



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - “ESPE”

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

PROYECTO DE TITULACIÓN:

“MIGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE RADIOENLACE DE LA EMPRESA ONFIBER  
HACIA UNA RED GPON FTTH EN LA PARROQUIA DE TUMBACO”

AUTORES: CHIRIBOGA ALVEAR, MIGUEL ANGEL Y VACA CASTELLANOS, DANIEL  
JOSUÉ

DIRECTOR: ING. AGUILAR SALAZAR, DARWIN LEONIDAS , Msc.

VERSIÓN: 1.1



# Agenda



INTRODUCCIÓN



OBJETIVOS



ALCANCE



IMPLEMENTACIÓN



RESULTADOS



CONCLUSIONES



RECOMENDACIONES





# OBJETIVOS

## Objetivo General

Migrar la tecnología de radioenlace de la empresa ONFIBER hacia una red GPON FTTH para obtener una mayor eficiencia en el servicio de Internet en la parroquia de Tumbaco.

## Objetivos Específicos

Realizar el relevamiento de información en los distintos sectores de la parroquia de Tumbaco por donde se planifica desplegar la red FTTH.

Analizar y determinar el presupuesto requerido para el diseño e implementación de la red GPON (aquí se incluye los materiales, mano de obra, equipos, etc.)

Configurar los distintos parámetros del router de borde y OLT para levantar el funcionamiento del ISP y aprovisionar los clientes.

Diseñar la planta externa, redes de última milla y diagrama unifilar de la red GPON FTTH tomando en consideración la información obtenida del relevamiento utilizando distintas herramientas de diseño.

Registrar el número de abonados nuevos y de aquellos que migran de tecnología a GPON FTTH.

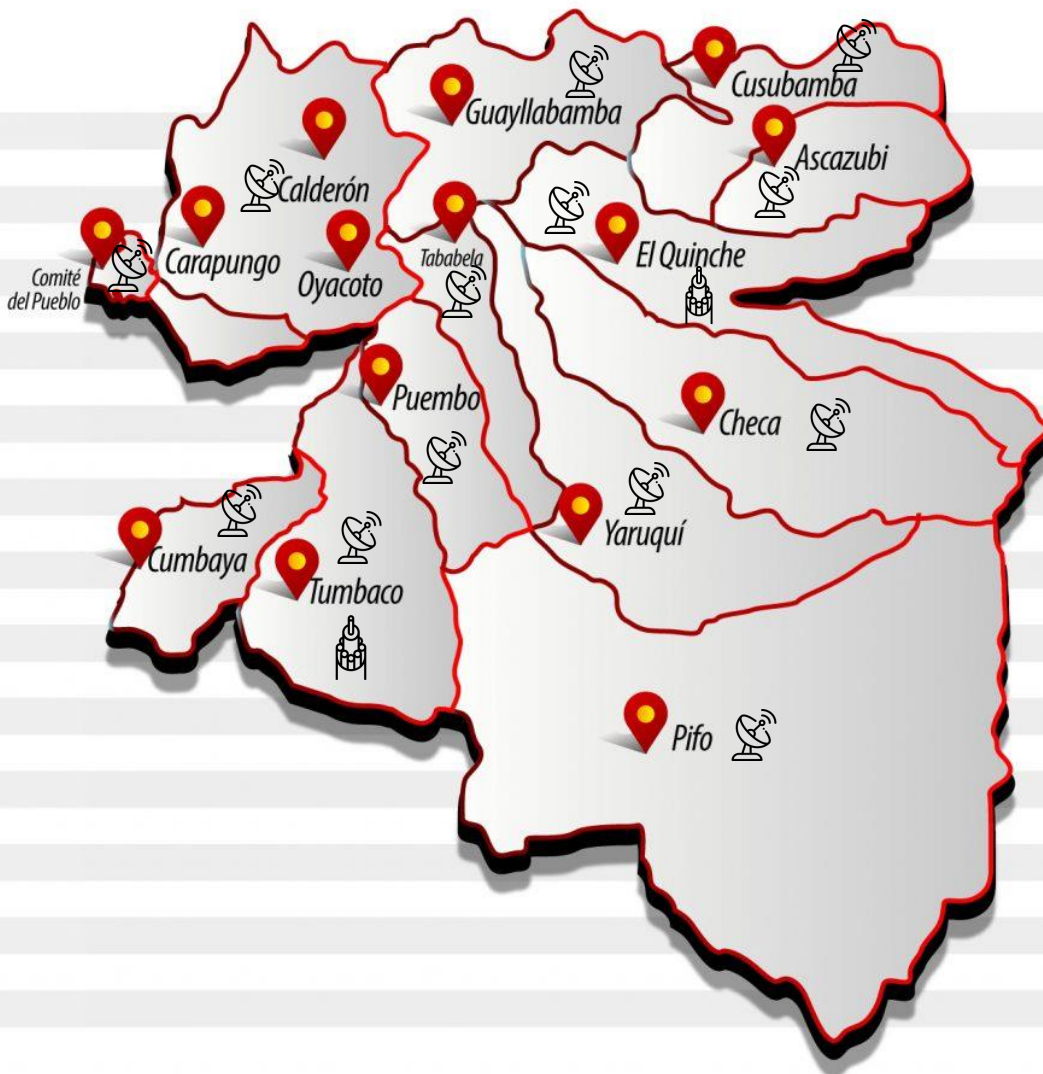
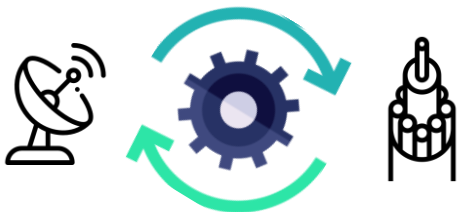
Medir la velocidad de la red, ancho de banda mediante pruebas de conectividad y desempeño, diagnosticar el estado de la conexión de fibra óptica utilizando un OTDR para asegurar la entrega de potencia requerida al equipo ONT desde la OLT.

