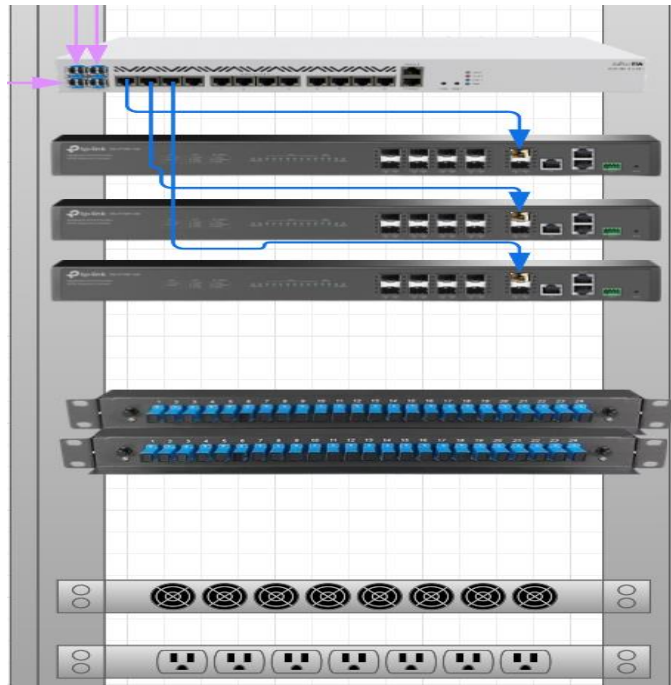


Figura 226. Equipos en Nodo Ricardo Montilla con OLT's.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

✓ DC – El Castrero (Ver figuras 227):

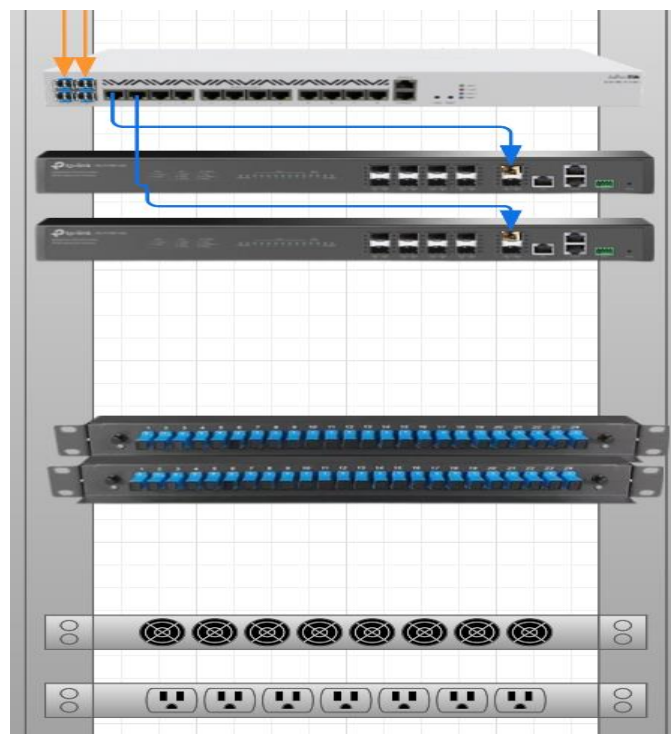


Figura 227. Equipos en Nodo El Castrero con OLT's.
Fuente: Ramírez, Lugo. (2023)

5.4. Fase IV Estudio de la viabilidad de los factores técnicos de trabajo con respecto al diseño y las tecnologías a utilizar, el impacto social que se percibirán con esta propuesta de red FTTX para la región de San Juan de los Morros, estado Guárico

5.4.1. Factores técnicos del diseño

Para este diseño de red FTTX dedicado para San Juan de los Morros, estado Guárico, existen ciertos factores que permiten la funcionalidad y la eficiencia estudiada mediante las fases previas, aquí se destacan por partes puntuales las necesidades técnicas para ser factible:

a) Consideraciones para implementación:

En esta sección se destacan los elementos esenciales para lograr una implementación, aunque la investigación no sea enfocada a este fin de ser implementado.

✓ Personal calificado:

Es necesario la gestión de profesional capacitados para las tareas de implementación y gestión de la red, entre las áreas necesarias se encuentran:

1. Diseñador de red: Un Ingeniero encargado de tomar modificaciones al diseño en caso de complicaciones de instalación.
2. Gestor de instalación: Un ingeniero o técnico de red para la gestión de equipos y software.
3. Supervisor de campo: Un Ingeniero capacitado para la instalación del tendido que supervise a los técnicos instaladores.
4. Técnicos FTTX: Dedicado a llevar a cabo el tendido aéreo en el entorno de San Juan de los Morros.

✓ Determinar proveedor:

Verificar las opciones de proveedores autorizados por CONATEL y que a su vez brinden una oferta de acceso a la red de gran relevancia para lograr un servicio optimo a los usuarios en cuanto a velocidades y estabilidad.

✓ Permisologías:

En Venezuela existen ciertos para metros legales que son esenciales para llevar a cabo una instalación de red, entre los organismos a los que acudir son CONATEL para permisos de proveer Internet a la población, avalar el diseño y del proceso de instalación. Además de otros factores como gestión de acceso a instalación en postes públicos, gestión

de espacios de instalación de nodos y permisos mediante la gobernación para el ejercicio en la zona de San Juan de los Morros.

✓ Procesos de instalación de equipos:

Para esta red masiva los tiempos de instalación son primordial para lograr una rentabilidad en los plazos del estudio económico y que a su vez por factores de disposición de los usuarios en la adquisición de un servicio de Internet de fibra óptica es de mayor prioridad en zonas de mayor población y es allí que el despliegue de equipos y personal se debe realizar de forma escalable en el tiempo, sin embargo, son dependiente de permisos y la capacidad de personal para la ejecución, alguna de los puntos a destacar:

1. Despliegue de fibra óptica.
2. Instalación de herrajes para el tendido.
3. Fusiones de fibra y empalmes
4. Colocación de Mangas con fusión y empalmes adecuados junto a la conexión de los niveles de Splitter determinados previamente.
5. Ubicación de reservas en el tendido.
6. Validar potencia y continuidad de la fibra.
7. Colocación de cajas NAP para cliente.
8. Para instalación de nodos, ubicar equipos en racks considerando flujo de aire y conexiones seguras.
9. Configurar conexión de software entre equipos y gestionar potencia de salida.
10. Manejar el cableado estructurado dentro del rack y hacia el tendido aéreo.
11. Instalar el sistema fotovoltaico y el generador eléctrico de tal forma que se logre un respaldo seguro en todo momento.
12. Para instalación a cliente, ubicar la salida disponible en la caja NAP más cercana.
13. Realizar el tendido del drop hacia el recinto del usuario
14. Instalar el paquete de cliente, verificar potencia y conexión.

✓ Configuración de equipos:

Cada equipo posee una interfaz particular según el proveedor en lo cual es necesario contar con personal capacitado para su configuración, luego se debe proseguir a los procesos de asignación de IP, redirección de ancho de banda, asignación de entradas y salidas respectivas para equipos OLT con múltiples entradas de redundancia. La gestión de

este proceso es primordial para el aprovechamiento de recursos y funcionalidades de los equipos elegidos para este diseño.

Destacando este proceso de uso de las múltiples entrada para la redundancia de la red, surge el concepto de “Loop” que hace referencia a la saturación de entradas con una misma funcionalidad o información hacia un equipo en este caso un Router de Administración, al estar conectado a varias rutas con potencia debido a que los puertos del Switch en el nodo principal no pueden ser apagados para evitar pérdida de tiempo por reconexión manual, se tiene que gestionar cual puerto utilizar verificando el de mejor tasa de transferencia y conexión exitosa.

Para ello se aplica el “Spanning Tree” (STP – 802.1D) es un protocolo de red aplicado en capa 2 para los dispositivos Switches o Routers con Switching en donde se busca aplicar redundancia al configurar STP, este realiza un “Broadcast” de cada puerto de conexión para verificar el envío correcto de datos a una tasa de transferencia adecuada hacia otro dispositivo, para luego asignar un camino o puerto de transmisión más adecuado para la conexión de información, al comprobar la red buscando rutas duplicadas y desactivarlas, el Spanning Tree Protocol impide que se creen dos o más tramas paralelas, en lo cual asigna rutas principales, backups y designadas para tener control de la transmisión.

b. Monitoreo y mantenimiento de la red:

Por otro lado, el monitoreo consistirá en lograr mantener en el tiempo una estabilidad y garantizar a los usuarios la potencia adecuada mediante el tendido y un ancho de banda acorde a través de los factores técnicos de configuración y administración.