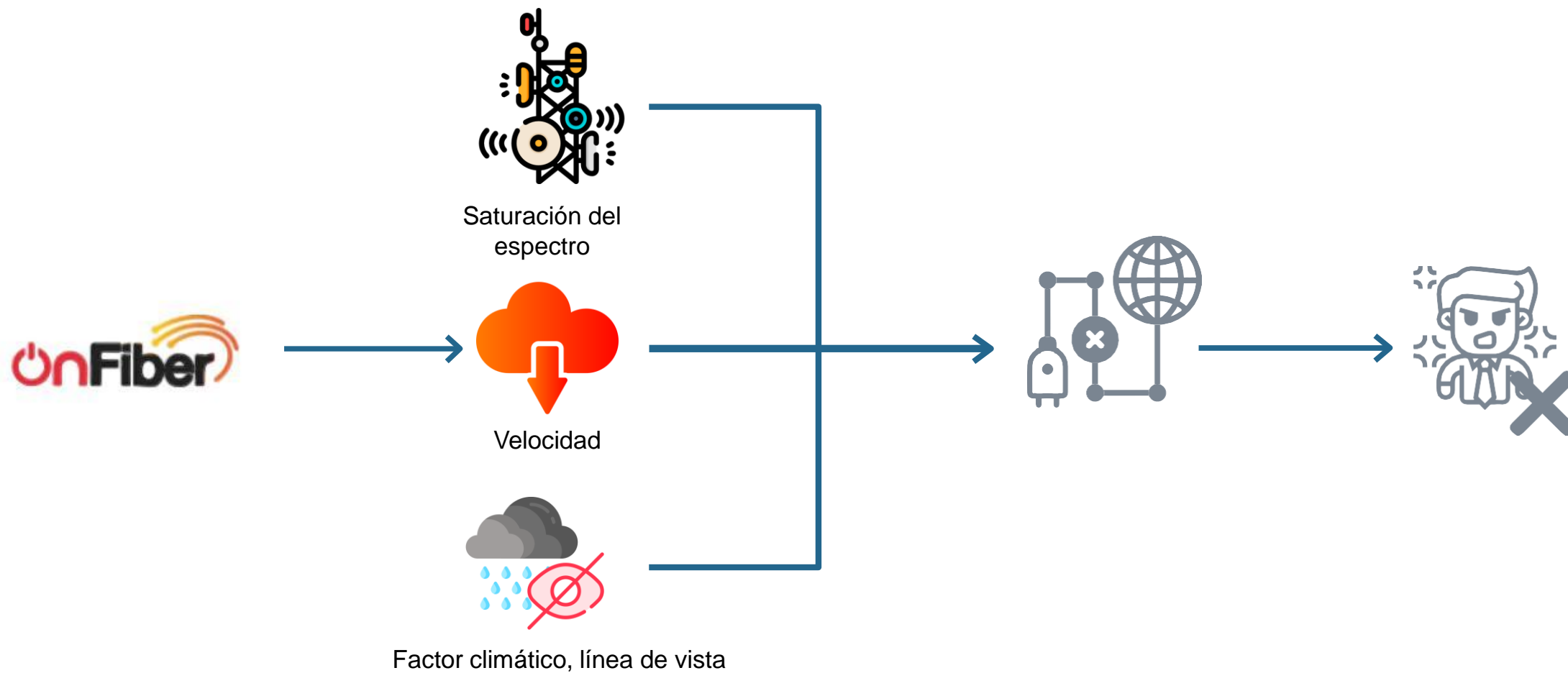


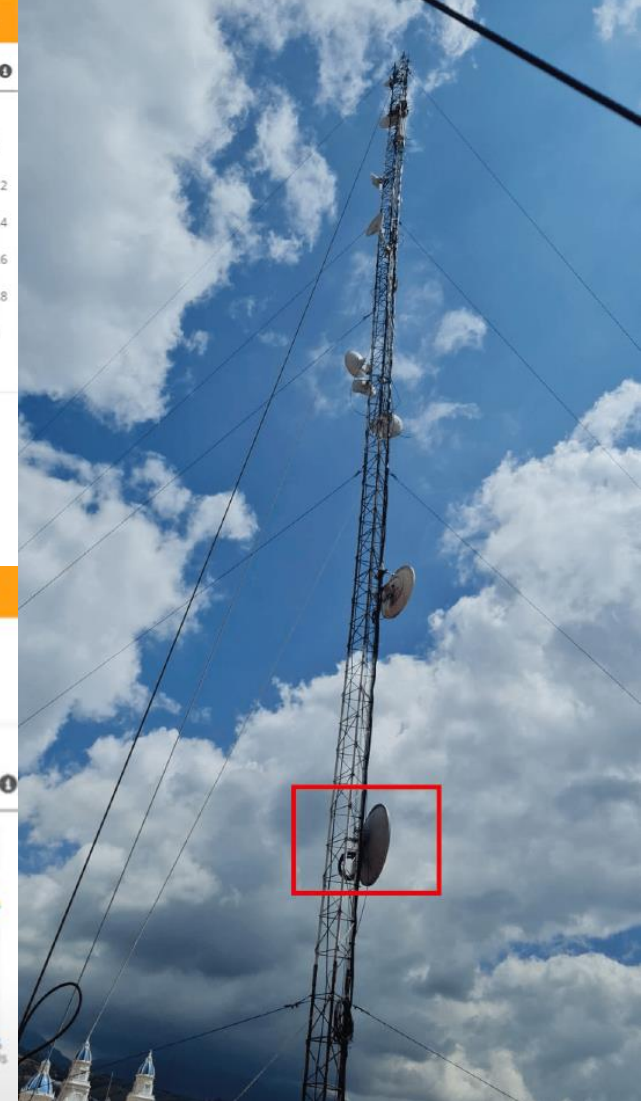
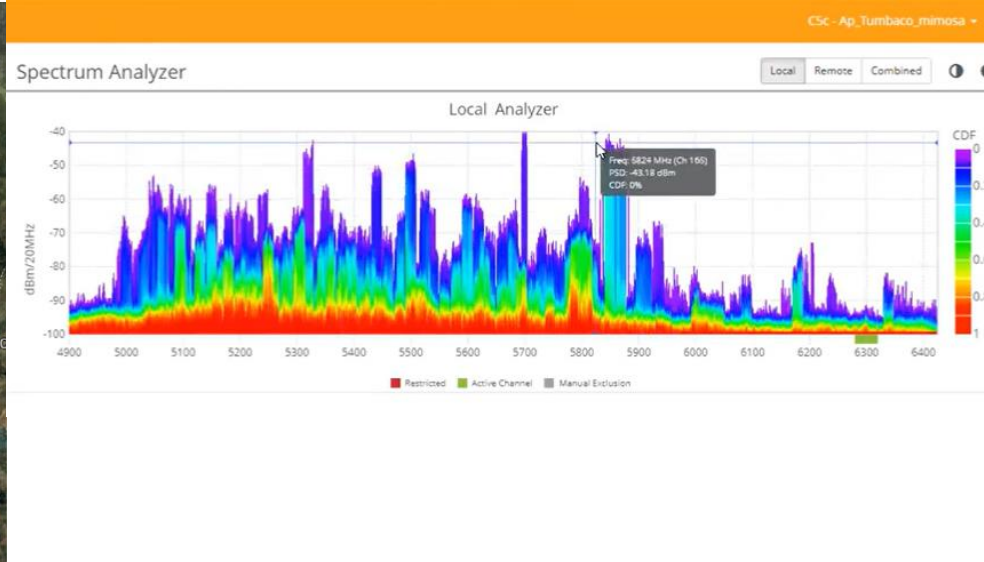
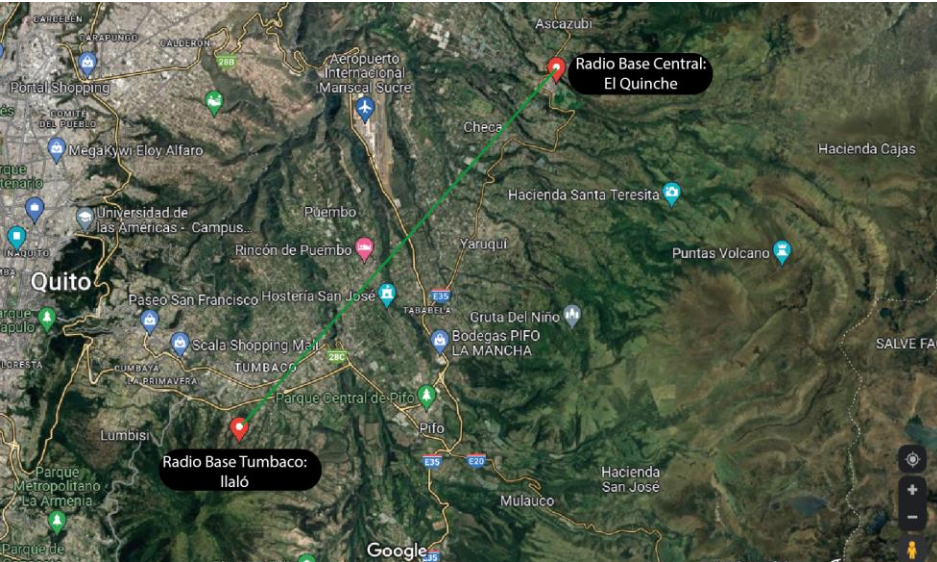




# ALCANCE







mimosa - C5c - Ap\_Tumbaco\_mimosa

PTPTUMBACO2 (SSID) | PTP (Link Mode) | Connected (Wireless Status) | 16d 20h 36m (Link Uptime) | 99.994% (Link Availability)

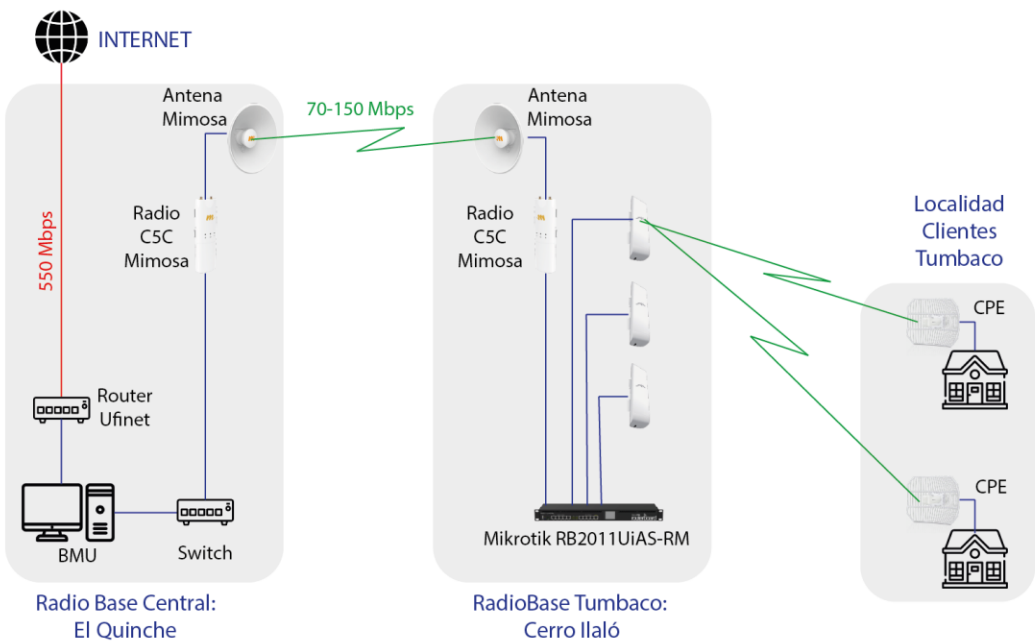
**Signal Meter**: -51.7 dBm

PHY Tx/Rx (Mbps): 300 / 300  
MAC Tx/Rx (Mbps): 180 / 180

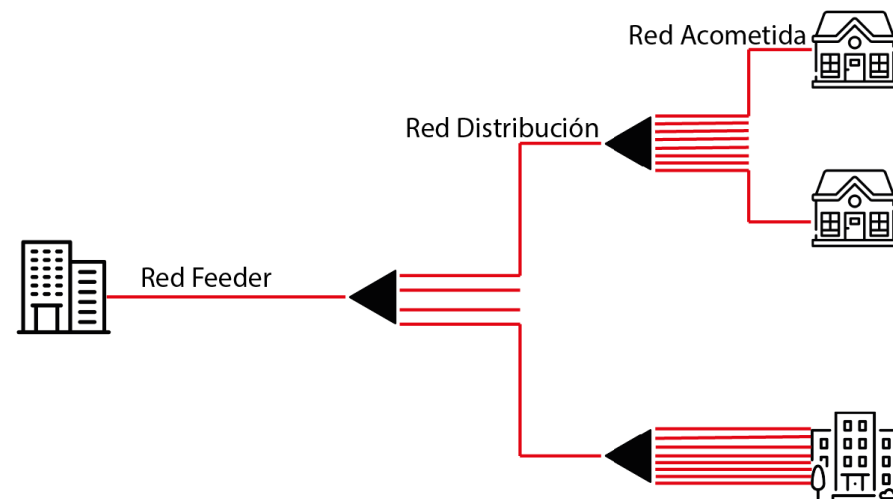
**Performance**: Total: 78.9 Mbps, Tx: 76.4 Mbps, Rx: 2.5 Mbps

Buttons: Spectrum Analyzer, Aiming Mode





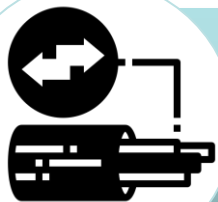
## MIGRACIÓN



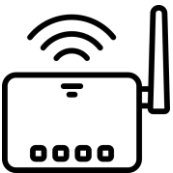




Planta Interna



Planta Externa



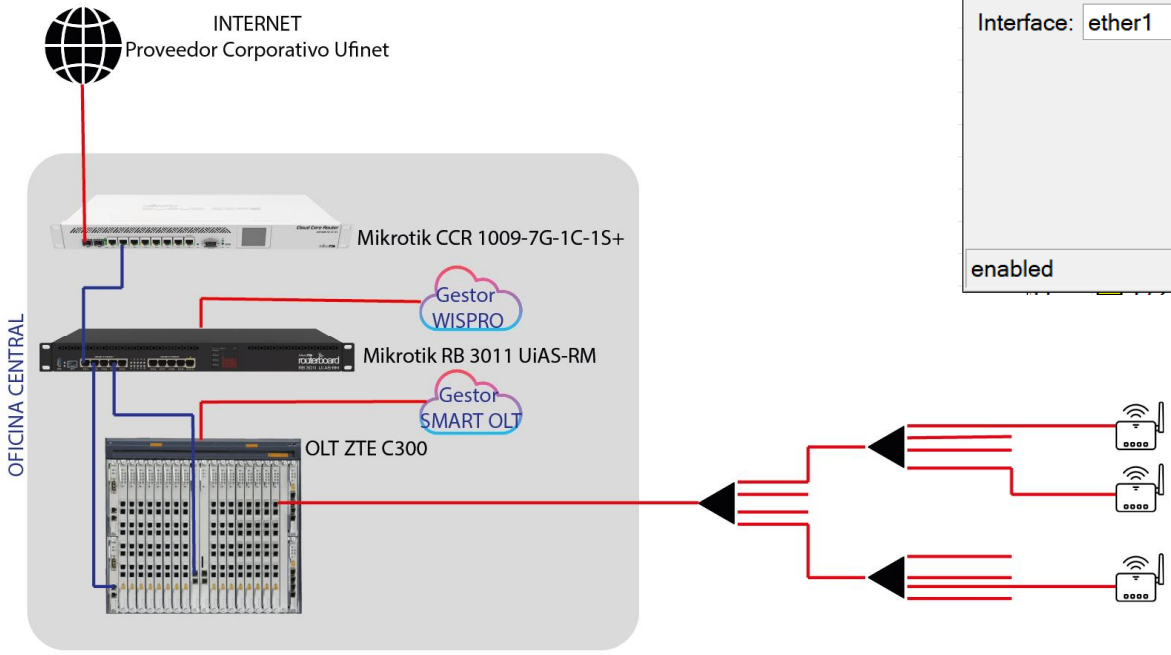
Última Milla





# IMPLEMENTACIÓN

## PLANTA INTERNA



Address <177.234.213.127>

Address: 177.234.213.127

Network: 177.234.213.126

Interface: ether1

OK

Cancel

Apply

Disable

Comment

Copy

Remove

enabled

Address List

Address	Network	Interface
172.17.0.1/21	172.17.0.0	bridge1
172.17.0.1	172.17.0.7	<pppoe-FIORE...
172.17.0.1	172.17.0.45	<pppoe-LIDIAG...
172.17.0.1	172.17.0.11	<pppoe-YASIG...
172.17.0.1	172.17.2.8	<pppoe-manob...
172.17.0.1	172.17.1.11	<pppoe-LASSO...
172.17.0.1	172.17.0.40	<pppoe-CARLO...
172.17.0.1	172.17.0.6	<pppoe-WILSO...
172.17.0.1	172.16.3.6	<pppoe-ANAES...
172.17.0.1	172.17.2.16	<pppoe-ZAMBR...
172.17.0.1	172.17.2.18	<pppoe-nellylull...
172.17.0.1	172.17.0.26	<pppoe-MONT...
172.17.0.1	172.17.0.35	<pppoe-GUAN...
172.17.0.1	172.17.0.32	<pppoe-SANC...
172.17.0.1	172.17.0.46	<pppoe-delgado...
172.17.0.1	172.17.0.15	<pppoe-lilianac...
172.17.0.1	172.17.0.13	<pppoe-francisc...
172.17.0.1	172.17.0.69	<pppoe-coyago...
172.17.0.1	172.17.4.12	<pppoe-FRANC...
172.17.0.1	172.17.0.9	<pppoe-LUCIA...
172.17.0.1	172.17.0.5	<pppoe-GOKU2>
172.17.0.1	172.17.0.42	<pppoe-SARAN...
172.17.0.1	172.17.0.29	<pppoe-JULIOS...
172.17.0.1	172.16.1.1	<pppoe-trujillo...
172.17.0.1	172.17.3.8	<pppoe-ERNES...
172.17.0.1	172.17.0.38	<pppoe-LUISM...
172.17.0.1	172.17.0.19	<pppoe-GONZ...

73 items





# IMPLEMENTACIÓN

## PLANTA INTERNA: GESTORES CLOUD

Name	Password	Service	Caller ID	Profile	Local Address	Remote Address	Last Logged Out
::: Contract_id: 2996,client_id: 4324, controlled_by_wispro		pppoe		default		172.17.4.6	Jun/05/2022 17:28:47
ABELBAJA, *****		pppoe		default		172.17.0.22	Oct/13/2022 13:17:19
::: Contract_id: 2414,client_id: 3764, controlled_by_wispro		pppoe		default		172.16.3.6	Dec/31/2022 04:01:41
ADRIANAM, *****		pppoe		default		172.17.0.20	Jan/15/2023 22:42:44
::: Contract_id: 2717,client_id: 4046, controlled_by_wispro		pppoe		default		172.17.0.17	Feb/05/2023 08:32:44
ANAESCO, *****		pppoe		default		172.17.0.36	Feb/05/2023 08:32:48
::: Contract_id: 3151,client_id: 4465, controlled_by_wispro		pppoe		default		172.17.0.21	Jan/23/2023 13:45:28
ANDINOJO, *****		pppoe		default		172.17.0.47	
::: Contract_id: 3516,client_id: 4809, controlled_by_wispro		pppoe		default		172.17.2.3	Jan/20/2023 05:42:34
ANDREAZ, *****		pppoe		default		172.17.0.14	Feb/04/2023 17:29:02
::: Contract_id: 3235,client_id: 4544, controlled_by_wispro		pppoe		default		172.17.0.40	Dec/31/2022 04:01:37
ARIZAGA, *****		pppoe		default		172.17.0.48	Jan/30/2023 20:58:23
::: Contract_id: 3143,client_id: 4458, controlled_by_wispro		pppoe		default		172.17.0.108	Feb/06/2023 11:35:28
BEATRIZLO, *****		pppoe		default			
::: Contract_id: 3631,client_id: 4916, controlled_by_wispro		pppoe		default			
BONEERAZO, *****		pppoe		default			
::: Contract_id: 3190,client_id: 4504, controlled_by_wispro		pppoe		default			
CABASCA, *****		pppoe		default			
::: Contract_id: 2975,client_id: 4304, controlled_by_wispro		pppoe		default			
CARBOCA, *****		pppoe		default			
::: Contract_id: 3522,client_id: 4814, controlled_by_wispro		pppoe		default			
CARLOSC, *****		pppoe		default			
::: Contract_id: 3641,client_id: 4926, controlled_by_wispro		pppoe		default			
CARRASC, *****		pppoe		default			
::: Contract_id: 3473,client_id: 4772, controlled_by_wispro		pppoe		default			
CARRERA, *****		pppoe		default			
::: Contract_id: 3269,client_id: 4555, controlled_by_wispro		pppoe		default			



```

OLT-TUMBACO - Google Chrome
onfiber.smartolt.com:46655

ZXAN#
ZXAN#
ZXAN#show
ZXAN#show car
ZXAN#show card
ZXAN#show card
Rack Shelf Slot CfgType RealType Port HardVer SoftVer Status
-----
1 1 0 PRMh PRMh 0 V1.0.0 INSERVICE
1 1 1 PRMh PRMh 0 V1.0.0 INSERVICE
1 1 2 GTGh GTGh 16 V1.0.0 V2.1.0 INSERVICE
1 1 3 GTGh GTGh 16 V1.0.0 V2.1.0 INSERVICE
1 1 10 SCXn SCXn 4 V1.0.0 V2.1.0 INSERVICE
1 1 11 SCXn SCXn 4 V1.0.0 V2.1.0 STANDBY
1 1 19 GUSQ GUSQ 4 V1.0.0 V2.1.0 INSERVICE
1 1 20 HUMQ HUMQ 4 V1.0.0 V2.1.0 INSERVICE
ZXAN#

```

Supervisor administrativo, Mesa de ayuda, Supervisor de mesa de ayuda, (Instalador, Supervisor de instalaciones, Vendedor)

Mostrando contratos 1 - 20 de 76 en total

#	Name	IP	Status	Service
3711	CARLOS DANIEL GUAROCHICO PILATASIG	172.17.2.11	Habilitado	MIKROTIK-TUMBACO FIBRA PLAN 70 (MBIT/S) SUBIDA 70 ( MBIT/S) BAJADA COMPARTICION 4:1
3709	CRISTIAN EFRAIN LOPEZ ESTEVEZ	172.17.3.7	Habilitado	MIKROTIK-TUMBACO FIBRA PLAN 70 (MBIT/S) SUBIDA 70 ( MBIT/S) BAJADA COMPARTICION 4:1
3707	MAYRA LUCIA CAYAMBE HARO	172.17.2.19	Habilitado	MIKROTIK-TUMBACO FIBRA PLAN 70 (MBIT/S) SUBIDA 70 ( MBIT/S) BAJADA COMPARTICION 4:1

Copyright Wispro Company © 2023

SMARTOLT Unconfigured Configured Graphs Diagnostics Reports Save Config Settings Log out

OLT: OLT-TUMBACO  
 Board: 2  
 Port: 1  
 ONU: gpon-onu\_1/2/1:6  
 SN: ZTEGCB075566  
 ONU type: ZTEG-D401  
 Zone: Zone 1  
 ODB (Splitter): None  
 Name: DIEGO FABRICIO ROBALINO LITUMA  
 Address or comment: None  
 Authorization date: 25-Nov-2022 14:35:55 History

Status: Online  
 ONU/OLT Rx signal: -20.46 dBm / -25.38 dBm  
 Attached VLANs: 100  
 ONU mode: Routing - WAN vlan: 100  
 Mgmt IP: Inactive  
 WAN setup mode: Setup via ONU webpage

Traffic/Signal  
 gpon-onu\_1/2/1:6 daily traffic  
 gpon-onu\_1/2/1:6 weekly signal

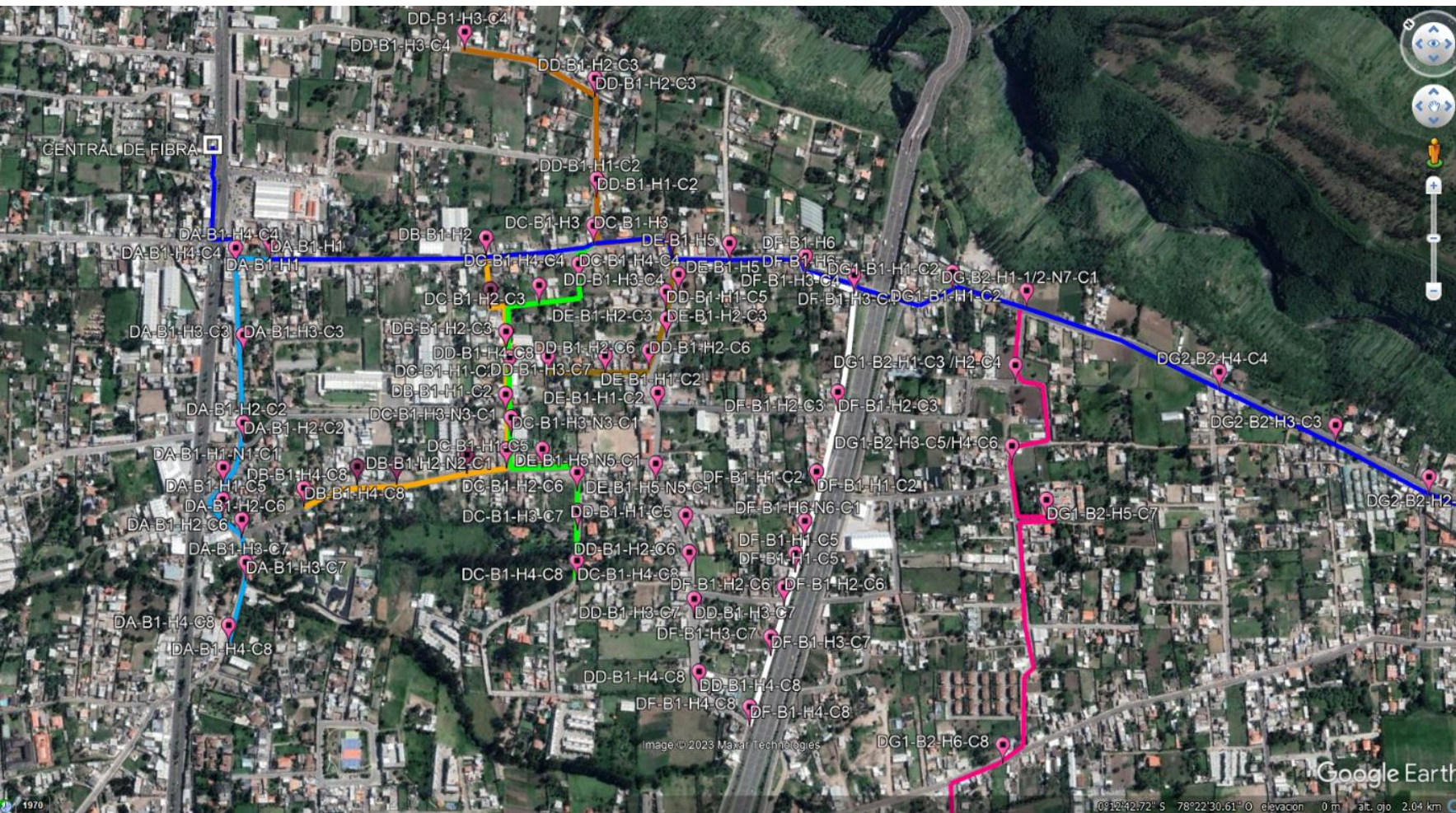
Speed profiles  
 Download: 1G  
 Upload: 1G  
 Action: Configure





# IMPLEMENTACIÓN

## PLANTA EXTERNA: DISEÑO Google Earth



### Materialles:

- Fibra troncal: ADSS 24 hilos span 100 LSZH
- Fibra ramal secundario: ADSS 6 hilos span 100 LSZH
- Cajas NAP IP 68
- Herrajes tipo A
- Pinzas Tensoras
- Cinta Airband

### Diseño:

- Cantidad de Distritos: 8
- Niveles de Splitteo:  
1X8 + 1X8: para 64 usuarios  
1X2 + 1X8 + 1X8: hasta 128 usuarios.