Para realizar esto se emplean diversos programas que integran la conexión de equipos mediante software y así establecer configuraciones de interfaz. Alguno de los softwares a emplear:

- ✓ “The Dude” de Mikrotik para la gestión de routers y tráfico de datos en los mismos.
- ✓ “OpManager” de Cisco para la gestión del flujo de datos transmitidos por las OLT, administración de puertos de Switch, rendimiento de la red, gestión de seguridad y gestión de cambios a través del software este es un sistema robusto de necesario uso para la gestión de los nodos y la red en general.

- ✓ Zabbix diseñado para monitorizar y registrar el estado de varios servicios de red, servidores y hardware de red, empleado por código abierto y utiliza MySQL, PostgreSQL, SQLite, Oracle e IBM B2 de base de datos.
- ✓ Nagios un servicio de monitoreo de código abierto con características principales la monitorización de servicios de red (SMTP, POP3, HTTP, SNMP, etc.), la monitorización de los recursos de sistemas hardware (carga del procesador, uso de los discos, memoria, estado de los puertos, etc.), independencia de sistemas operativos, posibilidad de monitorización remota mediante túneles SSL cifrados o SSH, y la posibilidad de programar plugins específicos para nuevos sistemas.
- ✓ SolarWinds desarrollo el Network Performance Monitor (NPM) que ofrece monitoreo de fallas, desempeño y disponibilidad mediante funciones como la correlación de datos de red de apilamiento cruzado, el análisis de rutas de red, además de graficas sobre el estado en tiempo real de equipos, temperaturas, velocidades, energía, entre otros parámetros.

Además, se debe destacar la funcionalidad de “Monitoreo” que ofrece Tomodat2 que permite conocer usuarios en línea y potencia de la señal en una OLT, sin embargo, es una función básica con limitaciones de uso a día de hoy.

La elección de estos procesos de monitoreo y gestión son opcionales a la hora de ser empleados, sin embargo, se requiere considerar tiempos de capacitación y adaptación al sistema para tomar como referencia alguno de los programas y la gestión de una red de gran calibre de usuarios, para así garantizar la óptima funcionalidad de los recursos.

5.4.2. Viabilidad económica del diseño

El estudio de la viabilidad económica para este proyecto se ve involucrado por factores técnicos y la infraestructura de equipos y herramientas necesarias para llevar a cabo dicho diseño de red FTTX para San Juan de los Morros. Primeramente, se debe determinar la inversión inicial comprendido entre el capital fijo y el capital de trabajo. Mediante la tabla 23 se conoce el capital fijo tangible.

Tabla 23. Capital tangible para capital fijo.

	Costo Unitario	Unid.	Costo total	Vida útil	Valor Residual	Dep.	Dep. Total	Dep. Mensual	Año por dep.	Valor Res.
CCR2116	1257,4	6	7544,4	5	125,7	226,33	1357,99	113,16	3	4828

	Costo Unitario	Unid.	Costo total	Vida útil	Valor Residual	Dep.	Dep. Total	Dep. Mensual	Año por dep.	Valor Res.
CCR2004	790	1	790	5	79	142,2	142,20	11,85	3	506
DSP700108	2750	20	55000	5	275	495	9900,00	825	3	35200
USG.PRO4	931	1	931	5	93,1	167,58	167,58	13,97	3	596
T2600G-28SQ	890	1	890	5	89	160,2	160,20	13,35	3	570
M. SFP	39	227	8853	5	0	7,8	1770,60	147,55	3	5312
M. RJ45 a SFP	126	29	3654	5	0	25,2	730,80	60,9	3	2192
ODF-24P	50	11	550	5	0	10	110,00	9,17	3	330
RACK 42U	803,67	6	4822,02	10	80,367	72,3303	433,98	36,17	8	3954
Inversor	750	6	4500	10	75	67,5	405,00	33,75	8	3690
Panel Solar	195	36	7020	25	0	7,8	280,80	23,4	12	3370
Batería Lit.	275	42	11550	10	27,5	24,75	1039,50	86,63	8	9471
Controlador Solar	450	6	2700	10	45	40,5	243,00	20,25	8	2214
Generador Eléctrico	3100	6	18600	10	310	279	1674,00	139,5	8	15252
Vehículos	11000	8	88000	6	2200	1466,67	11733,33	1535	4	64533
Totales			215404,42							152018

Entre los puntos que se deben destacar de la tabla anterior es el desglose por cada equipo tangible con costes en relación al número de unidades necesarias, además de considerar la vida útil, su valor residual y la depreciación en el tiempo de uso de dichos equipos para tener un resultado optimo según la utilización de los elementos involucrados. El costo total del capital fijo tangible es de \$215.404,42 con un valor residual final de \$152.018.

A través de la tabla 24 se expone el capital fijo intangible con los recursos necesarios para la puesta en marcha del proyecto, en este punto se deben considerar algunos gastos en relación a alquileres de postes y adquisición de cuotas de servicio de Internet hacia un proveedor, pero que resultan ser detalles no cuantificables en este punto del estudio.

Tabla 24. Capital intangible para capital fijo.

	Precio
Estudio de Proyecto (15% Capital Fijo Tangible)	32310,66
Imprevistos (20% Capital Fijo Tangible)	43080,88
Deposito Alquiler	4000
Total	79392

Debido a que gran parte de la infraestructura del proyecto se enfoca en el despliegue de los equipos en cada nodo y que a su vez comprenden el capital fijo tangible de esto se toman ciertos porcentajes para lograr determinar un estudio del proyecto y cubrir imprevistos obteniendo un total de capital fijo intangible de \$79.392,00 con una amortización de \$3.308,00 a 2 años de operaciones. El total del capital fijo total es de \$294.796,00 para los recursos empleados.

Ahora con la tabla 25 se estudia el capital de trabajo necesario para implementar la red enfocado en el tendido aéreo debido a que se comprende de los materiales de última milla y de continua renovación y adquisición.

Tabla 25. Capital de trabajo.

	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Fibra Óptica Drop - 2 Hilos - Cablix	0,3312	115922,86	38393,65
Fibra Óptica Adss 12 Hilos Monomodo G652d - Cablix	0,75	203298	152473,5
Fibra Óptica Adss 48 Hilos Monomodo G652d - Cablix	2,4	35690,74	85657,78
Fibra Óptica Adss 96 Hilo Monomodo G652d - Cablix	2,5	38335,28	95838,2
Malla Preformadas Para Fibra Óptica. 7mm 8mm.	3,5	8061	28213,5
Mallas Preformadas Para Fibra Optica.10-11mm	7,3	1868	13636,4
Herraje Gancho Tipo J Para Adss De 10 A 15 Mm - Cablix	16	10083	161328
Herraje de Suspensión Tipo B Para Adss De 9-11.1mm - Cablix	38	5041,5	191577
Herraje De Sujeción Tipo D Para Adss - Cablix	2	11394	22788
Fleje Metálico ¾ Acero Inoxidable	1,82	8256,01	15025,94
Hebilla Metálica ¾ Acero Inoxidable	2,4	16513	39631,2
(Tensor) Sujetador Tipo Cuña Con Gancho S	2	1465	2930
Manga De Empalme Fibra Óptica Tipo Domo 6 Puertos	145	558	80910
Caja De Empalme NAP 16 Hilos - Ip66	34	2168	73712
Patch Cord Gpon Sc-apc 1mt	3,3	12646,5	41733,45

	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Acoplador Adaptador De Fibra Óptica Monomodo Sc/apc	2,92	25293	73855,56
Splitter 1x16 – Sc/apc	24	0	0
Splitter 1x8 - Sc/apc	10,08	1712	17256,96
Splitter 1x4 – Sc/apc	5,75	282	1621,5
Splitter 1x2 – Sc/apc	38	411	15618
Total			1152201

A través de los materiales anteriores estudiando su costo unitario y las cantidades arrojadas por el diseño realizado se determinó un capital de trabajo total de \$1.152.201,00 para la puesta en funcionamiento de la red con una disposición al 70% de los clientes de San Juan de los Morros.

Para la tabla 26 se explican los ingresos brutos determinados únicamente por el precio neto de los dispositivos necesarios para una instalación de cliente y los posibles clientes de cada sector estudiado.

Tabla 26. Ingresos brutos por sector con paquete de cliente.