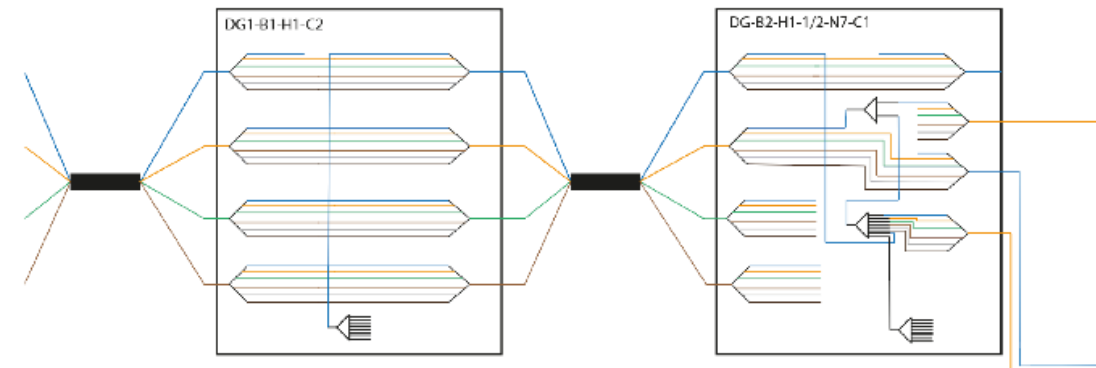


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



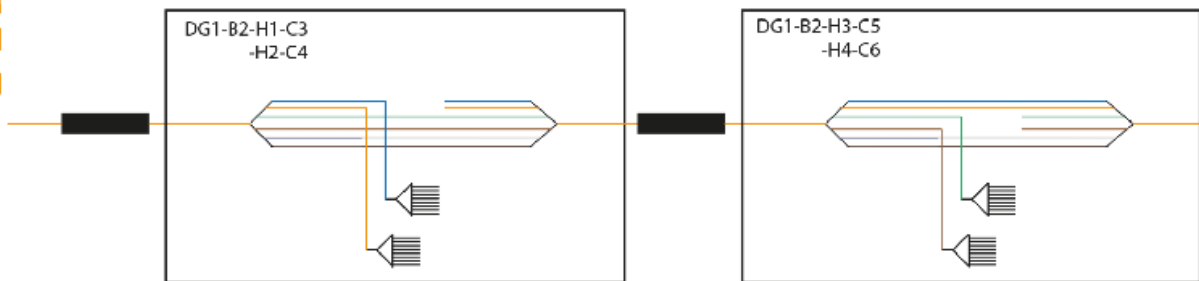
# IMPLEMENTACIÓN

## PLANTA EXTERNA: DISEÑO Unifilar



	Identificador	Descripción
<b>Distrito</b>	D	Se identifica con letras del Abecedario en el orden que se vayan implementando.
<b>Buffer</b>	B	Se identifica con números que se asignan con respecto al código de colores de la fibra óptica. Ejemplo:  1=Azul
<b>Hilo</b>	H	Se identifica con números que se asignan con respecto al código de colores de la fibra óptica. Ejemplo:  2=Naranja
<b>Medio Nivel</b>	½	Es un splitter 1:2.
<b>Caja de Nivel</b>	N	Se identifica con la letra N más el numero de la caja de Nivel, una caja de nivel por cada distrito o subdistrito.
<b>Caja de Cliente</b>	C	Se identifica con la letra C más el número de la caja de cliente por lo general en cada distrito puede haber hasta 8 cajas de cliente.

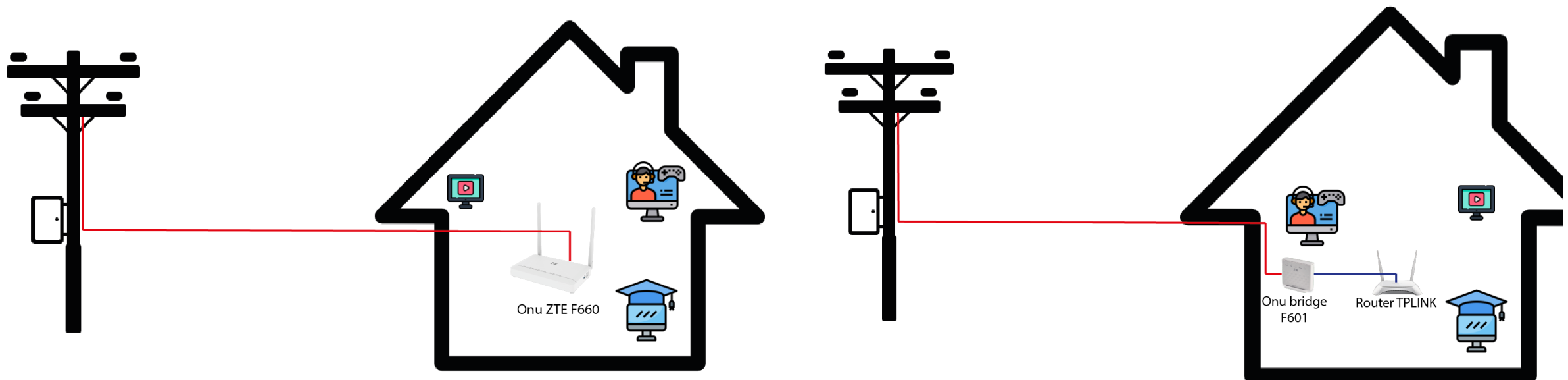
Identificador	Tipo de caja	Tipo de Spliteo	Distancia desde la Oficina Central (metros)	Latitud	Longitud
DG-B2-H1-1/2-N7-C1	Caja de derivación	1:2	1658.8 m	0°12'51.60" S	78°22'17.20 "O
	Caja de Nivel/ distribución	1:8			
	Caja de cliente/ dispersión	1:8			





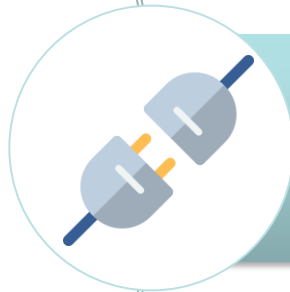
# IMPLEMENTACIÓN

## ÚLTIMA MILLA

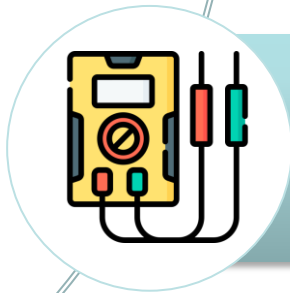




Pruebas de Rendimiento



Pruebas de Conectividad



Pruebas de Potencia





# RESULTADOS

## PRUEBAS DE RENDIMIENTO: PRTG

Dispositivos desconocidos

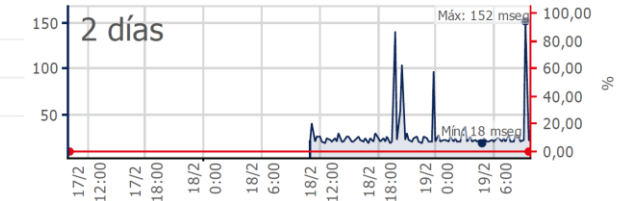
Subred 172.17.3

IP	Ping	HTTP	Jitter de Ping	DNS v2	Añadir sensor
172.17.3.110	5 mseg	15 mseg	8,06	!! DNS v2	+ Añadir sensor
172.17.3.115	2 mseg	13 mseg	3,53		+ Añadir sensor
172.17.3.119	4 mseg	31 mseg	2,98	!! HTTP	+ Añadir sensor
172.17.3.12	6 mseg		5,09	!! DNS v2	+ Añadir sensor
172.17.3.124	3 mseg	18 mseg	5,04		+ Añadir sensor
172.17.3.131	11 mseg	23 mseg			+ Añadir sensor
172.17.3.133	5 mseg	23 mseg			+ Añadir sensor

Tiempo de carga



Canal	ID	Último valor	Mínimo	Máximo
Tiempo de carga	0	34 mseg	12 mseg	646 mseg
Tiempo de inactividad	-4			



Timeo de Ping

Máximo: 9 mseg

Mínimo: 2 mseg

Perdida de paquetes: 0 %

4 mseg

0 mseg 259 mseg

Jitter: 2,67

Tiempo de ejecución: 51.150 mseg

0 209

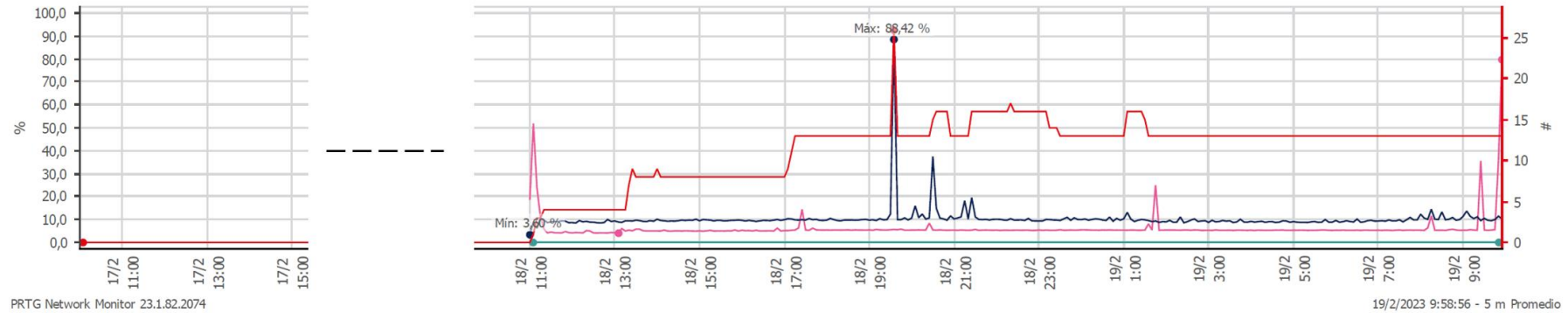






# RESULTADOS

## PRUEBAS DE RENDIMIENTO: PRTG



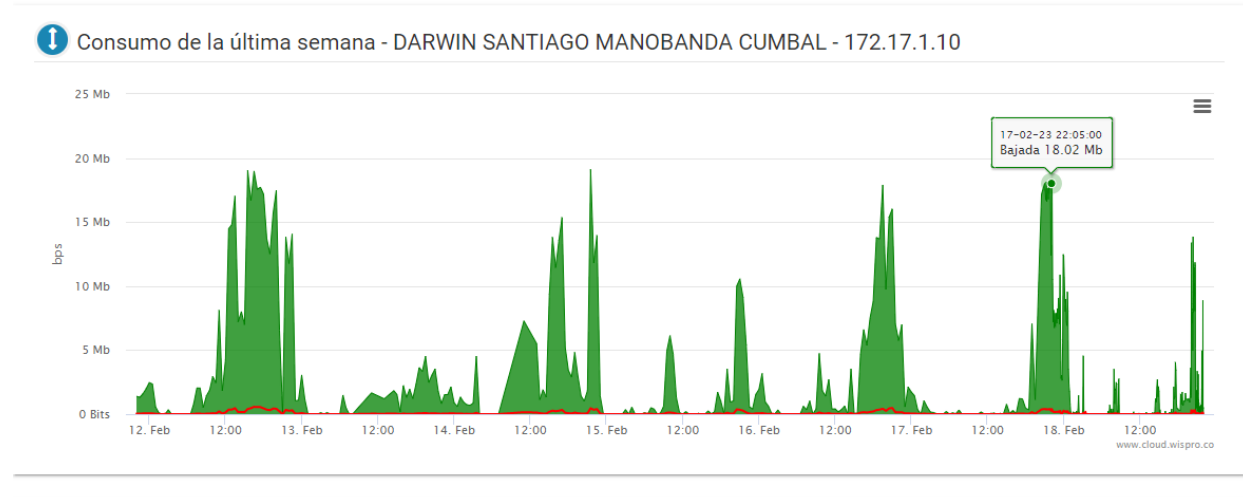
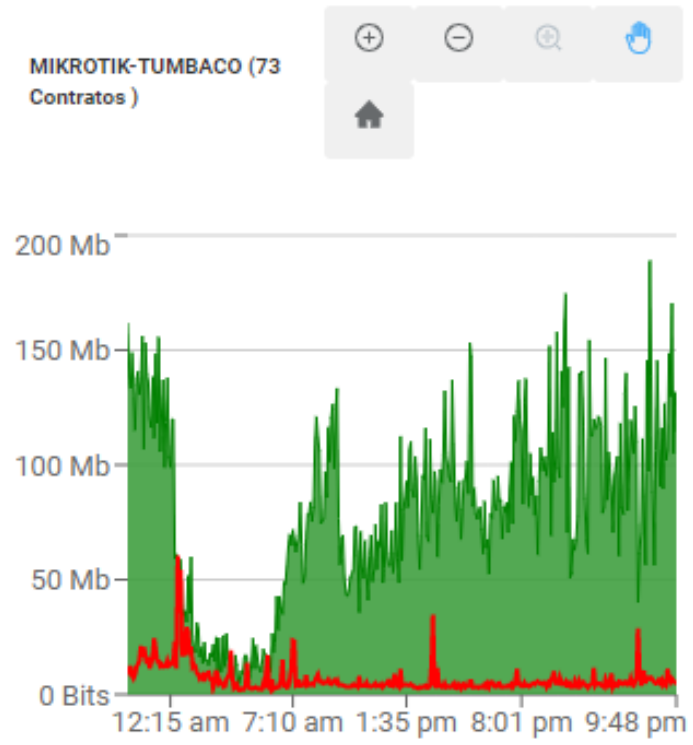
Dirección	Ping	Jitter	Tiempo de carga
172.17.3.3	4 ms	2.67 ms	34 ms
172.17.3.36	8 ms	5.71 ms	24 ms
172.17.3.81	4 ms	1.66 ms	23 ms
172.17.3.84	6 ms	4.01 ms	26 ms
172.17.3.87	6 ms	3.77 ms	27 ms





# RESULTADOS

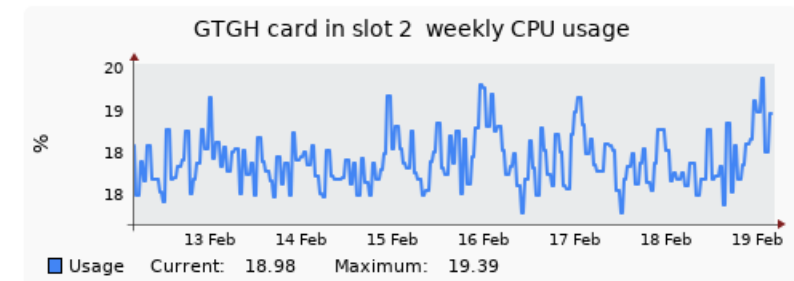
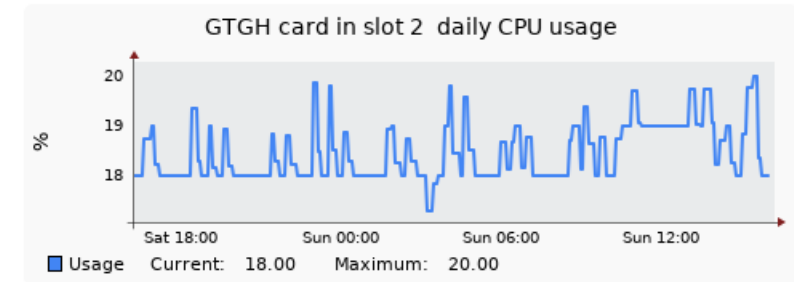
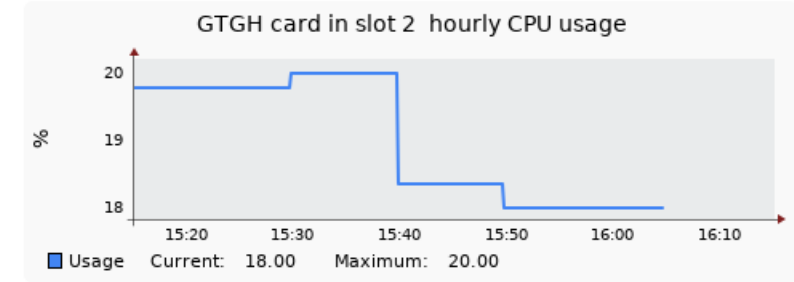
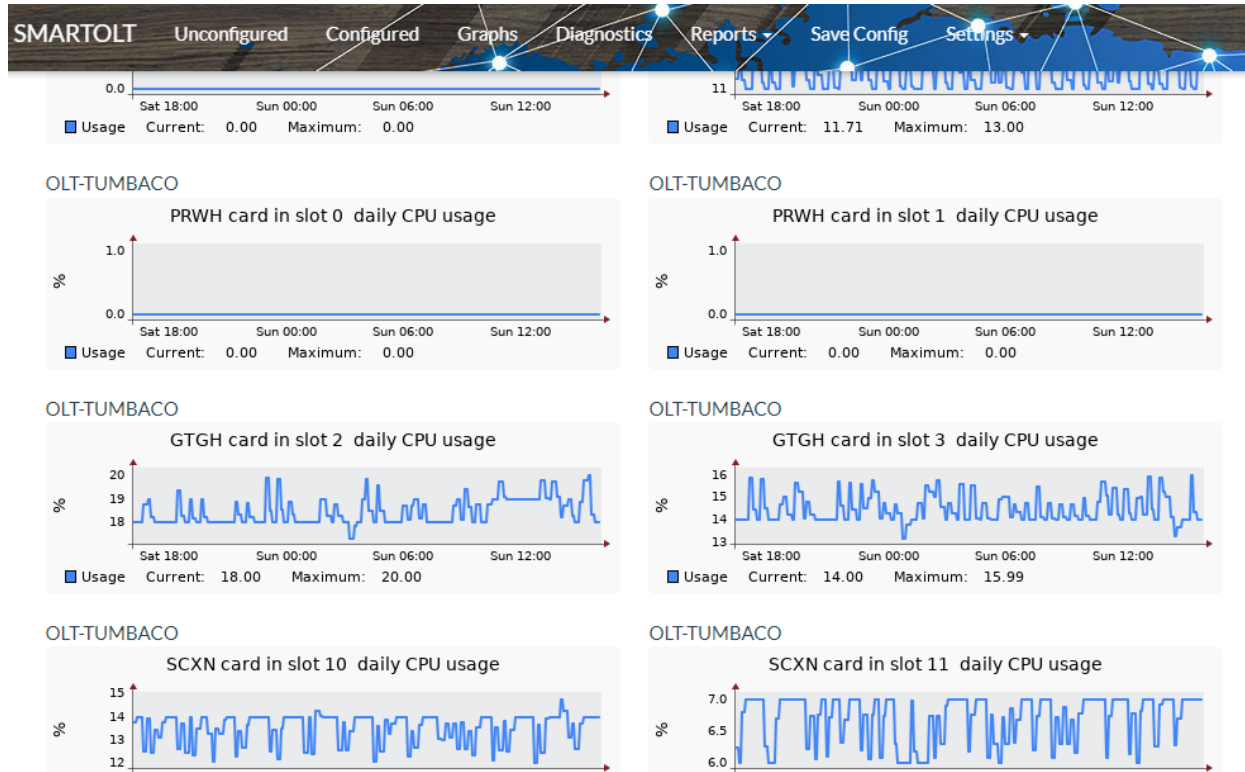
## PRUEBAS DE RENDIMIENTO: Control de tráfico con Gestor Wispro





# RESULTADOS

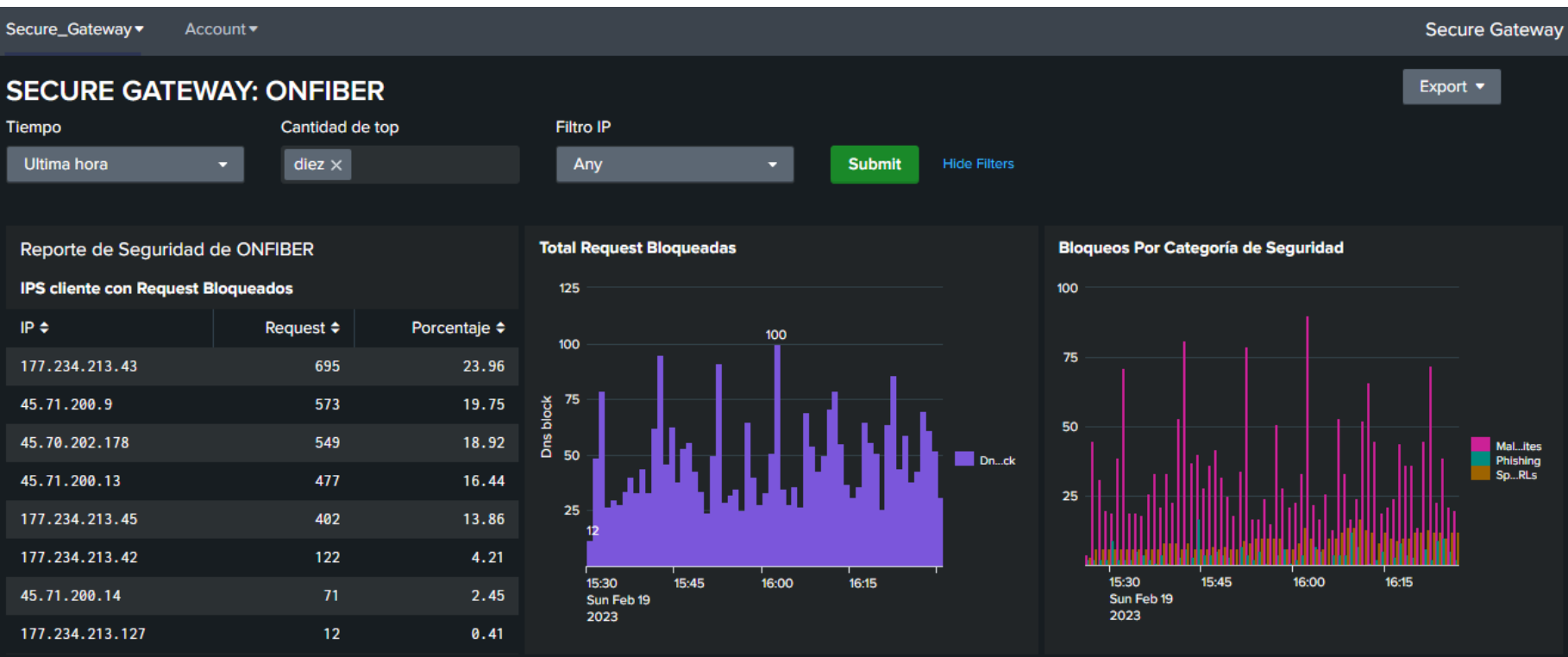
## PRUEBAS DE RENDIMIENTO: Control de tráfico con Gestor SmartOLT