	Número de Clientes	Precio de Venta	Ingresos Brutos (mensuales)
Norte – Oeste	1672	35,69	59673,68
Norte – Centro	2731	35,69	97469,39
Norte – Este	1198	35,69	42756,62
Centro – Oeste	2323	35,69	82907,87
Casco Central	5425	35,69	193618,25
Centro – Este	2395	35,69	85477,55
Sur - Oeste	1918	35,69	68453,42
Sur - Este	2701	35,69	96398,69
Total	20363		726755,47

El precio de venta se comprende del paquete de cliente, longitud de fibra drop y herraje, esto se desglosa mediante la siguiente tabla 27:

Tabla 27. Elementos de instalación a cliente.

	Precio
Onus 1ge Bridge Huawei Sc/upc Hg8310m	20
Roseta	2,5
Pigtail Fibra Óptica - Sc/apc Drop	3,31
Acoplador Monomodo – Sc/apc	2,92
Patch Cord – Sc/apc Verde 1mt	3,30
Fibra óptica Drop – 2 Hilos – 20 m	1,66
Tensor con herraje tipo S	2

	Precio
Total	35,69

Este ingreso determinado se verá afectado por ciertos escenarios de ventas donde para el primer mes de operaciones se logren vender el 56% de los clientes totales de San Juan de los Morros (29.090 clientes) con un crecimiento mensual del 1% hasta lograr el 70% en 2 años de operaciones. Además, se proyecta un aumento de 10% sobre el precio inicial de instalación al cliente de \$35,69 hasta \$39,26 por cliente. (Ver tabla 28).

Tabla 28. Ingresos con proyección en el tiempo.

	Mes 1	Mes 6	Mes 12	Mes 13	Mes 18	Mes 24
Unidades	16.160	16.993	18.049	18.232	19.171	20363
Precio de Venta	35,69	35,69	35,69	39,26	39,26	39,26
Ingresos Brutos	576764	606487	644185	715761	752648	799431

Por otro lado, se tienen los costos operacionales para la gestión de personal, infraestructura y servicios necesarios para llevar a cabo el diseño observado en la tabla 29:

Tabla 29. Costos Operacionales en el tiempo.

	Mes 1	Mes 6	Mes 12	Mes 13	Mes 18	Mes 24
Sueldos y Salarios	28800	28800	28800	33600	33600	33600
Alquiler	1000	1000	1000	1200	1200	1200
Alquiler Locales	1500	1500	1500	1725	3469,59	8025,38
Mantenimiento Vehículos	9600	9600	9600	12000	12000	12000
Mantenimiento	80000	80000	80000	80000	80000	80000
Electricidad	118	118	118	118	118	118
Seguros	21540	21540	21540	21540	21540	21540
Inventario de Materiales	80654	88719	97591	107351	118086	129894
Total, Costos Operacionales	223730	231796	240668	258052	270532	286896

Explicando estos costos se tienen los sueldos y salarios en donde por personal técnico y profesional capacitado se estima un sueldo de \$1200,00 con un aumento del 16,67% para el segundo año y comprendido entre 24 personas, contando a su vez con un seguro de 20% al capital fijo tangible incluido para personal y equipos.

El alquiler de un depósito con 800 metros cuadrados por un año es de \$1000,00/mes con un aumento anual de 20%, además de 5 locales de 50 metros cuadrados para los nodos externos con un coste de \$300,00/mes por contrato anual con aumento de 15% al año.

El mantenimiento de vehículos se estima en \$800,00/mes por unidad, y el mantenimiento de la red troncal de cada sector se estima en \$10.000,00/mes.

La electricidad tiene un costo de 0,053 \$/KwH por mes mientras que el consumo diario de los equipos en cada nodo es de 12 KwH obteniendo 372 KwH mensuales considerando posteriormente 6 nodos con equipos. Sin embargo, este es un coste relativo a la capacidad de generación de energía de forma autónoma mediante el sistema fotovoltaico propuesto.

Por último, los materiales a mantener en el inventario corresponden al 7% del capital de trabajo.

En la siguiente tabla 30 se tienen los ingresos neto gravable determinado mediante la siguiente relación:

$$\text{Ingreso Neto Gravable} = \text{I. B.} - \text{C. O. P.} - (\text{Dep.} + \text{Amort.}) - \text{Interes}$$

Mientras que los impuestos sobre la renta correspondiente a las Unidades Tributarias con un valor de Bs.S. 9 equivalente a 0,29 \$/U.T. para la operación del diseño.

Tabla 30. Ingreso Neto Gravable e Impuesto sobre la Renta.

	Mes 1	Mes 6	Mes 12	Mes 13	Mes 18	Mes 24
Ingresos Brutos	576764	606487	644185	715761	752648	799431
Costos Operacionales	-222230	-230296	-239168	-256327	-267062	-278871
Depreciación+ Amortización	-4843	-4843	-4843	-4843	-4843	-4843
Ingreso Neto Gravable	349690	371349	400175	454592	480744	515718
Impuesto sobre la Renta	118895	126259	136059	154561	163453	175344

Al obtener un ingreso neto gravable mayor a 3.000 U.T. al finalizar 2 años se toma una tasa de I.S.R. del 34%. Sabiendo estos datos de operación, egresos e ingresos se prosigue al desarrollo de los flujos y la rentabilidad proyectada en el tiempo para este proyecto. (Ver tabla 31)

Tabla 31. Flujos y Rentabilidad en el tiempo.

	Mes 0	Mes 1	Mes 6	Mes 12	Mes 13	Mes 18	Mes 24
Capital Fijo	-294796						
Capital de Trabajo	-1152201						1152201
Ingresos Brutos		576764	606487	644185	715761	752648	799431
Costos Operacionales		-223213	-231278	-240150	-257534	-270014	-286378
Impuesto sobre la Renta		-118561	-125925	-135725	-154151	-162449	-172791
Valor Residual							152018
Flujo Total	-1446997	234990	249284,6	268309,5	304076,2	320185,3	1644479,6

Obteniendo los flujos totales por mes el flujo total por el primer año de operación es equivalente a \$2.509.245,83 con una tasa de interés de 24% con capitalización mensual, y un riesgo de 5%, y se genera un interés mensual de 7%, se obtiene un Valor Actual Neto de la inversión VA(7%) del 1.917.152 mayor que cero y una Tasa de Interna de Retorno (TIR) con 18% mayor a la tasa mínima de rendimiento.

Con estos factores se determina en un proyecto factible con retorno de la inversión en un plazo de 10 meses con un rango de manejo de costos y gastos manteniendo la factibilidad en el tiempo.

5.4.3. Impacto Social

Este es un diseño dedicado al desarrollo de la red de fibra óptica para San Juan de los Morros, estado Guárico. Otorgando de esta manera mejor calidad de servicio y disfrute para todos los habitantes y usuarios de esta ciudad en la cual se apoya el crecimiento del trabajo, educación y comunicaciones a lo largo de toda la región. Entre los factores de desarrollo humano, evaluados mediante el estudio de la población afectada por los malos servicios de Internet, se cuenta con la necesidad de garantizar la disposición segura de acceso a la red, ofreciendo un servicio de calidad y seguridad.

Además de ser respaldado por los diversos antecedentes de problemática e ineficiencia de las redes existentes para la zona, siendo este diseño una alternativa que de ser implementada apostaría un gran valor a la zona en cuanto a conexión de Internet y los sistemas de comunicaciones.

CONCLUSIONES

En el presente proyecto de investigación primeramente se diagnosticó y analizó la calidad de los servicios de internet disponible en San Juan de los Morros, estado Guárico. de esta manera sufriendo caídas frecuentes y alta intermitencia en los servicios de internet ofrecidos en la región, demostrando que las empresas de telefonía tal como Movistar y Digitel abarcan de manera débil la señal de datos en la zona, de esta manera no complaciendo a gran parte de la población sanjuanera en los periodos de conectividad y velocidad requeridos por los habitantes de esta región. De esta manera, probando por medio de la población que existe la necesidad de proponer un diseño de red FTTX para la conexión a internet de alta velocidad en San Juan de los Morros, estado Guárico.

En segundo lugar, se analizaron los posibles diseños de red para posteriormente seleccionar el diseño más adecuado, que a su vez se indican los equipos más convenientes para el diseño seleccionado de red de FTTX. En este paso se evidenció que dentro de los límites de la zona se conocen múltiples comunidades, debido a esto se llevó a cabo un proceso de delimitación de zonas para mantener un control de los nodos de red que se colocarán por sector y comunidad, además de determinar los elementos necesarios en cuanto a postes, equipos de potencia, elementos para el tendido y el dimensionamiento necesario de la red mediante la limitación geográfica mencionada anteriormente.