# RESULTADOS

## PRUEBAS DE RENDIMIENTO: Control de Seguridad con Secure Gateway



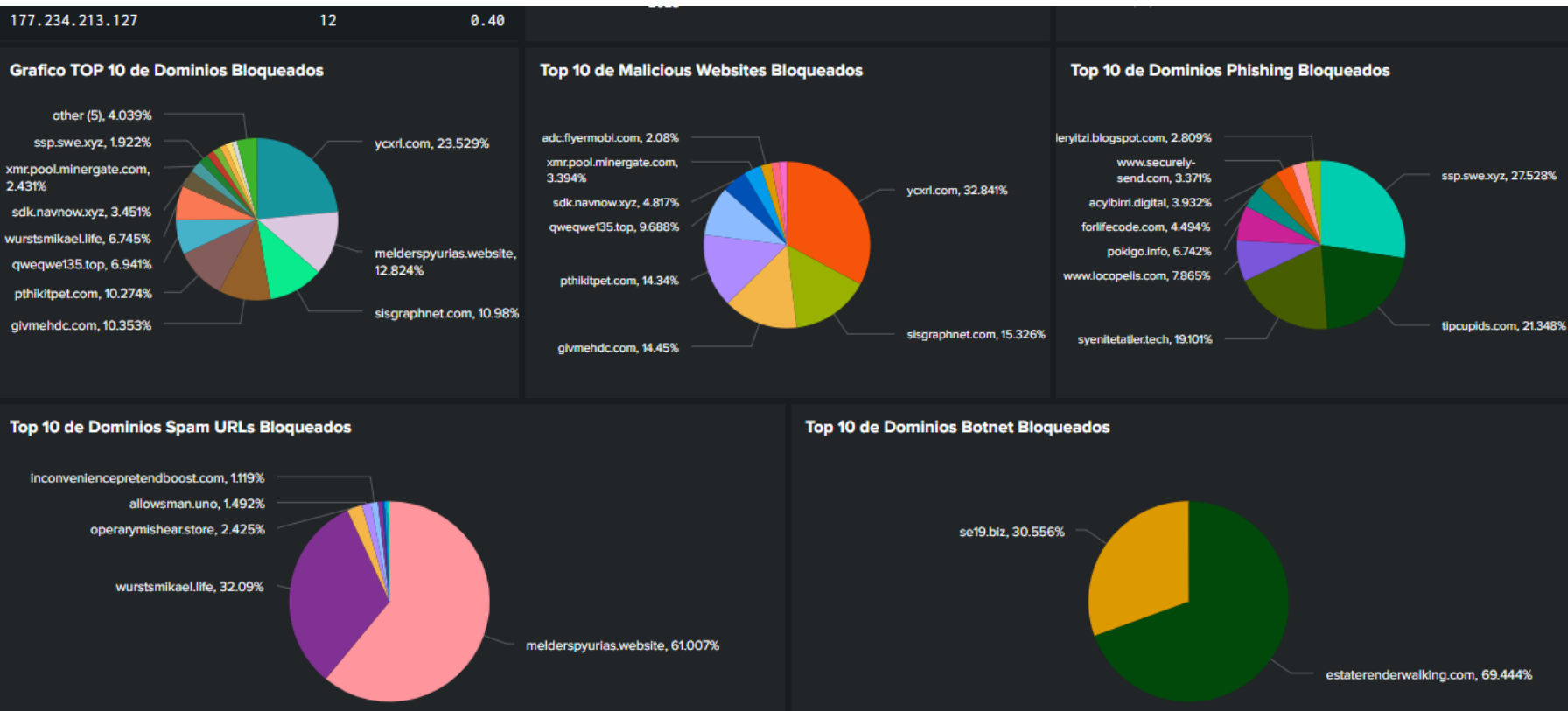
- Dominios Bloqueados
- Websites maliciosos bloqueados
- Dominios Pishing bloqueados
- Dominios Spam URLs bloqueados
- Dominios botnet bloqueados





# RESULTADOS

## PRUEBAS DE RENDIMIENTO: Control de Seguridad con Secure Gateway



qweqwe135.top

1  
/ 88

1 security vendor flagged this domain as malicious

qweqwe135.top

Malicious media sharing misc top-1M

Community Score

DETECTION    **DETAILS**    RELATIONS    COMMUNITY

Join the VT Community and enjoy additional community insights and crowdsourced detections.

Categories

alphaMountain.ai	Malicious
Comodo Valkyrie Verdict	media sharing
BitDefender	misc

Popularity ranks

Rank	Position	Ingestion Time
Cisco Umbrella	234205	2023-02-19 16:58:08 UTC





# RESULTADOS

## PRUEBAS DE CONECTIVIDAD: ICMP, ping

Router inalámbrico N 300Mbps WR840N  
Modelo TL-WR840N

Herramienta de Diagnóstico:  Ping  Traceroute

Dirección IP / Nombre de dominio:

Conteo de Ping:  ping(1 - 50)

Tamaño del Paquete de Ping:  (0 - 65500 Bytes)

Tiempo de espera agotado de Ping:  (1 - 60 Segundos)

TTL Máximo de Traceroute:  (1 - 30)

Resultados de Diagnóstico

```

PING 172.17.0.1 (172.17.0.1): 64 data bytes
72 bytes from 172.17.0.1: icmp_seq=1 ttl=128 time=2 ms
72 bytes from 172.17.0.1: icmp_seq=2 ttl=128 time=1.36 ms
72 bytes from 172.17.0.1: icmp_seq=3 ttl=128 time=3.42 ms
72 bytes from 172.17.0.1: icmp_seq=4 ttl=128 time=1.08 ms
---172.17.0.1 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 packets received,0% packet loss
round trip min/avg/max = 1.08/1.065/3.42 ms
  
```

Soporte App

Router inalámbrico N 300Mbps WR840N  
Modelo TL-WR840N

Herramienta de Diagnóstico:  Ping  Traceroute

Dirección IP / Nombre de dominio:

Conteo de Ping:  ping(1 - 50)

Tamaño del Paquete de Ping:  (0 - 65500 Bytes)

Tiempo de espera agotado de Ping:  (1 - 60 Segundos)

TTL Máximo de Traceroute:  (1 - 30)

Resultados de Diagnóstico

```

PING 8.8.8.8 (8.8.8.8): 64 data bytes
72 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=128 time=17.9 ms
72 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=128 time=16.68 ms
72 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=128 time=16.98 ms
72 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=4 ttl=128 time=16.5 ms
---8.8.8.8 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 packets received,0% packet loss
  
```

Soporte App





# RESULTADOS

## PRUEBAS DE CONECTIVIDAD: ICMP, traceroute

Router inalámbrico N 300Mbps WR840N  
Modelo TL-WR840N

Herramienta de Diagnóstico:  Ping  Traceroute

Dirección IP / Nombre de dominio:

Conteo de Ping:  ping(1 - 50)

Tamaño del Paquete de Ping:  (0 - 65500 Bytes)

Tiempo de espera agotado de Ping:  (1 - 60 Segundos)

TTL Máximo de Traceroute:  (1 - 30)

Resultados de Diagnóstico

```
traceroute to 172.17.0.1 (172.17.0.1), 20 hops max, 64 byte packets
1 (172.17.0.1) 0.920 ms
```

Soporte App

Router inalámbrico N 300Mbps WR840N  
Modelo TL-WR840N

Herramienta de Diagnóstico:  Ping  Traceroute

Dirección IP / Nombre de dominio:

Conteo de Ping:  ping(1 - 50)

Tamaño del Paquete de Ping:  (0 - 65500 Bytes)

Tiempo de espera agotado de Ping:  (1 - 60 Segundos)

TTL Máximo de Traceroute:  (1 - 30)

Resultados de Diagnóstico

```
traceroute to 8.8.8.8 (8.8.8.8), 20 hops max, 64 byte packets
1 (172.17.0.1) 0.940 ms
2 (177.234.213.126) 1.420 ms
3 (172.16.20.38) 2.440 ms
4 (172.18.2.2) 2.400 ms
5 (142.250.167.108) 16.280 ms
6 *
7 (8.8.8.8) 16.500 ms
```

Soporte App





# RESULTADOS

## PRUEBAS DE POTENCIA: Cálculo de presupuesto de Potencia Óptica

Componente	Pérdida aproximada
Conectores Acoplados	0.5 dB
Empalme	0.05 dB
Fibra monomodo	0.35 dB/Km a 1310 nm 0.25 dB/Km a 1550 nm
Splitter 1X2	3.7 dB
Splitter 1X4	7.1 dB
Splitter 1X8	10.5 dB
Splitter 1X16	13.7 dB

$$P_{RX} = P_{TX} - (a_L * L + n_e * a_e + n_c * a_c)$$

Datos Distrito G:

Elemento	Cantidad	Atenuación
Longitud de Fibra	2.648 Km	0.35 dB/Km
Conectores acoplados	5	0.5 dB
Empalmes	9	0.05 dB
Splitter Caja de nivel	1* 1:8	10.5 dB
Splitter Caja de clientes	1* 1:8	10.5 dB







# RESULTADOS

## PRUEBAS DE POTENCIA: Cálculo de presupuesto de Potencia Óptica

$$P_{RX} = P_{TX} - (a_L * L + n_e * a_e + n_c * a_c)$$

$$P_{RX} = 6 - \left( 0.35 \frac{dB}{Km} * 2.648 Km + 9 * 0.05 dB + 5 * 0.5 + 10.5 db + 10.5 dB \right)$$

$$P_{RX} = 6 dBm - 28.58 dB$$

$$P_{RX} = -22.58 dB$$





# RESULTADOS

## PRUEBAS DE POTENCIA: Medición de Potencia Óptica con OTDR





# RESULTADOS

## PRUEBAS DE POTENCIA: Medición de Potencia Óptica con OTDR

Distrito	Cálculo de Presupuesto de potencia óptica	Potencia Medida
A	-18.23 dB	-18.28 dB
B	-18.35 dB	-18.37 dB
C	-18.44 dB	-18.45 dB
D	-18.34 dB	-18.30 dB
E	-18.54 dB	-18.59 dB
F	-18.59 dB	-18.59 dB
G1	-22.83 dB	-22.77 dB
G2	-22.58 dB	-22.55 dB





# RESULTADOS

## PRUEBAS DE POTENCIA: Verificación de potencias y consumo de tráfico por usuario

**SMARTOLT** Unconfigured Configured Graphs Diagnostics Reports Save Config Settings Log out

OLT: OLT-TUMBACO  
 Board: 3  
 Port: 7  
 ONU: gpon-onu\_1/3/7:1  
 SN: ZTEGC692C540  
 ONU type: ZTE-F601V6.0  
 Zone: Zone 1  
 ODB (Splitter): None  
 Name: MARIA GLORIA CARRERA VASCO  
 Address or comment: None  
 Authorization date: 02-Feb-2023 14:10:56 History

On/Off Power LAN PON  
 Reset

Status: Online  
 ONU/OLT Rx signal: -19.62 dBm / -22.03 dBm  
 Attached VLANs: 100  
 ONU mode: Bridging - Main vlan: 100  
 Mgmt IP: Inactive

Get status Show running-config SW info LIVE!

Traffic/Signal

gpon-onu\_1/3/7:1 daily traffic  
 bits per second  
 Upload Current: 205.61 Maximum: 148.29 k  
 Download Current: 637.81 Maximum: 3.58 M

gpon-onu\_1/3/7:1 weekly signal  
 dBm  
 1310nm OLT Rx for ONU Current: -22.04 Maximum: -21.94

Speed profiles

Download	Upload	Action
1G	1G	Configure

N°	Cliente	Tarjeta OLT	Puerto	Potencia RX	Consumo de tráfico promedio
1	MARIA GLORIA CARRERA VASCO	3	7	-19.62 dBm / -22.03 dBm	3.58 Mbps
2	MANUELA GALLEGOS ANDA OCHOA	3	3	-18.7 dBm / -22.61 dBm	18.11 Mbps
3	CARRASCO COBO MARCELO ALFONSO	3	6	-21.81 dBm / -25.41 dBm	11.39 Mbps
4	LUIS MIGUEL MANOPANTA QUIPO	2	16	-20.26 dBm / -24.2 dBm	4.02 Mbps
5	ELSA IBETH CERNA SERNA	2	16	-20.13 dBm / -24.54 dBm	2.39 Mbps

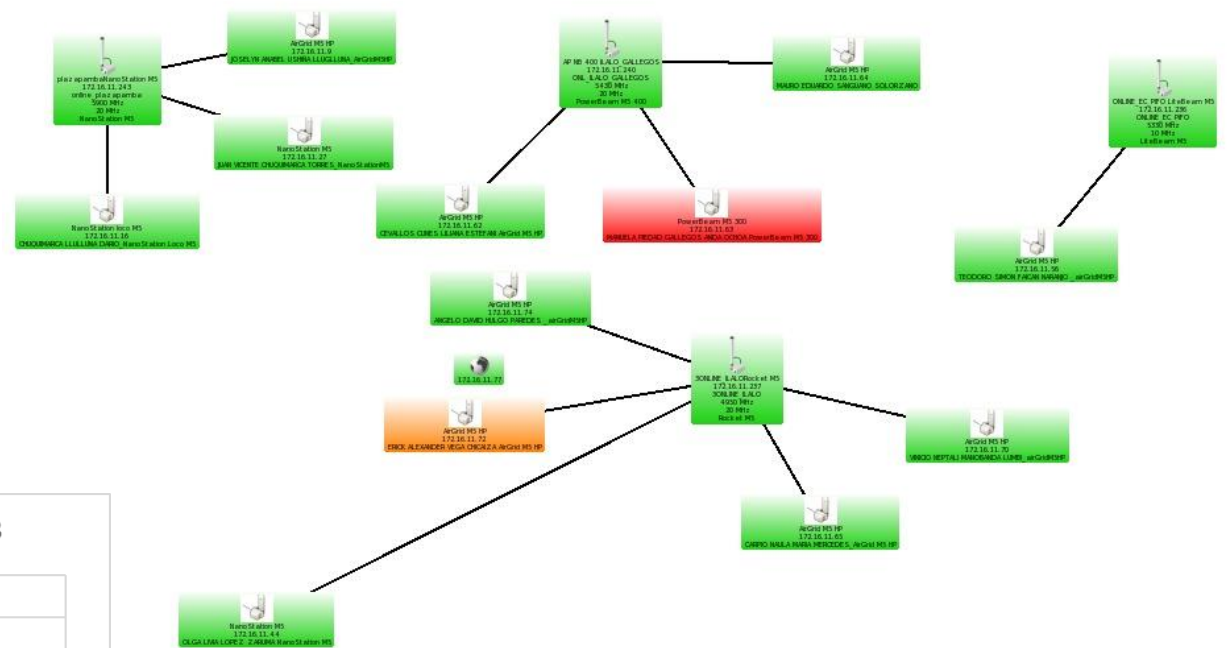
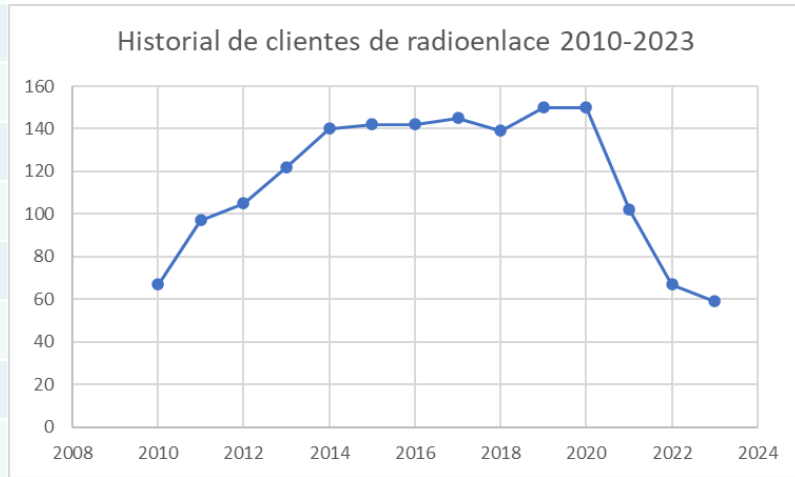




# RESULTADOS

## ANÁLISIS RED DE RADIOENLACE

Año	Cantidad de clientes	Planes	Costo de Plan
2010	67	7 Mbps	\$ 20,00
2011	97	7.5 Mbps	\$ 22,50
2012	105	8 Mbps	\$ 25,00
2013	122	10 Mbps	\$ 30,00
2014	140		
2015	142		
2016	142		
2017	145		
2018	139		
2019	150		
2020	150		
2021	102		
2022	67		
2023	59		

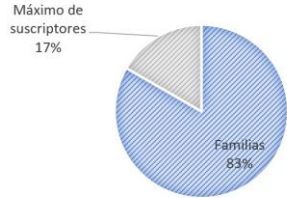




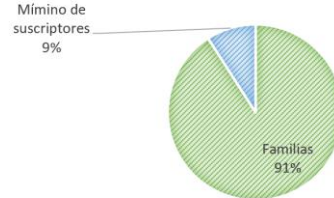
# RESULTADOS

## ANÁLISIS RED GPON FTTH

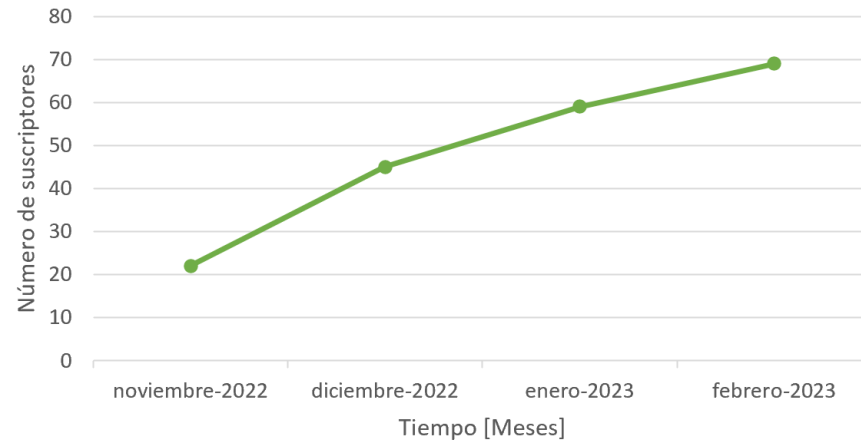
RELACIÓN DEL NÚMERO DE FAMILIAS - MÁXIMO DE SUSCRITORES



RELACIÓN DEL NÚMERO DE FAMILIAS - MÍNIMO DE SUSCRITORES

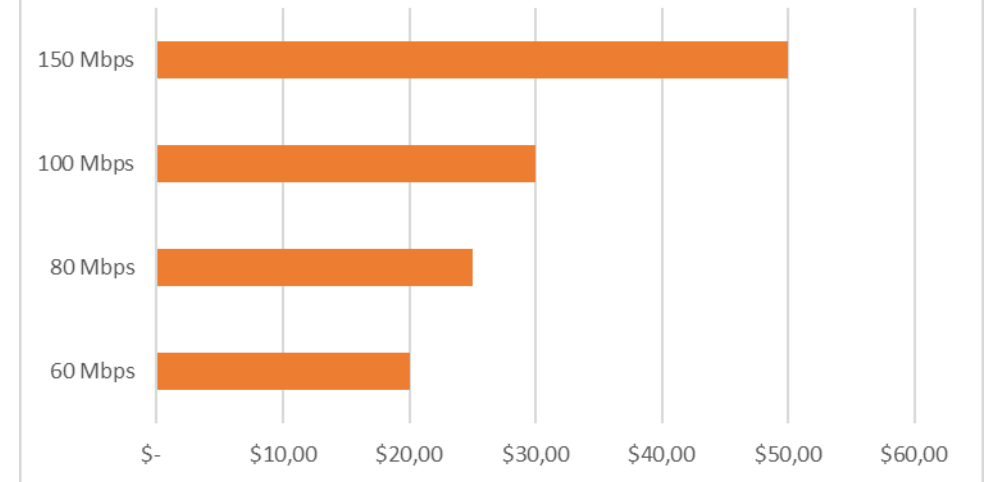


Historial de clientes de fibra óptica



Planes	Costo de Plan
60 Mbps	\$ 20,00
80 Mbps	\$ 25,00
100 Mbps	\$ 30,00
150 Mbps	\$ 50,00

Planes de Internet por Fibra Óptica





# RESULTADOS

## RADIENLACE VS GPON FTTH

Parámetro de Comparación	Red de Radioenlace	Red GPON FTTH
<b>Proveedor</b>	Onfiber El Quinche	UFINET
<b>Modo de provisionamiento del proveedor</b>	Radioenlace de 18 Km desde Radio Base El Quinche – Radio Base Cerro Ilaló	Entrada de Fibra hasta la Oficina Central de Onfiber Tumbaco sobre Router de Borde Mikrotik CCR 1009-7G-1C-1S+
<b>Capacidad contratada</b>	70-95 Mbps	220 Mbps
<b>Medio</b>	No Guiado	Guiado
<b>Equipamiento activo de Oficina Central</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Server BMU</li> <li>1 Switch de agregación</li> <li>2 Radios Mimosa C5C</li> <li>2 Antenas tipo Dish para enlace PTP- Backbone</li> <li>1 Router Mikrotik RB2011</li> <li>Varias Antenas sectoriales para distribución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Router Mikrotik RB3011 UiAS RM</li> <li>1 OLT ZTE C300</li> </ul>
<b>Equipamiento Clientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Antena CPE/cliente</li> <li>1 Router Single Band</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 ONU Single Band</li> <li>0 1 ONU bridge + Router Single Band</li> </ul>
<b>Precio de implementación por cliente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Antena CPE \$50</li> <li>Cable UTP \$25</li> <li>Router SB \$35</li> </ul> <p>Total = \$110</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ONU DB \$33</li> <li>Hasta 300 mtrs fibra Drop \$75</li> </ul> <p>Total= \$108 máximo</p>

Parámetro de Comparación	Red de Radioenlace	Red GPON FTTH
<b>Gestores de Administración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plataforma WEB Mimosa</li> <li>Wispro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wispro</li> <li>Smart OLT</li> </ul>
<b>Distancia de Cobertura</b>	Depende de LOS (Line of sight), para parroquia de Tumbaco 5 Km aproximadamente.	Hasta 20 Km definidos por el estándar GPON
<b>Capacidades de transferencia de datos, tráfico.</b>	Limitado por interfaces de red de antenas, 10/100 Mbps.	Download: 2.5 Gbps Upload: 1.25 Gbps
<b>Escalabilidad de la Red</b>	Baja: depende de la demanda	Alta: hasta 16384 con 64 suscriptores por puerto PON de la OLT.  Y hasta 32728 con 128 suscriptores por puerto PON de la OLT.  Definido por cantidad de tarjetas de la OLT ZTE C300.
<b>Inversión</b>	Menor	Mayor
<b>Rentabilidad</b>	Menor	Mayor
<b>Demanda</b>	Menor	Mayor
<b>CAPEX</b>	Menor	Mayor
<b>OPEX</b>	Mayor	Menor