Por consecuente, en tercer lugar, se realizó el diseño de red FTTX para obtener una conexión de internet de alta velocidad y fiabilidad en San Juan de los Morros, estado Guárico. Donde se realizó una serie de pasos sistemáticos para diseñar la red, se evidenció la configuración utilizada en el software Tomodat2, teniendo las características de distribución de equipos con los puntos técnicos esenciales para llevar a cabo un diseño factible, las conexiones internas que se implementan a lo largo de los cableados de fibra óptica en cada comunidad de la región, las reservas en las distintas zonas, la potencia en las cajas de empalme y la distribución en las cajas de distribución y la potencia en la ONT con los valores ideales para una transmisión de información entre el nodo proveedor de la red y el usuario final.

Finalmente, se realizó un estudio de viabilidad técnica para lograr un flujo de trabajo eficaz en el proceso de gestión de la red, a su vez él estudió en el área económica respaldo la propuesta mediante los factores económicos que afectan una propuesta de diseño con

cada elemento de implementación y así lograr reflejar una idea factible económicamente para ser llevada a cabo en fases futuras del proyecto y por último, se estima el impacto social que percibirá la población sanjuanera con un diseño de red de fibra óptica primordial para la mejora de la calidad de vida de los habitantes de San Juan de los Morros y así impulsar áreas de trabajo, estudio y esparcimiento social. Obteniendo como resultado un proyecto factible en San Juan de los Morros, estado Guárico mediante una red FTTX moderna y eficiente.

RECOMENDACIONES

Al cumplirse todos los objetivos y fases antes mencionadas para el presente trabajo de grado, es importante resaltar algunos puntos para obtener el mejor uso posible de la red de internet de fibra óptica destacada en este proyecto de diseño y a su vez, provocando un mejoramiento importante en todo el pueblo sanjuanero, de esta manera destacando que antes de tomar en cuenta este proyecto se deberían tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda tener el personal especializado y/o con experiencia en redes de fibra óptica, así como también contar con los materiales y equipos necesarios para cumplir con los parámetros del diseño
- Se recomienda obtener con antelación los permisos pertinentes de las autoridades reguladoras de normas de telecomunicaciones nacionales para que el proyecto pueda obtener más beneficios a tiempo.
- Se recomienda tener cuidado al manipular fibra, como limpiar conectores, cortar fibras compatibles y empalmar, de esta manera evitar más pérdidas de las deseadas.
- Al momento de realizar niveles de potencia considerar la potencia inicial elegida en la OLT y tomar como referencia las pérdidas de cada tipo de Splitter y a su vez tener un máximo de niveles para limitar las salidas sin potencia ya que se limita a un número específico de clientes por la OLT.
- La energía es esencial al momento de instalar los equipos en los nodos por ello es necesario garantizar la suficiente energía continua en todo momento, es por ello que se debe promover el mantenimiento de los generadores de energía, el sistema fotovoltaico con las baterías a buena capacidad de carga y descarga y la generación óptima de los paneles solares, además de estabilizar la carga percibida por la red eléctrica nacional.
- El manejo eficiente del ancho de banda y la tasa de transferencia óptima para cada cliente es vital, esto se logra a través del manejo y la asignación de potencia y datos transmitidos a la red según las configuraciones en los routers de borde y de administración, además de poseer la capacidad de potencia ideal hacia el cliente.
- Promover el cuidado y la preservación de las instalaciones desprovistas para garantizar un servicio continuo sin percances externo.

REFERENCIAS

- Aire.Ec. (2022, 21 febrero). **Conection Patch Cord SC-SC APC.**
<https://aire.ec/producto/connection-patch-cord-sc-sc-apc/>
- Amazon. (s.f.). **DC1000V 32A Interruptor solar PV Cambio, Interruptor de desconexión de aislamiento fotovoltaico Solar IP66 Impermeable Solar DC Interruptor aislante.**
<https://www.amazon.com/-/es/Interruptor-desconexi%C3%B3n-aislamiento-fotovoltaico-Impermeable/dp/B0BWN7DQWN>
- Amazon. (s.f.). **Metro TR600 de la fibra óptica OTDR TR600 5.7" FTTH monomodo 1310/1550nm 32/30dB Pantalla táctil Reflectómetro óptico del dominio del tiempo construido en VFL.** <https://www.amazon.com/-/es/monomodo-Pantalla-Reflect%C3%B3metro-dominio-construido/dp/B07G2ZZV9S>
- Amazon. (s. f.). **Pluma de limpieza de fibra óptica limpiador de fibra óptica**
<https://www.amazon.com/-/es/limpieza-Limpiador-Conectores-antiest%C3%A1tico-Herramienta/dp/B0BF8WV5F4>
- Amazon. (s. f.). **SEAFON. Flejadora manual tipo Band-IT para fleje de acero inoxidable, uso rudo.** <https://www.amazon.com.mx/SEAFON-Flejadora-Manual-Band-Inoxidable/dp/B0BSG7FZCC>
- Anchondo, D. (s. f.). **Fibra monomodo VS fibra multimodo.**
<https://soporte.syscom.mx/es/articles/3760050-fibra-monomodo-vs-fibra-multimodo>
- Arcienaga, F. (2022, 10 noviembre). **¿Qué son las Topologías de Red?**
<https://fernandoarciniaga.com/que-son-las-topologias-de-red/>
- Arias, F. (1999). **El proyecto de investigación – Guía para su elaboración.** Tercera edición.
https://www.researchgate.net/publication/27288131_El_Proyecto_de_Investigacion_Guia_para_su_Elaboracion
- Arteaga, C. (2022, 11 agosto). **Sistemas interconectados con y sin baterías. Energía Amiga.**
<https://www.energiaamiga.com/post/sistemas-interconectados-con-y-sin-bater%C3%ADas>
- Ávila, T. (2021, 10 diciembre). **Diagrama de colores para fibra óptica.**
<https://www.docsity.com/es/diagrama-de-colores-para-fibra-optica/8113204/>
- Balza, L. y Figueroa, A. (2022, enero). **Propuesta de Diseño de una Red de acceso FTTH con tecnología GPON para la Urbanización las Agüitas Estado Carabobo.** [Tesis de

- Pregrado]. Universidad José Antonio Páez, Carabobo, Venezuela. Repositorio de tesis pregrado la Escuela de Ingeniería de Electrónica y Telecomunicaciones.
- Baudcom. (2022, 29 abril). **What is ADSS Fiber Optic Cable?** <https://www.baudcom.com.cn/es/blog/what-is-adss-fiber-optic-cable>
- Bierkamp, K. (2021, diciembre). **Desarrollo de Manual Inteligente para la estandarización en procesos de instalación residencial y tendidos troncales en redes FTTH en la empresa NETUNO, CA, Valencia.** [Tesis de Pregrado]. Universidad José Antonio Páez, Carabobo, Venezuela. Repositorio de tesis pregrado la Escuela de Ingeniería de Electrónica y Telecomunicaciones.
- Black Box. (s.f.). **¿Cuál es la diferencia entre los cables de fibra óptica multimodo y monomodo?** <https://www.blackbox.com.mx/mx-mx/page/28535/Recursos/Technical/black-box-explica/Fibre-Optic-Cable/Cable-de-fibra-optica-multimodo-vs-monomodo>
- BT-PON. (2022, 30 junio). **Panel ODF de fibra óptica SC/UPC/APC.** <https://www.bt-pon.com/producto/panel-odf-de-fibra-optica-sc-upc-apc>
- BT-PON. (s.f.). **1ge Wifi Onu Módem de fibra óptica BT-226XR.** <https://www.bt-pon.com/producto/1ge-wifi-onu-modem-de-fibra-optica-bt-226xr>
- Cable Servicios S.A. (s. f.). **Hebilla de acero para cinta metálica de 1/2 pulgada.** <https://cableservicios.com/hebilla-de-acero-para-cinta-metalica-de-12-pulgada>
- Camara, M. (2014, 20 enero). **Roseta Terminal de abonado.** <https://www.fibraoptica hoy.com/roseta-terminal-de-abonado-2/>
- Camara, M. (2015, 29 julio). **Switch QOS para fibra óptica.** <https://www.fibraoptica hoy.com/switch-qos-para-fibra-optica/>
- Castillo, J. (2019, 15 febrero). **Fibra óptica: qué es, para qué se usa y cómo funciona.** <https://www.profesionalreview.com/2019/02/15/fibra-optica-que-es/>
- Chirinos, A. y Madriz, F. (2021, agosto). **Propuesta de una Red GPON para el edificio El Remanso Puerto Cabello Estado Carabobo.** [Tesis de Pregrado]. Universidad José Antonio Páez, Carabobo, Venezuela. Repositorio de tesis pregrado la Escuela de Ingeniería de Electrónica y Telecomunicaciones.

- CNE. (2021, 21 noviembre). **Elecciones regionales y municipales 21 de noviembre 2021**.
http://www.cne.gob.ve/web/mapas/mapas_cargos_a_elegir/documentos/10_ce_guarico_concejales_2021.pdf
- Comisión Legislativa Nacional. (2000, 28 marzo). **LEY ORGÁNICA DE TELECOMUNICACIONES**.
https://www.oas.org/juridico/spanish/cyb_ven_ley_telecomunicaciones.pdf
- Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico [CCITT]. (1988, noviembre). **Características de un cable de fibra óptica multimodo de índice gradual de 50/125 μm** . https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-G.651-198811-S!!PDF-S&type=items
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (1999, 30 diciembre). **Gaceta Oficial Extraordinaria N.º 36.860**.
https://www.oas.org/dil/esp/constitucion_venezuela.pdf
- Daga S.A. (s. f.). **Gabinete Rack de piso 42U | Ancho: 800 mm • Fondo: 800 mm**.
<https://www.daga-store.com/gabinetes-de-piso-42u-ancho-800-mm-e280a2-fondo-800-mm>
- De Alea Soluciones, L. T. L. E. (2018, 18 octubre). **SFP GPON SC/APC**.
<https://www.aleashop.es/blog/2018/04/04/tipos-sfp-gpon/>
- De Luz, S. (2023, 21 mayo). **Qué es y cómo funciona la tecnología GPON: secretos técnicos**.
<https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/tecnologia-ftth-gpon-que-es-funcionamiento/>
- De Mapas y Rutas. (2023, 16 agosto). **MAPAS DE SAN JUAN DE LOS MORROS EN GUARICO, VENEZUELA**. https://www.demapasyrutas.com/venezuela-/Guarico/San_Juan_de_Los_Morros/
- Ecofener. (2021). **¿Qué es el inversor en una instalación fotovoltaica? diferentes tipos de inversores fotovoltaicos o de aislada**. <https://ecofener.com/blog/que-es-un-inversor-de-corriente-conversor-de-corriente-continua-a-corriente-alterna-diferentes-tipos-de-inversores-que-inversor-fotovoltaico-necesito/>
- EcoSolar. (s. f.). **Regulador Solar Ecosolar 30A Con Pantalla Lcd**.
<https://www.damiasolar.com/reguladores-solares/regulador-solar-ecosolar-30a-con-pantalla-lcd.html>

- El Diario El Nacionalista. (2021, 27 junio). **El 80% de las comunidades en San Juan de los Morros presentan problema con Internet y señal telefónica.**
<https://diarioelnacionalista.com/destacada/el-80-de-las-comunidades-en-san-juan-de-los-morros-presentan-problema-con-Internet-y-senal-telefonica/>
- Estec. (s. f.). **KS BOBINA DE LANZAMIENTO MM FC/SC UPC 500 MT KOLC-MM-500.**
<https://estec.com.pe/catalogo-de-productos/tx-bobina-de-lanzamiento-mm-fcsc-upc-500-mt/>
- European Commision. (s.f.). **Photovoltaic Geographical Information System.**
https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/
- Fernández, J. (s. f.). **Reflexión y Refracción de la Luz.**
<https://www.fisicalab.com/apartado/reflexion-refraccion-luz>
- Fibramérica. (s.f.). **FTTH FLAT DROP CABLE.**
https://www.winncom.com/pdf/Fibramerica_Drop_Cables/Fibramerica_Drop_Cables_DS_ES.pdf
- Foss. (s. f.). **Pigtail, SC/APC, 9/OS2/900, 1.5 m, yellow.**
<https://www.fossfiberoptics.com/de/de/fiberhale-sc-apc-9-os2-900-1-5-m-gul>
- Fumero, H. (2016, 2 febrero). **Medición de prueba con VLF en curvatura de un patch cord.**
<https://www.fibraoptica hoy.com/blog/medicion-de-prueba-con-vlf-en-curvatura-de-un-patch-cord/>
- Furukawa Electric LATAM. (s. f.). **Divisor óptico desequilibrado**
<https://www.furukawalatam.com/es/catalogo-de-productos-detalles/divisor-optico-1xn-desequilibrado>
- GLC. (s. f.). **Adaptador SC/APC simplex SM.** <https://glctec.com/producto/adaptador-sc-apc-simplex-sm/>
- Global Electric Solar. (2021, 13 mayo). **Soporte de suspensión colgante.**
<https://globalelectricsolar.com.pe/producto/herraje-de-suspension-tipo-colgante/>
- Global Electric S.A. (2022, 28 junio). **Preformados para fibra ADSS.**
<https://globalelectric.com.ec/producto/preformados-para-fibra-adss/>
- Global Refitel. (2019, 4 marzo). **Caja de Empalme.** <https://globalrefitel.com/producto/caja-de-empalmes-de-fibra-gk-603b-con/>

- Globaltecnoly. (2022, 22 noviembre). **Módulo SFP GPON C++, SC / PC, hasta 20Km** - Globaltecnoly. <https://globaltecnoly.com/tienda/modulo-sfp-gpon-c-sc-pc-hasta-20km/>
- Huawei. (2021, 24 septiembre). **¿Qué es PON, GPON y 10GPON?** <https://forum.huawei.com/enterprise/es/%C2%BFqu%C3%A9-es-pon-gpon-y-10gpon/thread/776305-100275>
- Huawei. (2022, 31 enero). **¿Qué es ODF?** <https://forum.huawei.com/enterprise/es/%C2%BFqu%C3%A9-es-odf/thread/820197-100275>
- IBM. (2021, 12 abril). **Conceptos de red y comunicación.** <https://www.ibm.com/docs/es/aix/7.2?topic=management-network-communication-concepts>
- IBM. (2021, 12 abril). **Protocolos TCP/IP.** <https://www.ibm.com/docs/es/aix/7.2?topic=protocol-tcpip-protocols>
- Incom. (s. f.). **¿Qué es una OLT y ONT ONU?** <https://blog.incom.mx/entrada/%C2%BFQu%C3%A9-es-una-OLT-y-ONT-ONU/238>
- Incom. (s. f.). **Herraje de suspensión "J" para cable ADSS de 7 y 18 mm.** <https://www.incom.mx/producto/Herraje-de-suspensi%C3%B3n-J-para-cable-ADSS-de-7-y-18-mm-MARCA-METALICO-HJADSS07~18>
- Intellinet Network Solutions. (s.f.). **Modulo Transceptor SFP Gigabit RJ45 de Cobre.** <https://es.intellinetnetwork.eu/products/intellinet-es-modulo-transceptor-sfp-gigabit-rj45-de-cobre-523882>
- Kewei Fiber Communications. (s.f.). **Soporte de montaje en poste Abrazadera de tensión ajustable.** <http://www.kewefiber.com/Pole-Mounting-Bracket-Optical-Fiber-Cable-Installation-Accessories-Tension-Clamp-Adjustable-Clamp-pd47171063.html>
- Lanner. (2016, 31 enero). **Monitoreo Eficaz para Implementaciones de Energía Solar Fotovoltaica en lugares de Comercio.** <https://www.lanner-america.com/es/infraestructura-critica/red-electrica-inteligente/monitoreo-efectivo-para-implementaciones-comerciales-de-energia-solar-fotovoltaica/>
- Leon, A. (2020, 23 noviembre). **Banco de baterías, opción para mantener electricidad en Pymes.** <https://www.itcandino.com/2020/11/23/banco-de-baterias-opcion-para-mantener-electricidad-en-pymes/>

- López, E. (2013, agosto). **DIVISORES ÓPTICOS (SPLITTERS) EN FTTH**. https://www.researchgate.net/publication/280712505_DIVISORES_OPTICOS_SPLITTERS_EN_FTTH
- Lorenzo, J. (2023, 09 junio). **Que es un transceptor SFP y como elegir uno según tus necesidades**. <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/que-es-transceptor-sfp/>
- Market, F. (2022). **Bobina de lanzamiento**. FibraMarket la fibra óptica de México. <https://www.fibramarket.com/bobina-de-lanzamiento/>
- Martínez, D. (2021, 03 diciembre). **Diseño de una Red de Acceso PON FTTH para un Bloque de Edificios por Interior**. [Tesis pregrado]. Universidad Politécnica de Valencia, España. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/178944/Martinez%20-%20Diseno%20de%20una%20Red%20de%20Acceso%20PON%20FTTH%20para%20un%20Bloque%20de%20Edificios%20por%20Interior.pdf?sequence=1>
- Medina, O. (2022, 19 abril). **ES OFICIAL/Por esta razón fallo el Internet y señal telefónica en San Juan de los Morros**. <https://eltubazodigital.com/noticias-de-guarico/es-oficial-por-esta-razon-fallo-el-Internet-y-senal-telefonica-en-san-juan-de-los-morros/2022/04/19/>
- Mendia, G. (s. f.). **Introducción a las redes de fibra óptica**. <https://check-fiber.com/introduccion-a-las-redes-de-fibra-optica/#:~:text=Las%20longitudes%20de%20onda%20m%C3%A1s,%2C%201490%20y%201310%20nm.&text=El%20LED%20se%20utiliza%20para%20transmitir%20la%20se%C3%B1al%20en%20fibra%20multimodo.>
- MercadoLibre. (s.f.). **5 Hebilla Metálica 03-3/4 Acero Inoxidable Oft-bs22 304**. https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-733054328-5-hebilla-metalica-03-34-acero-inoxidable-oft-bs22-304-_JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=632f55f7-d00c-4f5d-8fe9-dbb43d16a528
- MercadoLibre. (s.f.). **Acoplador Adaptador De Fibra Óptica Monomodo Sc Apc**. https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-710220761-acoplador-adaptador-de-fibra-optica-monomodo-sc-apc-_JM#position=1&search_layout=grid&type=item&tracking_id=3a8d9c70-a0c8-49e5-93a3-4dce007f72a0

- MercadoLibre. (s.f.). **Bandeja Odf 24 Puertos Sc/apc.**
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-726594422-bandeja-odf-24-puertos-sc- _JM#position=2&search_layout=grid&type=item&tracking_id=3b2939f1-7913-4f53-96d3-799d39819328
- MercadoLibre. (s. f.). **Batería de litio 100AH marca Voltyc.**
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-769411562-bateria-de-litio-100ah-marca-voltyc- _JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=453b872d-a9de-4dbe-b252-301487c35aa9
- MercadoLibre. (s.f.). **Cable Fibra Optica De 1 A 16 Tipo Splitter.**
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-755338288-cable-fibra-optica-de-1-a-16-tipo-splitter- _JM#position=12&search_layout=stack&type=item&tracking_id=c57c0167-1eae-428c-aa06-c4bff58e1816
- MercadoLibre. (s.f.). **Cable de Fibra Óptica Monomodo Adss-652-d, 96 Hilos.**
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-770344040-cablde-fibra-optica-monomodo-adss-652-d-96-hilos- _JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=20b7f0f4-e1fc-4872-ae1c-73757c0c0e0b
- MercadoLibre. (s.f.). **Cable Fibra Óptica Monomodo Adss 48 Hilos Span 100m 4 Km.**
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-740730802-cable-fibra-optica-monomodo-adss-48-hilos-span-100m-4-km- _JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=9d3c57f1-d72f-4dbf-a00d-86e6726e4ace
- MercadoLibre. (s.f.). **Cable Spliter Fibra Optica Sc-apc 1x4 X2.**
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-734030607-cable-spliter-fibra-optica-sc-apc-1x4-x2- _JM#position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=c57c0167-1eae-428c-aa06-c4bff58e1816
- MercadoLibre. (s.f.). **Caja De Empalme Nap 16 Hilos Para Fibra Óptica Ftth Ip66.**
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-765000284-caja-de-empalme-nap-16-hilos-para-fibra-optica-ftth-ip66- _JM#position=9&search_layout=stack&type=item&tracking_id=edc3456a-dc3d-443f-904e-58bf231ff7fa

MercadoLibre. (s.f.). **Cloud Core Router Mikrotik Ccr-2116-12g-4s+**.
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-724640169-cloud-core-router-mikrotik-ccr-2116-12g-4s-_JM#position=1&search_layout=grid&type=item&tracking_id=068962e5-4922-4898-90ff-cae42ff271aa

MercadoLibre. (s. f.). **Conector rápido mecánico LC-UPC Fibra óptica FTTH**.
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-753945508-conector-rapido-mecanico-lc-upc-fibra-optica-ftth-_JM#position=5&search_layout=stack&type=item&tracking_id=664e6302-cc44-401f-8275-89b4d9d070ef

MercadoLibre. (s. f.). **Controlador Solar Mppt 80a 12v/24v/36v/48v Must**.
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-715329917-controlador-solar-mppt-80a-12v24v36v48v-must-_JM#position=39&search_layout=stack&type=item&tracking_id=4fccd19e-2eff-4662-8225-c85abd260c9e

MercadoLibre. (s.f.). **Divisor Óptico Sc Apc 1x2 Plc Monomodo Fibra Optica Upc Pcl**.
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-743367013-divisor-optico-sc-apc-1x2-plc-monomodo-fibra-optica-upc-pcl-_JM#position=9&search_layout=stack&type=item&tracking_id=8ac6bd82-13f1-46df-a38a-003d32eb8ef8

MercadoLibre. (s.f.). **Fibra Optica Adss 12 Hilos Monomodo G652d Cablix**.
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-749011304-fibra-optica-adss-12-hilos-monomodo-g652d-cablix-_JM#position=5&search_layout=grid&type=item&tracking_id=47f2cca3-a837-41c4-9e8a-c79c3e7160ea

MercadoLibre. (s.f.). **Fibra Drop 2 Hilos G657a2 Fiberhome Con Mensajero 1km**.
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-721043812-fibra-drop-2-hilos-g657a2-fiberhome-con-mensajero-1km-_JM#position=4&search_layout=stack&type=item&tracking_id=65501c6a-4d06-4ced-9422-569e3765c41f

MercadoLibre. (s.f.). **Fleje Metálico 1/2, 3/4, 1 1/4 X Rollo**.
<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-728204863-fleje-metalico-12-34-1-14-x-rollo->

_JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=f73b03da-24ee-4825-9573-b1d89eb37f7c

MercadoLibre. (s. f.). **Genpar. Generador Planta eléctrica 15 KVA 110-220V. gasolina.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-728576624-generator-planta-electrica-15-kva-110-220v-gasolina-genpar->

_JM#position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=996214fa-0b2a-4010-9eb1-c821cae74354

MercadoLibre. (s.f.). **Herraje De Sujeción Galvanizado Para Fibra Optica.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-755920874-herraje-de-sujecion-galvanizado-para-fibra-optica->

_JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=aa34c05c-2136-4106-8e6b-ded761981cfb

MercadoLibre. (s.f.). **Herraje Gancho Tipo J Para Adss De 10 A 15 Mm - 5kn Cablix.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-733105746-herraje-gancho-tipo-j-para-adss-de-10-a-15-mm-5kn-cablix->

_JM#position=5&search_layout=stack&type=item&tracking_id=9f7ccd7-e0ed-4fa3-9c16-4c0799ba4937

MercadoLibre. (s. f.). **Inversor Hibrido Lvhm 1000w 24v/120v Must.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-715894372-inversor-hibrido-lvhm-1000w-24v120v-must->

_JM#position=3&search_layout=stack&type=item&tracking_id=2dcde951-a0c5-41cd-b385-d40a04ebe811

MercadoLibre. (s. f.). **Gateway Seguridad Pro Ubiquiti UnIFI USG 4 CW.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-717020460-gateway-seguridad-pro-ubiquiti-unifi-usg-4-cw->

_JM#position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=ad17e3f7-e2a1-4f65-9d25-8ffb5af6ebc1

MercadoLibre. (s. f.). **Kit FTTH Herramientas de instalación fibra óptica.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-729913396-kit-ftth-herramientas-de-instalacion-fibra-optica->

_JM#position=7&search_layout=grid&type=item&tracking_id=c8626734-6523-4177-acce-a7d75f49d6df

MercadoLibre. (s.f.). **Mallas Preformadas Para Fibra Span 100 10-11mm.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-710046356-mallas-preformadas-para-fibra-span-100-10-11mm->

_JM#position=4&search_layout=stack&type=item&tracking_id=ff51752f-2ffb-4c7f-8b9b-9837ac9408cd

MercadoLibre. (s.f.). **Malla Preformad Para Fibra Óptica. 7mm 8mm..3.5 \$. 100 Pieza.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-582872516-malla-preformad-para-fibra-optica-7mm-8mm35-100-pieza->

_JM#position=3&search_layout=stack&type=item&tracking_id=be3fba32-191a-4862-bd3e-1093e9fbcf45

MercadoLibre. (s.f.). **Manga De Empalme Fibra Óptica Tipo Domo 6 Puertos.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-725212149-manga-de-empalme-fibra-optica-tipo-domo-6-puertos->

_JM#position=12&search_layout=grid&type=item&tracking_id=a34077d6-84e3-436c-805b-3be6434f19fa

MercadoLibre. (s. f.). **Módulo VSOL SFP GPON C++ SC / PC hasta 20Km 1052-17.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-739673746-modulo-vsol-sfp-gpon-c-sc-pc-hasta-20km-1052-17->

_JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=ba2894b8-f4d4-4d21-95be-a7d4750a1b0e

MercadoLibre. (s. f.). **OLT TP-Link DSP700108 8-PON, 1GE, 2SFP+.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-745559958-olt-tp-link-dsp700108-8-pon-1ge-2sfp-fuente-redundante->

_JM#position=2&search_layout=grid&type=item&tracking_id=806af85a-f5a9-46d5-8dae-b8fc63a50e02

MercadoLibre. (s.f.). **Onus 1ge Bridge Huawei Sc/upc Hg8310m.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-742970712-onus-1ge-bridge-huawei-scupc-hg8310m->

_JM#position=1&search_layout=grid&type=item&tracking_id=902360b1-0e22-4698-ba3a-c86dee84d8ee

- MercadoLibre. (s. f.). **Panel solar monocristalino fotovoltaico 36V 400W.**
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-724129295-panel-solar-monocristalino-fotovoltaico-36v-400w-_JM#position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=ae9c0bb5-b34e-4c96-b590-da93fb63ea83
- MercadoLibre. (s.f.). **Patch Cord Gpon Sc-apc Verde 1mt Ftth Fibra Optica.**
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-727146551-patch-cord-gpon-sc-apc-verde-1mt-ftth-fibra-optica-_JM#position=2&search_layout=grid&type=item&tracking_id=55a59de7-3d61-4777-87c2-629af9aba5ad
- MercadoLibre. (s. f.). **Pigtail 1, Conector LC-UPC 0.9mm fibra óptica 1.5 metros.**
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-729683715-pigtail-1-conector-lc-upc-09mm-fibra-optica-15-metros-_JM#position=3&search_layout=grid&type=item&tracking_id=cf3dc993-dbeb-4c93-8b38-d24fb34f9276
- MercadoLibre. (s.f.). **Pigtail Fibra Óptica Sc-apc Verde Drop Gpon.**
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-742777516-pigtail-fibra-optica-sc-apc-verde-drop-gpon-_JM#position=5&search_layout=stack&type=item&tracking_id=8253e722-78b8-4ac7-a169-a09072b99837
- MercadoLibre. (s.f.). **Roseta Wireplus Para Fibra Óptica As Apc Acme.**
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-737968834-roseta-wireplus-para-fibra-optica-as-apc-acme-_JM#position=9&search_layout=stack&type=item&tracking_id=58b4f661-f567-4d36-a496-9676e2e04a87
- MercadoLibre.. (s. f.). **Router. CCR2004-16G-2S+ Mikrotik.**
https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-717812677-router-ccr2004-16g-2s-mikrotik-_JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=880d0bf7-08bc-4394-9b3f-91ccae3ecc05
- MercadoLibre. (s.f.). **Splitter Sca-sca 1x8 Fibra Blister X2 Plt-sca8 Acme.**
<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-712620477-splitter-sca-sca-1x8-fibra-blister-x2-plt-sca8-acme->

_JM#position=4&search_layout=stack&type=item&tracking_id=02239ea5-f2ef-4386-b1c8-41d4dc352fc6

MercadoLibre. (s.f.). **Sujetador Tipo Cuña Con Gancho S Incluido Fibra Optica.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-766143542-sujetador-tipo-cuna-con-gancho-s-incluido-fibra-optica->

_JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=0f2c8edb-3668-468b-a863-9d00ecc0dcad

MercadoLibre. (s.f.). **Suspensión Para Cable Adss Tipo B - 9-11.1mm Oft-scc Cablix.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-733041554-suspension-para-cable-adss-tipo-b-9-111mm-oft-scc-cablrix->

_JM#position=7&search_layout=stack&type=item&tracking_id=5902bd91-9f5a-4dad-9e48-eef0384a9afb

MercadoLibre. (s. f.). **Switch Gestionable. L2 Jetstream 28 puertos Gigabit SFP.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-709098984-switch-gestionable-l2-jetstream-28-puertos-gigabit-sfp->

_JM#position=2&search_layout=grid&type=item&tracking_id=dbddd08a-4c75-4de8-9bfd-a017c73418fc

MercadoLibre. (s.f.). **Ufiber Módulo Ethernet Uf-rj45-10g A Sfp+ 1/10 Gbps 1052-16.**

<https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-722060913-ufiber-modulo-ethernet-uf-rj45-10g-a-sfp-110-gbps-1052-16->

_JM#position=7&search_layout=grid&type=item&tracking_id=9f92e11a-071f-4d14-ade5-d7836019a557

MikroTik. (s. f.). **CCR2004-16G-2S+.** https://mikrotik.com/product/ccr2004_16g_2splus

MikroTik. (s.f.). **CCR2116-12G-4S+.** https://mikrotik.com/product/ccr2116_12g_4splus

Milano, A. (2021, marzo). **Diseño de una red de distribución FTTX con tecnología GPON para la prestación de servicio a los usuarios de La Zona Industrial de San Vicente Y Zona Industrial La Hamaca, Ubicadas En Maracay, Edo. Aragua.** [Tesis de Pregrado]. Universidad José Antonio Páez, Carabobo, Venezuela. Repositorio de tesis pregrado la Escuela de Ingeniería de Electrónica y Telecomunicaciones.

- Monges, M. (2016, 05 julio). **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**. <http://trabajoespecialmaestr.blogspot.com/2016/07/dossier-capitulo-ii-y-iii-este-trabajo.html>
- Must (s. f.). **PC1800A Series (60/80A)**. <https://www.mustenergy.com/product/pc1800a-series-60-80a/>
- Must. (s. f.). **PV3000 LVHM. Series (AC:120V 1-6KW)**. <https://www.mustenergy.com/product/pv3000-lvhm-series-ac120v-1-6kw/>
- Palella, S y Martins, F. (2012). **Metodología de la investigación cuantitativa**. Tercera edición. <https://metodologiaecs.wordpress.com/2015/09/06/metodologia-de-la-investigacion-cuantitativa-3ra-ed-2012-santa-palella-stracuzzi-y-feliberto-martins-pestana-2/>
- Peris, J. (2021, 22 septiembre). **¿Qué tipo de conector óptico se debe usar UPC o APC?** <https://apiem.org/que-tipo-de-conector-optico-se-debe-usar-upc-o-apc/#:~:text=La%20principal%20diferencia%20entre%20conectores,UPC%20est%C3%A1n%20pulidos%20sin%20%C3%A1ngulo.>
- Pierri, J. (2010, abril). **La fibra óptica**. https://www.oas.org/es/citel/infocitel/2010/abril/ftth_e.asp
- Flejetienda. (s. f.). **Fleje de acero inoxidable de 5/8**. https://www.flejetienda.com.mx/Fleje-de-Acero-Inoxidable-de-5-8-,60_30
- Reyes, R. (2022, 22 febrero). **Estas son algunas de las empresas que ofrecen Internet por fibra óptica en Venezuela**. <https://efectococuyo.com/la-humanidad/empresas-Internet-fibra-optica-venezuela-costos/>
- Rodríguez, A. (2020, 16 febrero). **Fusionadoras de fibras ópticas**. <https://www.fibraoptica hoy.com/fusionadoras-de-fibras-opticas/>
- Rodríguez, R. (2023, 08 febrero). **Corte de fibra óptica de CANTV deja sin Internet a Barinas, Mérida, Táchira y Trujillo**. <https://efectococuyo.com/la-humanidad/corte-de-fibra-optica-de-cantv-deja-sin-Internet-a-barinas-merida-tachira-y-trujillo/>
- Rojas, G. (2019, agosto). **Postes para líneas de distribución y transmisión**. <https://www.gedisa.com.ve/boletin/pdf/2019/Boletin%20t%C3%A9cnico%2071%20LT%20postes%20Parte%201.pdf>

- Ruiz, M. (2019, marzo). **Diseño de una red de fibra óptica FTTH para brindar el servicio de Internet a los usuarios de la empresa REDECOM en el centro de la ciudad de Otavalo.** [Tesis de Pregrado]. Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
<https://www.ccapitalia.net/descarga/teleco/2019-ruiz-disenoredfibraopticaftthempresaredecomenotavalo.pdf>
- Sebastián. (2019, 06 noviembre). **Caja NAP o de servicio.**
<https://www.unicorsa.com.ar/blog/category/sin-categoria/>
- Sheldon, S. (2021, 13 agosto). **¿Qué es la fibra óptica? Conceptos.**
<https://community.fs.com/es/blog/definicion-y-tipos-de-la-fibra-optica.html>
- Sheldon. (2021, 13 julio). **Conocimientos básicos del Distribuidor de Fibra Óptica (ODF).**
<https://community.fs.com/es/blog/basic-of-optical-distribution-frame-odf.html>
- Sheldon. (s. f.). **¿Qué son los tipos de pérdidas en fibra y cómo calcular las pérdidas en fibra óptica?.** <https://community.fs.com/es/blog/understanding-fiber-loss-what-is-it-and-how-to-calculate-it.html>
- Silex Fiber. (2022, 2 febrero). **Cable Fibra Óptica Auto soportado Exterior Cubierta DROP FLAT F8.** <https://silexfiber.com/producto/cable-fibra-optica-autosoportado-exterior-cubierta-drop-flat-f8-cod-sxw10020501as/>
- Solar Pedia. (s. f.). **Calculadora solar online.** https://www.solarpedia.info/curso-energia-solar/calculadora-solar-online/#Calculadora_de_Horas_Solar_Pico_HSP
- SS TECNOLOGIA C.A. (s. f.). **Medidor de potencia de fibra óptica (power meter) WirePlus.**
<https://ssdigital.com.ve/ve/fibra-optica/131-medidor-de-potencia-de-fibra-optica-power-meter-wireplus.html>
- Syscom. (s.f.). **UFiber Módulo Ethernet RJ45 a SFP+ 1/10 Gbps, distancia hasta 100 m (1 Gbps) o 30 m (10 Gbps).** <https://www.syscom.mx/producto/UF-RJ45-10G-UBIQUITI-NETWORKS-160545.html>
- Tecnología Alvarado. (s. f.). **Conector Rápido SC-APC.**
<https://www.tecnologiaalvarado.com.ve/conectores/884-conector-rapido-sc-apc.html>
- Cable Servicios S.A. (s. f.). **Tensor de acero para fibra óptica Drop FTTH.**
<https://cableservicios.com/tensor-de-acero-para-fibra-optica-drop-ftth>

- The Fiber Optic Association Inc. (2023, 27 marzo). **Diseño de la Red FTTH.**
<https://www.thefoa.org/tech/ref/appln/FTTH-ESP/Diseno%20de%20la%20Red%20FTTH.html>
- The Fiber Optic Association Inc. (s.f.). **Diseño de la red de fibra óptica.**
<https://www.thefoa.org/ESP/Diseno.htm>
- Todofibraoptica. (2021, diciembre 28). **De regreso a lo básico: La luz y la longitud de onda.**
<https://todofibraoptica.com/de-regreso-a-lo-basico-la-luz-y-longitud-de-onda/#:~:text=Las%20tres%20longitudes%20de%20onda,Est%C3%A1ndares%20y%20Tecnolog%C3%ADa%20de%20EE.>
- Tonitrus. (s.f.). **Cisco - ISR4431-V/K9 - ISR 4431 - Router - Rack-Modul.**
<https://www.tonitrus.com/es/redes/cisco/router/cisco-isr-4400-router/10125247-014-cisco-isr4431-v/k9-isr-4431-router-rack-modul/>
- TP-Link. (s. f.). **DeltaStream 8-port pizza-box GPON Optical Line Terminal.** <https://www.tp-link.com/ar/service-provider/gpon/ds-p7001-08/#overview>
- TP-Link. (s. f.). **Switch gestionable Gigabit L2 JetStream de 28 puertos Gigabit SFP.**
<https://www.tp-link.com/es/business-networking/managed-switch/t2600g-28sq/#specifications>
- Ubiquiti. (s. f.). **Security Gateway Professional.** <https://store.ui.com/us/en/products/unifi-security-gateway-pro>
- Ultimas Noticias. (2021, 09 octubre). **CONATEL otorgó concesión a Supernova Telecomunicaciones.** <https://ultimasnoticias.com.ve/noticias/guarico/conatel-otorgo-concesion-a-supernova-telecomunicaciones/>
- Vargas, C. (2020, 30 septiembre). **Introducción a las redes FTTX.**
<https://sisutelco.com/introduccion-redes-fttx/>
- Veri. (2022, 04 enero). **¿Por qué fallan las líneas de cable de fibra óptica??.**
<https://vericable.com/es/why-do-fiber-cable-fail/>
- Vies, A. (2022, 05 marzo). **Alcaldesa de San Juan de los Morros amenaza con cerrar señal de Intercable ante constantes fallas.** <https://puntodecorte.net/alcaldesa-san-juan-de-los-morros-inter/>
- Villafranca D. (2002). **Revista digital citas de autores metodológicos.**
<https://issuu.com/aarodriguez5/docs/metodologia/4>

Vincent. (2021, 07 agosto). **¿Qué es transceiver fibra óptica sfp (mini-gbic) y cómo opciona?**.

<https://community.fs.com/es/blog/sfp-module-what-is-it-and-how-to-choose-it.html>

Vivares, G. (2022, 31 marzo). **¿Qué es FTTx?**. <https://blog.internexa.com/es/isp/que-es-fttx>

APÉNDICES

APÉNDICE A



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

INSTRUCCIONES PARA LA GUIA DE ENTREVISTA	
• Identificar su nivel de familiarización con la Internet • Responda de manera objetiva • Cualquier duda o añadido a la entrevista puede ser consultado al entrevistador	

N °	Preguntas
1	¿Cómo calificaría el servicio prestado por su proveedor?
2	¿Qué tipo de conexión a Internet posee? (satelital, fibra óptica, cable coaxial, telefónico)
3	¿Con que frecuencia percibe intermitencia en su señal de Internet en su zona?
4	¿Siendo una intermitencia prolongada, a parte de responsabilidad del proveedor puede indicar si el motivo se debe a factores como fallas eléctricas, extravió de equipos u otras razones?
5	¿Cómo calificaría la velocidad de Internet con la que navega cotidianamente?
6	¿Qué tipo de uso le da a su conexión a Internet (estudio, trabajo, ocio) y en que entorno lo utiliza frecuentemente (hogar, oficina, empresa, otros)?
7	¿Considera justificable el coste de su plan de Internet contratado con respecto a la calidad del servicio prestado?
8	¿Qué conoce usted acerca de las redes de fibra óptica?
9	¿Considera como una alternativa favorable una nueva red de Internet basada en fibra óptica para la región de San Juan de los Morros?
10	¿Dependiendo de la propuesta comercial, estaría dispuesto a adquirir el costo de un servicio de Internet de fibra óptica?
11	¿Tiene alguna otra sugerencia de mejora, o indicaría alguna otra problemática sobre el servicio a Internet percibido actualmente?

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

APÉNDICE B



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

ESTIMADO PROFESOR (A):

Seguidamente se le presenta un guión de entrevista que va dirigido a un panel de expertos de diferentes áreas de trabajo, para un total de tres (03) personas; las respuestas que se obtendrán de la aplicación de este instrumento de recolección de datos va a permitir dar respuesta al objetivo específico número uno (01) de la investigación, que se denomina: **DISEÑO DE UNA RED FTTX PARA LA CONEXIÓN DE INTERNET DE ALTA VELOCIDAD EN SAN JUAN DE LOS MORROS, ESTADO GUÁRICO**, de tal manera que permita obtener información de una fuente confiable. Por lo que se solicita a usted de sus buenos oficios para la validación de este instrumento dada su formación académica y experiencia en el ramo académico.

A tal efecto se anexa el cuadro técnico metodológico, el guión de entrevista y el formato de validación.

AUTORES:

Lugo, Andrea

CI: 29.781.107

Ramírez, Omar

CI: 30.027.891

TUTOR:

Ing. José Villarroel

CI: 24.193.852

APÉNDICE B



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

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

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						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						

Fecha: / /2023

Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	
--	--