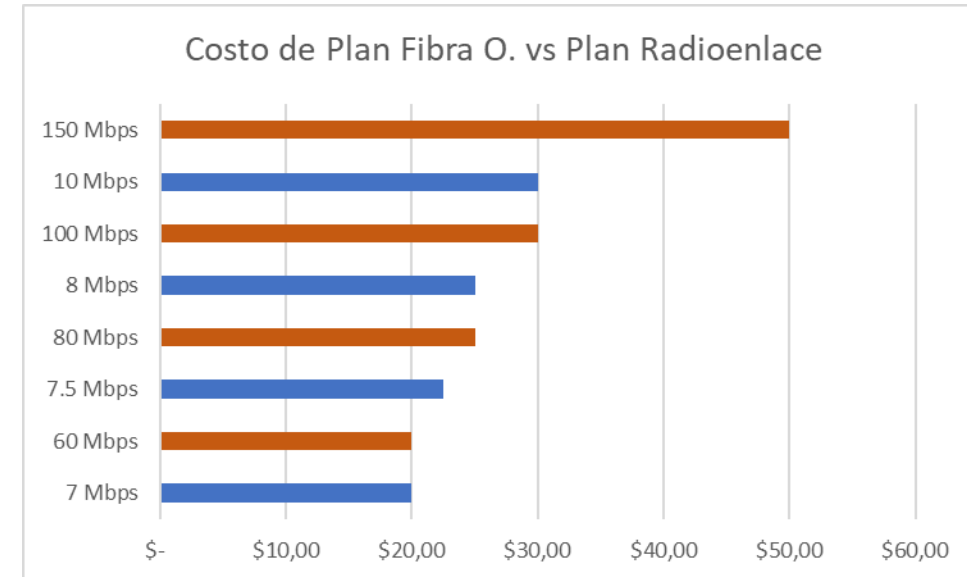




# RESULTADOS

## RADIENLACE VS GPON FTTH

Parámetro de Comparación	Red de Radioenlace	Red GPON FTTH
<b>Precio de Planes Internet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>7 Mbps por \$20</li> <li>7.5 Mbps por \$22.50</li> <li>8 Mbps por \$25</li> <li>10 Mbps por \$30</li> <li>9 Mbps por \$45</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>60 Mbps por \$20</li> <li>80 Mbps por \$25</li> <li>100 Mbps por \$30</li> <li>150 Mbps por \$50</li> </ul>
<b>Número de clientes activos</b>	59 clientes	69 clientes
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Llegar a un punto específico que no tiene conexión guiada.</li> <li>No necesita implementación de obra civil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayores tasas de transferencia.</li> <li>Medio guiado</li> <li>Inmune a interferencias electromagnéticas o ambientales.</li> </ul>
<b>Desventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Susceptible a interferencias de varios tipos.</li> <li>Necesita Línea de vista.</li> <li>No tiene futuro en el área de los ISP porque su demanda es casi nula.</li> <li>Sus tasas de transferencia no se adaptan a la demanda tecnológica actual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necesita implementación de obra civil.</li> <li>La fibra óptica puede sufrir cortes.</li> <li>Mayor tiempo de despliegue en planta externa.</li> <li>Costos de reinstalación altos si el cliente migra de domicilio.</li> </ul>







# CONCLUSIONES

La migración de una red con tecnología de Radioenlace hacia una red con tecnología GPON FTTH fue posible debido a la alta demanda que existía en la parroquia de Tumbaco por los clientes de la red de Radioenlace ya que esta no ofrecía una alta eficiencia ni calidad de servicio por los diferentes factores que afectan a la red como son intermitencias en el servicio, espectro radioeléctrico saturado, pérdidas de línea de vista y bajo throughput en los planes ofertados a precios elevados.

El proceso de implementación de la red de planta externa GPON FTTH comprendió tres etapas; la primera fue el RELEVAMIENTO de información de planta externa donde se obtuvo información de la obra civil como son postería y ductos de soterramiento, la segunda es el DISEÑO de planta externa considerando la información obtenida en la primera etapa y la tercera etapa denominada REDISEÑO en donde se verificó si la etapa de diseño se ejecutó bajo lo planeado, si esto no fue así se registran los cambios que se realizaron al desplegar la planta externa, obteniendo así un resultado final.

El presupuesto de este proyecto fue manejado directamente por la empresa propietaria de la red ONFIBER, quien se encargó de abastecer de los materiales pasivos de planta externa como son; fibra óptica de 24 hilos ADSS spam 100 LSZH, fibra óptica de 6 hilos ADSS spam 100 LSZH, Splitters 1X2, Splitters 1X8, cajas NAP para medio nivel, cajas NAP de nivel, cajas NAP de clientes, hebillas, herrajes. Así como el equipamiento activo de planta interna que comprende un Router Mikrotik RB3011 UiAS RM, una OLT ZTE C300, una fusionadora y un OTDR palm.

El router Mikrotik RB3011 UiAS RM se encarga de registrar la IP pública 177.234.213.127 y recibir 220 Mbps puros contratados para el despliegue de esta red, así como de funcionalidades de NAT (Network Address Translation), registro de DNS, aprovisionamiento de suscriptores utilizando PPPoE (Protocolo Punto a Punto sobre Ethernet) que se encarga de crear un túnel de encapsulamiento entre el router Mikrotik y el equipo ONU del cliente ofreciendo ventajas como cifrado y compresión de datos. Este router se gestiona mediante Wispro que es una plataforma alojada en la nube que nos permite manejar las configuraciones del equipo de forma más didáctica, fácil e intuitiva desde cualquier lugar.





# CONCLUSIONES

La OLT ZTE C300 posee configuraciones que permiten registrar MAC y Serial Numbers de la ONU con el fin de levantar el servicio, esta OLT se vincula a una plataforma alojada en la nube denominada SmartOLT que nos permite gestionar, administrar y monitorizar el tráfico que atraviesa por el equipo así como verificar potencias y parámetros de las ONUs en los clientes.

El diseño de planta externa con el que se puso en operación a la empresa ONFIBER consta de 8 Distritos que se van desplegando por ramales secundarios desde el enlace troncal de 24 hilos. Cada distrito posee una Caja de Nivel (Splitteo 1X8) y 8 Cajas de Clientes (Spliteo 1X8). Lo que resulta en una capacidad de 64 suscriptores por cada puerto PON, sin embargo, existen distritos que implementan sub Distritos mediante una caja de medio nivel (Spliteo 1X2), el puerto PON correspondiente a este distrito albergara 128 suscriptores debido a la demanda y alta densidad poblacional de ese distrito.

El despliegue de última milla comprende la bajada del poste, desde la caja de cliente hacia el domicilio del abonado utilizando fibra Drop de 2 hilos figura 8. Cada abonado puede hacer uso de hasta 300 metros de este cable, más el equipamiento ONU Dual Band o a su vez una ONU Bridge en configuración con un Router Dual Band, la instalación que ofrece la empresa ONFIBER a sus abonados es gratuita como estrategia de marketing para ganar más suscriptores en la parroquia de Tumbaco.

Se ejecuto pruebas de conectividad utilizando el protocolo ICMP (Internet Control Message Protocol) utilizando el comando ping y traceroute desde los equipos del cliente hacia el Gateway y servidores externos como pueden ser los de Google, en cada una de estas pruebas se obtienen tiempos de respuesta de 1 ms para ping hacia el Gateway y de 17 ms aproximadamente hacia los servidores de Google, siendo estos tiempos resultados favorables para la evaluación de red, tampoco se evidencio pérdida de paquetes.





# CONCLUSIONES

Se ejecutó pruebas de rendimiento utilizando el software PRTG que nos permite analizar de forma granular a cada una de las ONUS de los suscriptores y realizando controles sobre el consumo de tráfico, tiempos de respuesta en ping hacia el Gateway, el jitter y la respuesta HTTP de las páginas al navegar por la red. También se verificó el consumo promedio por cliente hacia el router Mikrotik RB3011UiAS RM donde registro picos que no sobrepasan los 200 Mbps y la OLT ZTE C300 mediante los gestores Wispro y SmartOLT.

Para la seguridad de la red se utiliza una plataforma denominada Secure Gateway contratada al proveedor Ufinet. Esta plataforma se encarga de analizar todo el tráfico que entra y sale de la red. Tiene la capacidad de bloquear páginas con contenido malicioso, eliminar paquetes y realizar informes para su evaluación por periodos definidos de tiempo. Al ser una red que está iniciando no se considera rentable instalar un equipo firewall propietario del ISP.

Las pruebas de potencia se realizaron con un equipo OTDR que nos permite medir la potencia de salida del puerto PON de la OLT, definido en 6 dBm y la potencia en las cajas de clientes con la que se va a llegar al equipo ONU. Esta potencia se conoce como rango de sensibilidad de la ONU y comprende desde -10 dB a -28 dB para que este equipo pueda funcionar de forma óptima. Se corroboró estos datos de forma teórica mediante el cálculo de presupuesto de potencia óptica, también con los datos obtenidos por Smart OLT.

Durante el corto periodo de operación de la red se ha registrado un crecimiento rápido de abonados en la red, hablamos de 69 en menos de 3 meses y se espera un crecimiento mayor con los nuevos despliegues de red para lograr los valores obtenidos en el estudio de penetración del ISP que abarca entre 4350 a 8700 abonados aproximadamente. Mientras que en la red de Radioenlace se ha evidenciado una cantidad considerable de bajas en los abonados de 150 a 59 abonados actualmente





# RECOMENDACIONES

La visita de campo es esencial para comprobar que las rutas por las cuales se pretende desplegar la red a partir del diseño inicial elaborado en Google Earth pueda ser reajustada con los menores cambios posibles y optimizar el tiempo de esta fase del proyecto.

El dimensionamiento de la red requiere que inicialmente se considere correctamente el número de habitantes, promedio de personas por familia e ISPs que ya trabajan en el sector para evitar entregar a la empresa información que pueda representar pérdidas económicas a mediano y largo plazo.

Los hilos de la fibra óptica que alimentan los distritos iniciales de la troncal principal pueden ser reutilizados más adelante cuando ya no transportan una señal de luz para crear y alimentar subdistritos de sectores con aumento poblacional para así optimizar recursos.

La asesoría técnica en el uso de los softwares permite la gestión de la red de forma ágil y contar con un entorno amigable para el administrador.

Realizar pruebas constantes de rendimiento sobre la red sobre todo cuando esta esté generando mayor escalabilidad, ya que así nos aseguramos de que la cantidad de megas contratadas sea la adecuada para ofrecer un servicio de internet eficiente y de calidad.

La monitorización de la red arroja datos más confiables cuando son tomados en un amplio período de tiempo, se puede obtener más información de posibles inconvenientes y su recurrencia en el tiempo como para asignarle un estatus de alta o baja prioridad de resolución.





# RECOMENDACIONES

## TRABAJOS FUTUROS

---

Realizar los diseños de más ramales principales con sus respectivos ramales secundarios para llegar a tener mayor cobertura sobre más sectores de la parroquia de Tumbaco y así cumplir con los valores del estudio de factibilidad y cobertura del ISP.

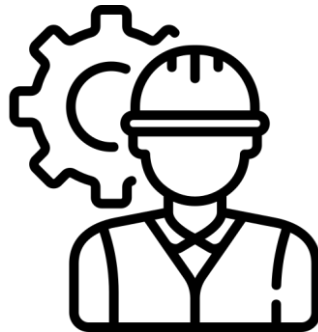
---

Levantar un enlace redundante entre la red de Radioenlace y la Red GPON FTTH, de esta manera si se sufre un corte en la fibra principal del proveedor se puede tener una redundancia que va a evitar que los abonados se queden sin servicio.

---



# GRACIAS



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA