

**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RED ESTRUCTURADO EN LA  
EMPRESA PROVEEDORA DE INTERNET TUVENTURA S.A. - SALINASNET”**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:  
**INGENIERA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**AUTORA:**

**GABRIELA SAONA VILLÓN**

**TUTOR:**

**Ing. Shendry Rosero Vásquez**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2015**

La Libertad, julio del 2015

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RED ESTRUCTURADO EN LA EMPRESA PROVEEDORA DE INTERNET TUVENTURA S.A.- SALINASNET**” elaborado por la estudiante GABRIELA ARACELY SAONA VILLÓN, egresada de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones, Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del Título de Ingeniera en Electrónica y Telecomunicaciones, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la Apruebo en todas sus partes.

**Atentamente**

---

**Ing. Shendry Rosero Vásquez**

**TUTOR**

## **CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA**

En mi calidad de Mg. En Docencia y Gerencia en Educación Superior de la especialidad de Lengua y Literatura, luego de haber revisado y corregido la tesis **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RED ESTRUCTURADO EN LA EMPRESA PROVEEDORA DE INTERNET TUVENTURA S.A. - SALINASNET”**, previa a la obtención del Título de INGENIERA EN ELECTRÓNICA, de la estudiante de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones, Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, SAONA VILLÓN GABRIELA ARACELY, certifico que está habilitada con el correcto manejo del lenguaje, claridad en la expresión, coherencia en los conceptos, adecuado empleo de la sinonimia, corrección ortográfica y gramatical.

Es cuanto puedo decir en honor a la verdad.

**La Libertad, julio del 2015**

**Dr. Oswaldo Castillo Beltrán .Mg**  
**MG. EN DOCENCIA Y GERENCIA EN EDUCACIÓN SUPERIOR**  
**Registro SENESCYT 1006-11-733293**  
**Cuarto Nivel**

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto en primer lugar a DIOS, por haberme dado salud y vida durante todo este tiempo.

A mis padres Milton y Melba por ser un pilar fundamental durante toda mi vida y brindarme su apoyo incondicional para poder alcanzar esta meta.

A mis amados hijos y esposo por su paciencia y confianza en mí en querer superarme por ellos.

A todos y a cada uno de ellos dedico este logro.

**Gabriela A. Saona Villón**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente a DIOS. Todopoderoso por haberme permitido culminar esta etapa de mi vida con mucha alegría, también agradezco a mis padres por brindarme su apoyo, a mi esposo por su ayuda incondicional y por darme ánimos y fuerzas cuando pensaba decaer.

A mi tutor Ing. Shendry Rosero por ser un apoyo importante durante la elaboración de este proyecto.

Y a toda mi familia en general que de una u otra forma estuvo inmersa durante todo este tiempo y ayudo para que esta meta fuera alcanzada.

**Gabriela A. Saona Villón**

## TRIBUNAL DE GRADO

---

Ing. Walter Orozco Iguasnia, MSc.  
**Decano de la Facultad**  
**Sistemas y Telecomunicaciones**

---

Ing. Washington Torres Guin, MSc.  
**Director de Carrera**  
**Electrónica y Telecomunicaciones**

---

Ing. Shendry Rosero Vásquez, MSc.  
**Profesor Tutor**

---

Ing. Freddy Soriano Rodríguez MSc.  
**Profesor Área**

---

Abg. Joe Espinoza Ayala  
**Secretario General**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
ESCUELA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RED ESTRUCTURADO EN LA  
EMPRESA PROVEEDORA DE INTERNET TUVENTURA S.A. - SALINASNET”**

**Autora:** Gabriela Aracely Saona Villón  
**Tutor:** Ing. Shendry Rosero Vásquez

## **RESUMEN**

El presente proyecto de investigación se desarrollará en la empresa proveedora de servicio de internet de valor agregado TUVENTURA S.A. - SalinasNet ubicada en el cantón La Libertad, Provincia de Santa Elena, se tiene como antecedente que la empresa antes mencionada realizaba los trabajos instalación de abonados de internet sin una planificación previa, se adquirían varios tipos de CPE (Equipo Local del Cliente) para clientes, se contaba con un router y un switch residencial, y algunos puntos de accesos que normalmente se usan para clientes, todo esto con el objetivo de iniciar actividades y bajar costos, con el número de clientes con los que se contaba se podía trabajar sin mayores problemas hasta ese momento. Una vez que la empresa empezó a ser conocida por el buen trato a los clientes, la asistencia técnica inmediata y otro factores, hicieron que el número de clientes creciera, de tal forma que la infraestructura que fue económica, buena y con el placer de servir, al inicio empezó a causar los primeros problemas técnicos como quejas de saturación de enlaces, problemas para controlar ancho de banda a los clientes, una cobertura limitada y caídas en el servicio por ataques en la red. Es por esto que la empresa TUVENTURA S.A. se ve en la necesidad de

la “Implementación de un sistema de red estructurado” que les dé una solución definitiva a los problemas presentados y un cambio de equipos de alta gama que soporte en el tiempo gran cantidad de flujo de datos y que la red sea lo más flexible posible. Para esto se realizó un estudio profundo de la red, para buscar la reutilización de equipos que funcionen correctamente y su reubicación en lugares donde sean mejor aprovechados; para esto se realizará la implementación de equipos servidores basados en RouterOS de Mikrotik por su alto rendimiento y bajo costo, para optimizar el acceso al internet de los clientes, implementar reglas de cortafuego para evitar ataques en la red y un control de ancho de banda optimizado; implementación de servidor caché de páginas dinámicas para el almacenamiento de videos y descargas para ahorrar recursos de internet; implementación de un servidor con sistema de control de red para el mejoramiento administrativo de clientes; se implementaran más repetidoras para abarcar la mayor cantidad de poblaciones, con la posibilidad de tener presencia en la mayor parte de parroquias y comunas de la zona norte de la provincia de Santa Elena y la zona urbana de los tres cantones, todo esto conllevará a que la empresa tenga una servicio eficaz y eficiente con una infraestructura de red sólida y flexible capaz de fortalecerse a medida que vaya creciendo en número de clientes y en flujo de datos, junto con el resultado económico que buscan los accionistas antes de la implementación.

# ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR .....	II
CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA .....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
TRIBUNAL DE GRADO .....	VI
RESUMEN.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1 .....	3
MARCO REFERENCIAL.....	3
1. MARCO REFERENCIAL.....	3
1.1. Identificación del problema .....	3
1.2. Justificación del tema .....	6
1.3. OBJETIVOS .....	9
1.3.1. Objetivo General.....	9
1.3.2. Objetivos específicos.....	9
1.4. Hipótesis .....	10
1.5. Resultados esperados.....	10
CAPÍTULO 2 .....	12
MARCO TEÓRICO .....	12
2. MARCO TEÓRICO .....	12
2.1. ANTECEDENTES .....	12
2.1.1. Históricos .....	13
2.1.2. Legales.....	14
2.2. BASES TEÓRICAS.....	16
2.2.1. Tecnología RouterOS de Mikrotik.....	16
2.2.2. Características principales.....	16

2.2.3.	Características del RouterOS.....	17
2.2.4.	Interfaces del RouterOS.....	17
2.2.5.	Herramientas de manejo de red .....	18
2.3.	Tipos de redes .....	19
2.4.	Modelo OSI .....	23
2.5.	Protocolo TCP/IP.....	24
2.6.	Medios Guiados.....	25
2.7.	Medios No Guiados .....	28
2.8.	Direccionamiento.....	30
2.9.	Elementos de una red .....	31
2.9.1.	Router.....	31
2.9.2.	Switch.....	33
2.9.3.	Servidores .....	34
2.9.4.	Puntos de acceso.....	35
2.9.5.	Equipos CPE (Equipo local del cliente) .....	36
2.10.	VARIABLES .....	37
2.10.1.	Variable independiente (causa) .....	37
2.10.2.	Variable dependiente (efecto) .....	37
2.11.	Métodos e instrumentos de investigación .....	37
2.11.1.	Tipo de investigación .....	37
2.11.2.	Métodos, técnicas y fuentes .....	38
2.11.3.	Fuente de información.....	38
2.11.4.	Tipo de estudio .....	39
2.11.5.	Procedimiento de la investigación .....	40
2.12.	TÉRMINOS BÁSICOS.....	41
CAPÍTULO 3 .....		44
ANÁLISIS .....		44
3.	ANÁLISIS.....	44
3.1.	Diagrama del proceso .....	45
3.1.1.	Descripción funcional de los procesos.....	45

3.2.	Identificación de los requerimientos .....	48
3.3.	Análisis del sistema .....	49
3.3.1.	Viabilidad técnica.....	49
3.3.2.	Viabilidad RR.HH. ....	55
3.3.3.	Viabilidad económica.....	56
3.4.	Análisis Económico.....	60
CAPÍTULO 4 .....		63
DISEÑO .....		63
4.	DISEÑO .....	63
4.1.	Arquitectura de la solución.....	64
4.1.1.	Desarrollo de la solución.....	66
4.2.	Diseño de la Red.....	68
4.2.1.	Diseño lógico.....	68
4.2.2.	Diagrama específico de enlaces multipunto .....	69
4.3.	Diseño físico.....	75
4.3.1.	Configuración optimizada del Router Core .....	75
4.3.2.	Configuración optimizada de puntos de acceso (PTP Y PTMP) .....	78
4.4.	Configuración de la herramienta Graphing para los puntos de acceso.....	80
4.4.1.	/Tool/Graphing/ .....	81
4.4.2.	Graphing general de la red por interfaces.....	83
4.4.3.	Graphing general de la red por Puntos de Acceso .....	85
4.4.4.	Re direccionamiento de clientes cámaras.....	85
4.5.	Sistema de colas simples.....	87
CAPÍTULO 5 .....		89
IMPLEMENTACIÓN.....		89
5.	IMPLEMENTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	89
5.1.	Activación del servidor Thundercaché.....	90
5.2.	Configuración de la herramienta Netwatch .....	96
5.3.	Servidor Mikrowisp.....	98
5.4.	Instalación de repetidoras.....	100

5.5. Instalación de clientes .....	102
5.6. Pruebas.....	104
5.7. Cálculo de desempeño del enlace .....	113
5.8. Documentación.....	116
5.9. Demostración de hipótesis.....	116
CONCLUSIONES.....	117
RECOMENDACIONES .....	119
BIBLIOGRAFÍA.....	121
ANEXOS.....	122

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Red de área local (LAN).....	20
Figura 2.2: Red de área local inalámbrica (WLAN) .....	21
Figura 2.3: Red de área metropolitana (MAN) .....	22
Figura 2.4: Red de área extensa (WAN) .....	23
Figura 2.5: Niveles del modelo OSI.....	24
Figura 2.6: Niveles del protocolo TCP/IP .....	25
Figura 2.7: Cable UTP.....	26
Figura 2.8: Normas de ponchado .....	26
Figura 2.9: Partes cable coaxial.....	27
Figura 2.10: Partes de la fibra óptica .....	27
Figura 2.11: Onda terrestre .....	28
Figura 2.12: Microondas .....	29
Figura 2.13: Ondas de radio.....	30
Figura 2.14: Ip clases – Redes privadas .....	31
Figura 2.15: Ondas de radio.....	32
Figura 2.16: Router central .....	32
Figura 2.17: Switch central .....	33
Figura 2.18: Switch de borde .....	34
Figura 2.19: Servidores .....	35
Figura 2.20: Enlace punto a punto .....	36
Figura 2.21: Enlace punto a punto .....	36
Figura 3.1: Diagrama de Proceso General .....	45
Figura 3.2: Servidor caché – Thundercaché.....	53
Figura 3.3: Certificado en MikroTik Certified Network Associate .....	55
Figura 3.4: Certificado en MikroTik Certified Routing Engineer.....	55
Figura 4.1: Diagrama de bloques de la red.....	64
Figura 4.2: Estructura de red principal – La Libertad (Antes) .....	65
Figura 4.3: Estructura de red enlaces PTP (Antes) .....	65
Figura 4.4: Estructura lógica de red principal (Actualmente) .....	68
Figura 4.5: Estructura actual de red principal – La Libertad.....	69
Figura 4.6: Enlace PTMP repetidora La Libertad.....	70
Figura 4.7: Enlace PTMP repetidora San Vicente .....	70
Figura 4.8: Enlace PTMP repetidora Salinas - Goleta .....	71
Figura 4.9: Enlace PTMP repetidora Salinas – El Capitán.....	71
Figura 4.10: Enlace PTMP repetidora Salinas - Palmeras .....	72
Figura 4.11: Enlace PTMP repetidora Santa Elena.....	72
Figura 4.12: Enlace PTMP repetidora Real Alto .....	73

Figura 4.13: Enlace PTMP repetidora Ayangue - Jambelí - Barbascal .....	73
Figura 4.14: Enlaces PTMP repetidora Valdivia – Sinchal - Manglaralto.....	74
Figura 4.15: Enlace PTMP repetidora Anconcito .....	74
Figura 4.16: Versión Router Core (Antes).....	75
Figura 4.17: Cargando el paquete con la nueva versión .....	75
Figura 4.18: Re inicialización del Router Core .....	76
Figura 4.19: Router Core con la versión y firmware actual .....	76
Figura 4.20: Usuarios del Router Core .....	77
Figura 4.21: Configuración actual de equipo en Ubiquiti - Main .....	79
Figura 4.22: Configuración actual de equipo en Ubiquiti - Services .....	79
Figura 4.23: Configuración actual de equipo en Mikrotik.....	80
Figura 4.24: Configuración en el Queues.....	81
Figura 4.25: Configuración en el Queues Rule .....	82
Figura 4.26: Resultado de la configuración de la herramienta Netwacht.....	82
Figura 4.27: Gráfico de la interfaz WAN de Router Core .....	83
Figura 4.28: Gráfico de la interfaz LAN de Router Core.....	84
Figura 4.29: Gráfico del servidor Thundercaché .....	84
Figura 4.30: Gráfico de los Puntos de acceso .....	85
Figura 4.31: Reglas de Firewall .....	86
Figura 4.32: Redireccionamiento de los clientes .....	86
Figura 4.33: Clientes con su respectiva redirección .....	87
Figura 4.34: Configuración de Simple Queues.....	88
Figura 5.1: Redirección de tráfico.....	90
Figura 5.2: Redirección de tráfico.....	90
Figura 5.3: Regla de mangle - General .....	91
Figura 5.4: Regla de Mangle - Advanced.....	91
Figura 5.5: Regla de Mangle - Action.....	92
Figura 5.6: Segunda regla de Mangle.....	92
Figura 5.7: Configuración de QoS del servidor Cache.....	92
Figura 5.8: Regla de Mangle – DSCP (TOS).....	93
Figura 5.9: Pantalla de inicio del Sistema Operativo.....	93
Figura 5.10: Simple Queues.....	94
Figura 5.11: Simple Queues - Advanced.....	95
Figura 5.12: Queues Type .....	95
Figura 5.13: Queues Tree.....	96
Figura 5.14: Simple Queues.....	97
Figura 5.15: Herramienta Netwatch - Up.....	97
Figura 5.16: Herramienta Netwatch - Down.....	98
Figura 5.17: Midiendo los tiempos de respuesta del servidor Mikrowisp .....	98
Figura 5.18: Servidor Mikrowisp .....	99
Figura 5.19: Red física principal de SalinasNet .....	100

Figura 5.20: Repetidora San Vicente .....	101
Figura 5.21: Ubicación y conexión de equipos para la repetidora .....	101
Figura 5.22: Ubicación de equipos en repetidora .....	102
Figura 5.23: Ubicación del equipo CPE.....	103
Figura 5.24: Agregando nuevo cliente .....	103
Figura 5.25: Selección del plan y otros.....	104
Figura 5.26: Control de ancho de banda en los clientes.....	105
Figura 5.27: Envío de notificaciones .....	106
Figura 5.28: Selección del Nodo y cliente .....	107
Figura 5.29: Listado de clientes aviso en pantalla .....	107
Figura 5.30: Resultado de aviso en pantalla.....	108
Figura 5.31: Listado de clientes activos.....	108
Figura 5.32: Listado de clientes suspendidos.....	109
Figura 5.33: Resultado de cliente suspendido .....	109
Figura 5.34: Servidor cache en funcionamiento.....	110
Figura 5.35: Interfaces activas en el Router Core .....	111
Figura 5.36: Características de la antena Dish RD-5G34 .....	115
Figura 5.37: Gráficos de radiación de la antena .....	116

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3.1:</b> Hardware para la implementación .....	50
<b>Tabla 3.2:</b> Hardware servidor para cache.....	53
<b>Tabla 3.3:</b> Hardware servidor para administrador de clientes.....	54
<b>Tabla 3.4:</b> Software para el desarrollo del proyecto .....	54
<b>Tabla 3.5:</b> Costos de suministros.....	56
<b>Tabla 3.6:</b> Costos de certificaciones.....	56
<b>Tabla 3.7:</b> Costos de software.....	57
<b>Tabla 3.8:</b> Costos Total del desarrollo.....	57
<b>Tabla 3.9:</b> Costos de hardware red La Libertad .....	57
<b>Tabla 3.10:</b> Costos de hardware red Valdivia .....	58
<b>Tabla 3.11:</b> Costos de enlaces PTP .....	58
<b>Tabla 3.12:</b> Costos de enlaces PTMP.....	58
<b>Tabla 3.13:</b> Costos Total de la Implementación .....	59
<b>Tabla 3.14:</b> Costos Total de desarrollo e Implementación.....	59
<b>Tabla 4.1:</b> Segmentos de Ips de la red .....	77
<b>Tabla 4.2:</b> Puertos del Router Core.....	78
<b>Tabla 5.1:</b> Interfaces Router core .....	110
<b>Tabla 5.2:</b> Detalle de enlaces Punto a Punto – La Libertad .....	112
<b>Tabla 5.3:</b> Detalle de enlaces Multipunto.....	113

# INTRODUCCIÓN

Uno de los principales intereses de la empresa Tuventura S.A. – SalinasNet es brindar un servicio eficiente y de calidad, para esto se necesita realizar varios cambios en la estructura de la red y por ende estar a la vanguardia de la tecnología con equipamiento eficaz y robusto, es por eso que se plantea la implementación de este proyecto; efectuando diseños de los diagramas de red, configuraciones avanzadas en los equipos existentes y nuevos, adecuación de un sistema de ahorro de consumo de ancho de banda y un sistema de administración para clientes.

El valor que tiene este proyecto de implementación es muy importante para pequeñas empresas que quieran incursionar en el mundo de los proveedores de internet; y también para estudiantes que quieran realizar pruebas de laboratorio simulando un sistema de red bien estructurado con esta tecnología como lo es RouterOS de Mikrotik. Por lo tanto es importante la implementación de este sistema de red para poder brindar un servicio de muy buena calidad al alcance de todos.

En el **Capítulo I**, del siguiente proyecto se detallan la problemática que enfrenta la empresa, en cuanto a cobertura, enlaces inestables, administración de clientes y ahorro en el consumo de ancho de banda.

En el **Capítulo II**, presentan todos los conceptos necesarios para la implementación de una red, sin ellos no se podría entender la lógica del proyecto.

En el **Capítulo III**, abarca el análisis de cada uno de los requerimientos de hardware y software para la implementación de la red, sus características técnicas y económicas, las cuales nos permitirán realizar un diseño de la red que cumpla con los objetivos establecidos.

En el **Capítulo IV**, se presentan cada uno de los diseños lógico y físico, en el diseño lógico se especifica el diagrama de red general, luego el diagrama de los enlaces punto a punto y multipuntos los cuales darán la cobertura a las localidades que requieran el servicio, en el diseño físico detalla las configuraciones adecuadas para los servidores Thundercaché y Mikrowisp, implementación de la herramienta Graphing para llevar el monitoreo de consumo de todos los equipos que intervienen en la red, re direccionamiento de clientes cámaras y sistema de Simple Queues (Colas simples).

En el **Capítulo V**, se muestra las evidencias graficas de la implementación, detallando cada uno de los pasos que se realizó para el armado de la red, enlaces físicos detallando cada una de las partes que intervienen en la misma, las pruebas realizadas y verificación del correcto funcionamiento de la red.

# **CAPÍTULO 1**

## **MARCO REFERENCIAL**

### **1. MARCO REFERENCIAL**

En este capítulo se describe la identificación del problema, la situación actual de la empresa; así como los objetivos, la hipótesis y los resultados esperados con la implementación de este proyecto.

#### **1.1. Identificación del problema**

El internet se ha constituido como uno de los servicios de mayor importancia y de muy alto crecimiento en el mundo; y la provincia de Santa Elena, no es una excepción tanto es el incremento en este sector

que las compañías de telefonía celular ofrecen este servicio en Smartphone, tablets, entre otros; otras compañías como la Corporación Nacional de Telecomunicaciones ha incursionado en este mercado y otras empresas con mucho tiempo en el mercado incrementan a diario el número de abonados de este servicio.

Las nuevas tecnologías propician la necesidad de los clientes o abonados de obtener cada día un mejor servicio en la que los proveedores no se pueden permitir palabras tales como “No tenemos cobertura”, “No tenemos equipamiento”, “No contamos con personal suficiente” o atenerse a un plazo muy extenso de instalación del servicio entre otros. Es así que todas las empresas invierten gran cantidad de tiempo y dinero en tratar de buscar una solución a problemas inherentes a las necesidades de los clientes, en mucho de los casos, poco eficiente y con un alto precio.

Normalmente las empresas recién creadas o con gran trayectoria pero que inician actividades en un nuevo mercado, tienen más ventajas que las que ya vienen trabajando varios años, presentan una ventaja frente a la segunda, para éstas todo es nuevo y todo se puede crear desde cero, pero es importante recalcar que esta ventaja puede conllevar a problemas y errores en la implementación; en las empresas recién creadas el pensar que por ser nuevos en el mercado todo va a ser fácil o la idea de equipos, infraestructura de red y administración técnica es lo mismo en teoría que en la práctica. En las empresas con trayectoria, en mercados nuevos el pensar que una zona es igual que otra, tales como geografía, costumbres e ideologías, factor económico y recursos humanos.

Dada toda la problemática expuesta tanto en empresas nuevas como de trayectoria se destacan varias preguntas entre ellas: ¿Dónde ubicar nodos y repetidoras? ¿Qué tipo de medios guiados y no guiados usar? ¿Cómo aprovechar al máximo los recursos de red a distribuir? ¿Cómo controlar toda la infraestructura red de la empresa hacia los clientes? Y ¿Cómo establecer políticas de seguridad en la infraestructura red desde y hacia los clientes?

SalinasNet es una empresa de provisión de servicio de internet en el cantón La Libertad, que inicio actividades recientemente en la provincia de Santa Elena, y el reto de ésta de crear una red tecnológicamente eficiente y económica; había iniciado tratando de promover todo un proceso para lograr posicionarse en el mercado de la Provincia de Santa Elena y competir codo a codo con las empresas proveedoras de internet radicadas varios años en la provincia.

La característica de la provincia de Santa Elena es la gran cantidad de parroquias y comunas alejadas del área urbana comprendida entre los tres cantones Salinas, La Libertad y Santa Elena, y en la que todas estas poblaciones representan un gran porcentaje de la población de la provincia y donde justamente nace una nueva interrogante ¿Cómo llegar a estas poblaciones alejadas?

La principal deficiencia que existe entre las empresas proveedoras de servicios de Internet y sus cliente es la poca interactividad que existe entre ambas partes, y en aquellas empresas donde se ha tratado de solucionar esta problemática ha llevado a incurrir en elevados costos en capacitación y contratación adicional de personal para atender los requerimientos de los clientes, es por esta razón que se plantea otra

interrogante: ¿Cómo establecer una comunicación adecuada entre clientes y proveedor a un bajo costo?

Y por último es importante recalcar que nosotros, Las y los estudiantes de Electrónica y Telecomunicaciones estamos llamados a buscar o a encontrar soluciones a las problemáticas que se presentan en las redes informáticas o llamadas también Telecomunicaciones es por esta razón que planteó este proyecto de implementación.

## **1.2. Justificación del tema**

Las empresas dedicadas al servicio de provisión de internet enfrentan en la actualidad un número considerable de retos que van desde, el personal con el que cuenta, la inversión para nuevas tecnologías, propuestas para una logística integral de nodos, la competencia, el tipo de frecuencia en el que se puede y en el que se tiene que trabajar, entre otros.

La implementación de un sistema de red estructurado abarca una gran cantidad de métodos y soluciones integrales para mejorar la calidad de servicio que se presta a los clientes, por esta razón para la justificación de este proyecto se plantea lo siguiente:

La geografía propia de La Libertad, Santa Elena y Salinas hacen que en muchos lugares el acceso inalámbrico hacia el internet sea de baja calidad, por esta razón la implementación de una logística integral plantearía la ubicación estratégica de repetidoras en distintos puntos de la provincia y en el número necesarios para abarcar lo más cercano al cien por ciento de cobertura total.

La inseguridad lógica (ataques SSH, fuerza bruta, denegación de servicio, etc.) propia de las redes tanto locales como desde el Internet afectan el normal desempeño del servicio que prestan los ISP a los clientes, afectando la calidad del mismo propiciándose muchas quejas, por esta razón un robusto cortafuegos con reglas establecidas y basado en RouterOS de Mikrotik es la solución más idónea en el que su alto desempeño y su bajo costo en frecuencia 2,4 y 5,8 GHz lo hacen la alternativa más apropiada.

La falta de un eficiente control de ancho de banda en el que aunque se comparta el internet entre varios clientes, no se vea afectado el servicio es uno de los más grandes retos que existen en las empresas proveedoras de internet para clientes residenciales la solución más idónea a este problema es la implementación de árboles de cola del cual el sistema RouterOS de Mikrotik es el propietario.

El ancho de banda es el recurso máspreciado con el que cuenta las empresas proveedoras de Internet y aunque se cuente con un eficiente control del mismo en la mayoría de las ocasiones la afluencia de clientes conectados al mismo tiempo absorben con gran rapidez todo este recurso, afectando la calidad de servicio; es así que implementar un servidor caché es la mejor solución para maximizar el ancho de banda.

La interferencia que hay en el espectro, ocasionada por equipos de otras redes en las mismas frecuencias tanto en 5.8 GHz como en 2.4 Ghz. Requieren la convergencia entre dos marcas las más reconocidas a nivel mundial RouterOS de Mikrotik y Ubiquiti Inc, estas

dos empresas y los equipos que proveen con sistema operativo inalámbrico ofrecen la gama más amplia de canales no licenciados, y por otra parte Mikrotik maneja protocolos Wireless como Nstreme el cual permite extender el rango de cobertura y la velocidad de los radios, Nstreme2 (dual) el cual utiliza 2 tarjetas de radio una para transmisión y otra para recepción con lo cual se puede duplicar la capacidad de ancho de banda, con estos protocolos las interferencias de los otros proveedores no van a ser problema para estos enlaces.

La mayoría de ISP's en la provincia de Santa Elena concentran todos sus recursos y tecnología abarcando la parte urbana de la provincia olvidando un sector poco explotado y de mucho potencial como son las zonas rurales, muchas veces se evitan de invertir en estas localidades debido al gran esfuerzo, dedicación y elevado costo de equipos que lleguen con una calidad de señal optima, una solución a esto es la implementación de repetidoras estratégicamente ubicadas y equipos punto a punto de la marca Mikrotik de un costo moderado y de un alto desempeño.

La propuesta para la implementación de un sistema de red estructurado y eficiente no debería ser tema de discusión económica si se plantean soluciones justas y necesarias con equipamiento alternativo de bajo costo y de muy alto desempeño acorde con la actual situación tecnológica que propone a los ISP's soluciones integrales para todo el entorno en el cual se desempeña

## 1.3.OBJETIVOS

### 1.3.1. Objetivo General

Implementar un sistema de red estructurado para establecer un manejo y control eficiente de servidores, clientes, enlaces inalámbricos y ancho de banda basado en RouterOS de Mikrotik para la empresa proveedora de internet Tuventura S.A.- SalinasNet.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Sustentar las bases teóricas para la implementación de un sistema de red estructurado a aplicarse en la empresa SalinasNet.
- Establecer un diseño de red de ubicación de repetidores.
- Plantear requerimiento de equipos punto a punto y bases inalámbricas punto multipunto.
- Realizar configuraciones avanzadas del sistema operativo de gestión de la red basado en RouterOS Mikrotik.
- Realizar configuración optimizada de puntos de acceso y equipos clientes
- Implementar un servidor caché para páginas que propagan videos dinámicos.
- Re direccionamiento de cámaras y backcup
- Implementación del sistema de monitoreo de la red
- Habilitar y configurar el servidor SMTP (**Simple Mail Transfer Protocol**) para envío de correo de sucesos
- Sugerir la mejor opción de equipos clientes (CPE) en diferentes marcas y modelos basados en pruebas de campo.

#### **1.4. Hipótesis**

Con la implementación de un sistema de red estructurado se podrá establecer un manejo y control eficiente de servidores, clientes, redes y ancho de banda en la empresa Tuventura S.A. – SalinasNet, obteniendo mejor rendimiento y eficacia debido a que esta tecnología cuenta con su propio hardware con sistema operativo vinculado; adicionalmente cuenta con protocolos Wireless como Nstreme y Nv2 tanto en frecuencias 5,8 GHz y 2,4 GHz dando así enlaces a bajo costos y de alto desempeño.

#### **1.5. Resultados esperados**

El presente proyecto me permitirá ampliar mis conocimientos sobre la administración y gestión en redes para ISP, y de esta manera dirigirlo e implementarlo en la empresa SalinasNet, en donde se investigará y aplicará lo siguiente:

- Con la implementación de este proyecto se espera obtener una gran eficiencia en la gestión de red, así como en el servicio que se pretende dar a los clientes sustentando esta información en características técnicas de los equipos y software propuestos.
- Con la propuesta de una logística de ubicación de nodos y repetidoras en toda el área geográfica en donde se está desarrollando la empresa, se logrará obtener una mayor cobertura con menos interferencia y mayor calidad de acceso al internet.

- Reorganizando y configurando las bases punto multipunto a la medida de las necesidades, se logrará una mayor cobertura brindando un mejor servicio inalámbrico a cada CPE cliente.
- Con la adquisición de equipos punto a punto de alto desempeño donde estos se requieran y donde aún no estén considerados, se logrará unificar las repetidoras con altos niveles de señal y calidad de servicio (CCQ) garantizando gran transmisión de datos.
- Implementando un servidor cache para páginas dinámicas con capacidad de almacenamiento de 8TB. Se logrará maximizar el rendimiento del ancho de banda, logrando que los clientes accedan a sus páginas y videos dinámicos favoritos, y a la vez ahorrando a la empresa entre un 40 y 60% de este recurso.
- Con el análisis e implementación de un servidor para control y monitoreo de la red se logrará llevar un control más eficiente y eficaz en cuanto a la comunicación entre el cliente y la parte técnica de la empresa, así como verificación de consumo, tráfico y mensajes de parte del departamento de cobranzas.
- Realizando la habilitación del servidor SMTP se podrá tener información inmediata de algún suceso ocurrido, ya sea con los puntos de acceso PTP (punto a punto), PTMP (punto multipunto) y servidores centrales.

# **CAPÍTULO 2**

## **MARCO TEÓRICO**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

SalinasNet, no ha realizado ningún estudio de este tipo, a pesar de que la empresa tiene 3 años como Proveedor de servicios de internet; por cuanto se considera de mucha importancia la implementación de un sistema de red estructurado, toda empresa de telecomunicaciones debe contar con un sistema que provea de información ordenada y sistemática sobre el manejo de sus recursos, calidad de servicio y procedimientos de implementación,

ya sea en la parte técnica y administrativa, que son necesarios para la ejecución del trabajo que se desarrolla.

### **2.1.1. Históricos**

Di Rienzo Víctor, Pica Gustavo y Roche, Emilio (2008) en su informe de tesis, cuyo objetivo general es “Implementación de una red para la empresa Royal Tech” en la investigación realizada por los autores se encontró que en los últimos dos años la empresa creció abruptamente, paso de tener 200 puestos de trabajo a 600 puestos de trabajo; lo cual acarreo una serie de problemas estructurales a nivel informático.<sup>1</sup>

El aporte que proporciona este trabajo de investigación nos hace notar la importancia de contar con un sistema de red estructurado que les permita a las empresas de telecomunicaciones, dirigir y cumplir sus actividades en forma eficiente y eficaz, resultando este sistema de vital importancia para los ISP's, puesto que además de permitir realizar y desarrollar sus actividades de una manera efectiva y sistemática, ayudará a los directivos a la hora de tomar decisiones y como se ha manifestado anteriormente, uno de los problemas que tiene actualmente la empresa es justamente eso, que las actividades se desarrollan de acuerdo a sus propios criterios.

Realizando estas consideraciones se concluye que las telecomunicaciones se fundamentan en la necesidad de contar con

---

<sup>1</sup> Di Rienzo, Pica y Roche (2008)

equipamiento adecuado, oportuno y completo, con capacidad de rendimiento máximo que demuestren la calidad de servicio ofrecido por una empresa.

### **2.1.2. Legales**

#### **Constitución del Ecuador**

Art. 16.- Todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho a:

...

2. El acceso universal a las tecnologías de información y comunicación.

3. La creación de medios de comunicación social, y al acceso en igualdad de condiciones al uso de las frecuencias del espectro radioeléctrico para la gestión de estaciones de radio y televisión públicas, privadas y comunitarias, y a bandas libres para la explotación de redes inalámbricas.

...

Art. 17.- El Estado fomentará la pluralidad y la diversidad en la comunicación, y al efecto:

1. Garantizará la asignación, a través de métodos transparentes y en igualdad de condiciones, de las frecuencias del espectro radioeléctrico, para la gestión de estaciones de radio y televisión públicas, privadas y comunitarias, así como el acceso a bandas libres para la explotación de redes inalámbricas, y precautelará que en su utilización prevalezca el interés colectivo.

2. Facilitará la creación y el fortalecimiento de medios de comunicación públicos, privados y comunitarios, así como el acceso universal a las

tecnologías de información y comunicación en especial para las personas y colectividades que carezcan de dicho acceso o lo tengan de forma limitada.

3. No permitirá el oligopolio o monopolio, directo ni indirecto, de la propiedad de los medios de comunicación y del uso de las frecuencias.

2

### **Plan Nacional de Frecuencias**

En el Plan Nacional de Frecuencias, se define los usos de las bandas de frecuencia en mención:

5.150 Las bandas: 2 400-2 500 MHz (frecuencia central 2 450 MHz), 5725-5 875 MHz (frecuencia central 5 800 MHz)...

Están designadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM). Los servicios de radiocomunicación que funcionan en estas bandas deben aceptar la interferencia perjudicial resultante de estas aplicaciones. Los equipos ICM que funcionen en estas bandas estarán sujetos a las disposiciones del número 15.13

EQA.90 En las bandas 902 – 928 MHz, 2 400 – 2 483,5 MHz, 5 150 – 5 350 MHz y 5470 –5 725 MHz, también operan sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha sin protección contra interferencias perjudiciales.

En la banda 5 725 – 5 850 MHz también operan sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha y enlaces de Radiodifusión que utilizan Spread Spectrum sin protección contra interferencias perjudiciales. <sup>3</sup>

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

A continuación se detalla una descripción breve de los puntos específicos que tenemos que tener para entender y poder realizar una solución al problema planteado en el capítulo anterior.

### **2.2.1. Tecnología RouterOS de Mikrotik**

La red que se va a implementar estará basada y controlada por RouterOS de Mikrotik tanto en software como en hardware, estos equipos nos brindan mayor seguridad y flexibilidad a la hora de configurarlos; y lo más importante a un bajo costo.

RouterOS es un sistema operativo que se puede instalar en un PC y lo convertirá en un router con todas las características necesarias, de enrutamiento, firewall, gestión de ancho de banda, de punto de acceso inalámbrico, enlace backhaul, gateway hotspot, servidor VPN y más. <sup>4</sup>

### **2.2.2. Características principales**

- El Sistema Operativo es basado en el Kernel de Linux y es muy estable.

---

<sup>3</sup> Plan Nacional de frecuencias, 2014

<sup>4</sup> <http://www.mikrotik.com/software>

- Puede ejecutarse desde discos IDE o módulos de memoria flash.
- Diseño modular
- Módulos actualizables
- Interfaz gráfica amigable

### **2.2.3. Características del RouterOS**

- Filtrado de paquetes por:
  - Origen, IP de destino.
  - Protocolos, puertos.
  - Contenidos (seguimiento de conexiones P2P).
- Puede detectar ataques de denegación de servicio (DoS)
- Permite solamente cierto número de paquetes por periodo de tiempo.

### **2.2.4. Interfaces del RouterOS**

Módulos Ethernet, fibra SFP, tarjetas de inalámbricas para ampliar el funcionamiento de dispositivos RouterBOARD y PCs con RouterOS.

- Ethernet 10/100/1000 Mbit.
- Inalámbrica (Atheros, Prism, CISCO/Airones)
- Punto de acceso o modo estación/cliente, WDS.
- Síncronas: V35, E1, Frame Relay.
- Asíncronas: Onboard serial, 8-port PCI.
- ISDN
- Xdsl
- Virtual LAN (VLAN)

### **2.2.5. Herramientas de manejo de red**

- Ping, traceroute
- Medidor de ancho de banda
- Contabilización de tráfico
- SNMP
- Torch
- Sniffer de paquetes

Al instalarlo en una PC esta se convierte en un router, lo que permite funciones como firewall, VPN Server y Cliente, Gestor de ancho de banda, QoS, punto de acceso inalámbrico y otras características comúnmente utilizado para el enrutamiento y la conexión de redes. Existe un software llamado Winbox que ofrece una sofisticada interfaz gráfica para el sistema operativo RouterOS, es un binario de win32 pero se puede ejecutar en Linux y Mac OSX usando wine. El software también permite conexiones a través de FTP y Telnet, SSH y acceso shell.

El RouterOS implementa funcionalidades que los ISP de tamaño medio-grande pueden usar, como por ejemplo OSPF, BGP ó VPLS/MPLS.

Entendido como un todo-en-uno, RouterOS es un sistema versátil, con un soporte técnico muy bueno por parte de Mikrotik, tanto a través de un foro como de una wiki, proporcionando una amplia variedad de ejemplos de configuración.

Este software soporta virtualmente todos las interfaces de red que el kernel de Linux 2.6.16 soporta, exceptuando los inalámbricos. En este caso, solo los chipset de Atheros y PRISM están soportados

### **2.3. Tipos de redes**

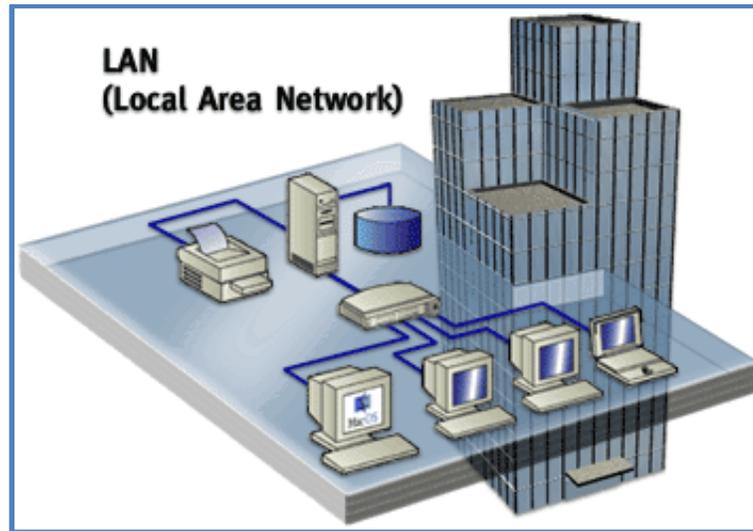
Las redes privadas pueden diferenciarse en diferentes tipos; según su tamaño (según la cantidad de usuarios conectados a ella), la velocidad de transferencia y su alcance.

A continuación se describen las categorías de redes:

- Redes LAN (Red de área local)
- Redes WLAN (Red de área local inalámbrica)
- Redes MAN
- Redes WMAN

#### **Redes de área local (LAN)**

“La red LAN (del inglés Local Área Network) es aquella que tiene cerca sus computadoras, ya sea en la misma habitación, en diferentes pisos o en edificios cercanos de una misma ciudad. Estas redes poseen gran velocidad en las comunicaciones porque no tienen problemas de interferencias. El cableado que interconecta las computadoras de la red tiene uso privado, por ende, no se comparte. Esto significa que es utilizado sólo por las máquinas que conforman la LAN”. (Mosquera, 2008)



**Figura 2.1: Red de área local (LAN)**

Fuente: [facilprograma.com](http://facilprograma.com)

### **Redes de área local inalámbrica (LAN inalámbricas o WLAN)**

Una red de área local inalámbrica, también conocida como WLAN (del inglés Wireless local area network), es un sistema de comunicación inalámbrico flexible, muy utilizado como alternativa a las redes de área local cableadas o como extensión de éstas. Usan tecnologías de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas. Estas redes van adquiriendo importancia en muchos campos, como almacenes o para manufactura, en los que se transmite la información en tiempo real a una terminal central. También son muy populares en los night-clubs para compartir el acceso a Internet entre varias computadoras. (Palacios, 2012)

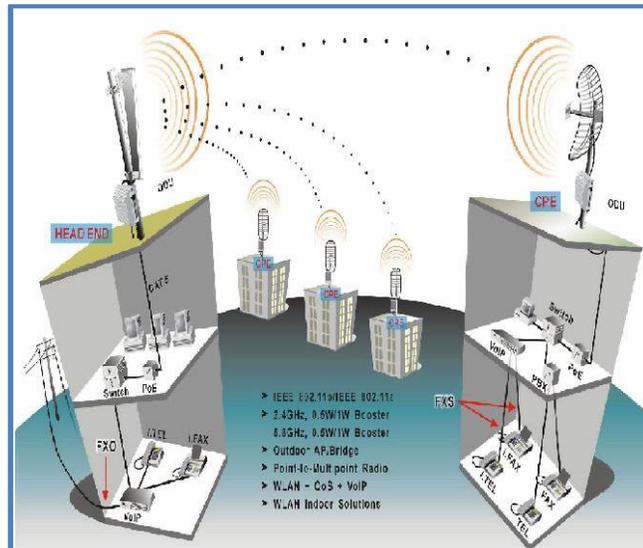


**Figura 2.2: Red de área local inalámbrica (WLAN)**

Fuente: blogspot.com

### **Red de área metropolitana (MAN)**

Una **MAN** (Metropolitan Área Network) conecta diversas LAN cercanas geográficamente (en un área de alrededor de 50 kilómetros) entre sí a alta velocidad. Por lo tanto, una MAN permite que dos nodos remotos se comuniquen como si fueran parte de la misma red de área local. (Marte, Esterling Beltre, 2013)



**Figura 2.3: Red de área metropolitana (MAN)**

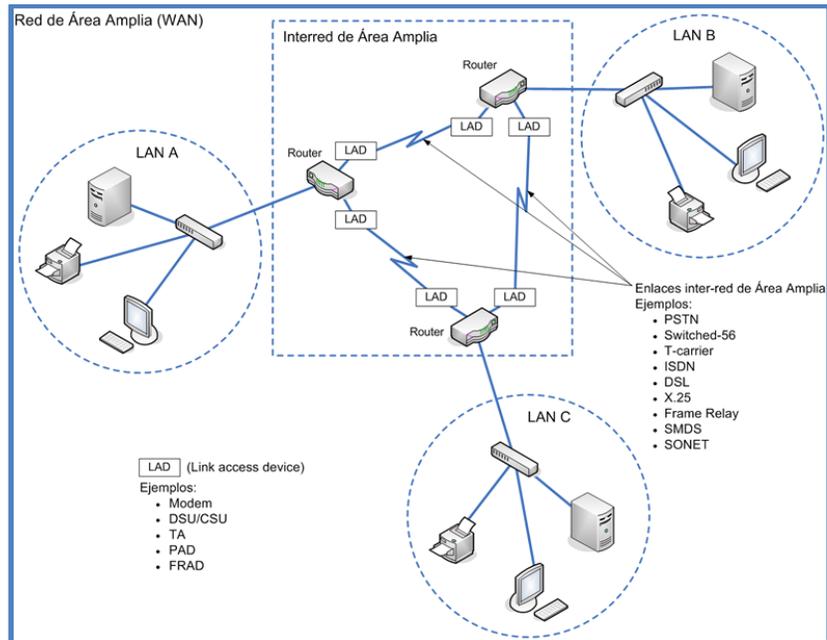
Fuente: domotelsa.com

### Redes de área extensa (WAN)

Las redes WAN (Wide Área Network) son aquellas que tienen ubicadas las computadoras en lugares muy distantes. Las máquinas pueden encontrarse de a grupos, ubicadas en diferentes continentes, países, provincias, ciudades o edificios muy separados dentro de una misma zona.

Estas redes tienen menor velocidad en las comunicaciones porque tienen mayores problemas de interferencias. La razón es que las WAN pueden lograr distancias grandes a costa de velocidades de transmisión bajas. En la actualidad, las velocidades de transmisión superan los 30 Kbps (Kilobits por segundo; 1 KB = 1000 bits), y pueden llegar a varios Mbps; todo depende de la tecnología usada al momento de realizar la instalación de la red.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> <http://karen18info.blogspot.com/2010/04/unidad-ii.html>



**Figura 2.4: Red de área extensa (WAN)**

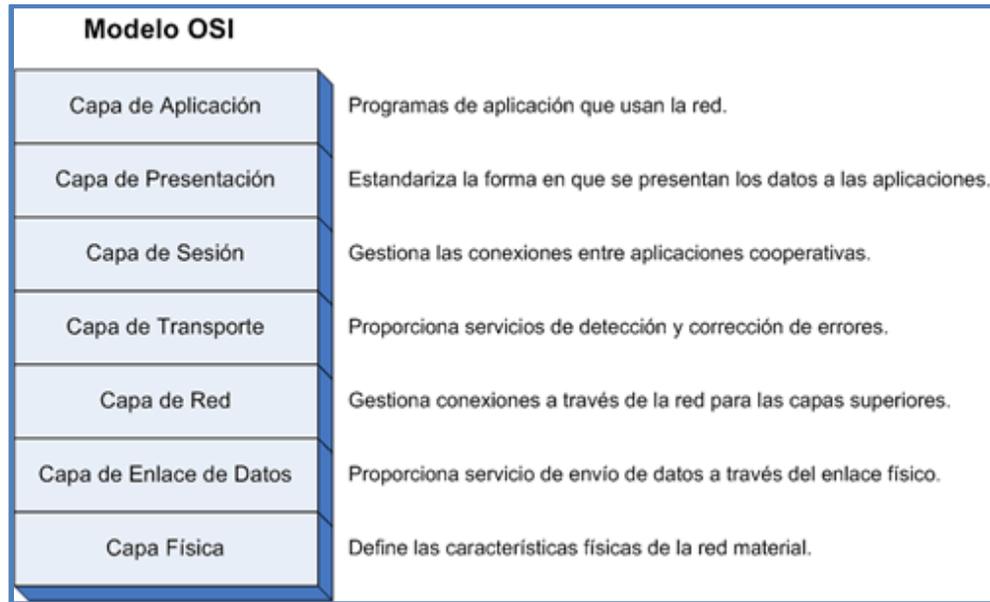
Fuente: textoscientificos.com

## 2.4. Modelo OSI

El modelo de interconexión de sistemas abiertos es muy importante para el conocimiento general de redes, de este modelo se basan los demás modelos.

Este modelo desarrollado en 1984 por la Organización Internacional de Estándares (ISO), una federación global de organizaciones que representa aproximadamente a 130 países. El núcleo de este estándar es el modelo de referencia OSI, una normativa formada por siete capas que define las diferentes fases por las que deben pasar los datos para viajar de un dispositivo a otro sobre una red de comunicaciones.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> <http://anguelitas.wikispaces.com/MODELO+DE+REFERENCIA+OSI>



**Figura 2.5:** Niveles del modelo OSI

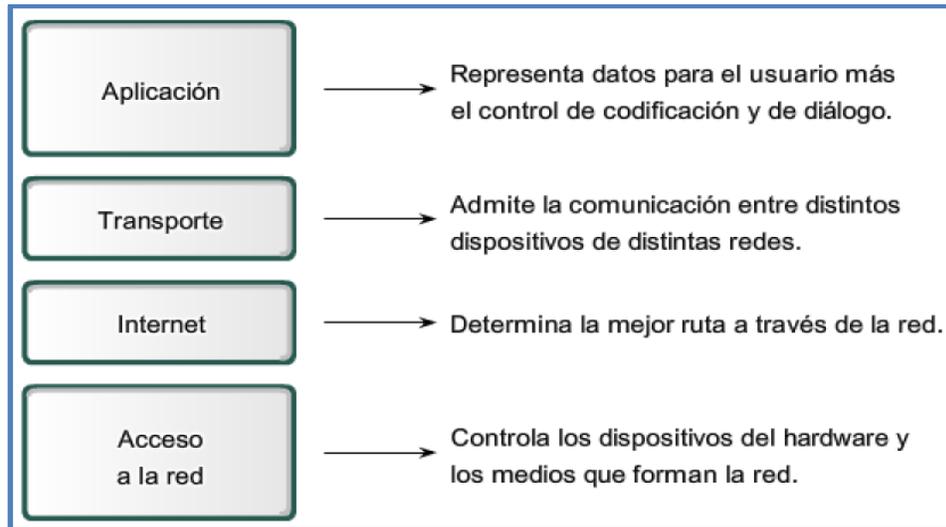
**Fuente:** textoscientificos.com

## 2.5. Protocolo TCP/IP

Para la implementación de este sistema de red también se tienen que tener en cuenta los protocolos, en este caso el TCP/IP; es el que se utiliza para que los dispositivos se conecten a la red.

TCP/IP no es un único protocolo, sino que es en realidad lo que se conoce con este nombre es un conjunto de protocolos que cubren los distintos niveles del modelo OSI. Los dos protocolos más importantes son el TCP (Transmission Control Protocol) y el IP (Internet Protocol), que son los que dan nombre al conjunto. En Internet se diferencian cuatro niveles o capas en las que se agrupan los protocolos, y que se relacionan con los niveles OSI de la siguiente manera:<sup>7</sup>

<sup>7</sup> <http://www.monografias.com/trabajos5/datint/datint.shtml>



**Figura 2.6:** Niveles del protocolo TCP/IP

Fuente: [blogspot.com](http://blogspot.com)

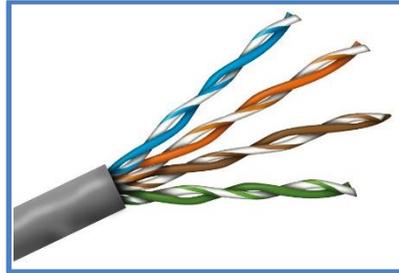
## 2.6. Medios Guiados

Este tipo de medio de comunicación se refiere a los que utilizan elementos físicos y tangibles para poder realizar la transmisión de datos en una red. Estos están compuestos por cable que conduce los datos de un lugar a otro. Entre los más utilizados tenemos al cable de par trenzado (UTP), coaxial y fibra óptica.

### Cable de par trenzado

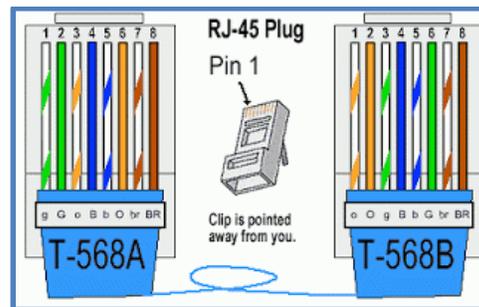
Este es el medio de transmisión más común y utilizado en la mayoría de redes informáticas, por este nos permite pasar diferentes tipos de tráfico ya sean voz, dato y video.

Generalmente este cable posee 4 pares que son: blanco azul-azul, blanco naranja- naranja, blanco verde-verde, blanco café-café.



**Figura 2.7:** Cable UTP

**Fuente:** clickplus.pt



**Figura 2.8:** Normas de ponchado

**Fuente:** blogspot.com

*Si quiere crear un cable cruzado (cuando las funciones de los equipos a conectar son iguales), por ejemplo para conectar dos pc punto a punto usamos las dos normas a y la b, la norma a por un lado de cable y la norma b por el otro lado del cable.*

*Si quiere crear un cable directo (cuando las funciones de un equipo sean diferentes), por ejemplo para conectar un pc con un switch usamos cualquiera de las dos normas pero esa norma que elegimos la usamos en ambos lados del cable.*<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> <http://heidyriios08.blogspot.com/>

## Cable coaxial

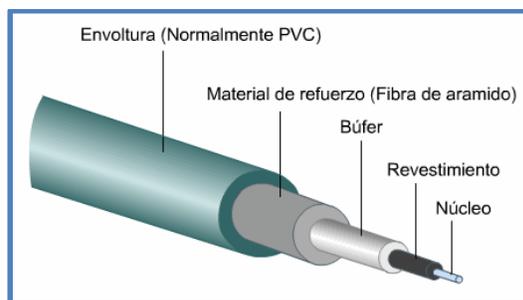


**Figura 2.9:** Partes cable coaxial

**Fuente:** docente.ucol.mx

“El cable coaxial consiste de un conductor de cobre rodeado de una capa de aislante flexible. El conductor central también puede ser hecho de un cable de aluminio cubierto de estaño que permite que el cable sea fabricado de forma económica. Para su conexión se utilizan conectores BNC simples y en T. En una red al final del cable principal de red se deben instalar resistencias especiales, resistores, para evitar la reflexión de las ondas de señal”. (Nataly Heaven, 2010)

## Fibra óptica



**Figura 2.10:** Partes de la fibra óptica

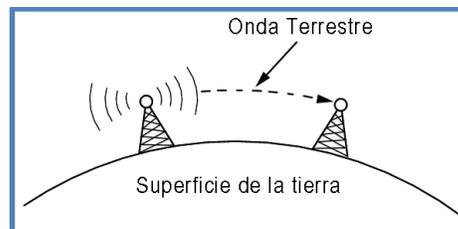
**Fuente:** monografias.com

La luz es una onda electromagnética y por tanto posee características como reflexión y refracción. La fibra óptica se basa en este último principio, donde en vez de corriente eléctrica se transmite luz. Está construida a partir de vidrio o plásticos altamente puros (Kebreal).<sup>9</sup>

## 2.7. Medios No Guiados

### Microondas Terrestres

“Los sistemas de microondas terrestres han abierto una puerta a los problemas de transmisión de datos, sin importar cuales sean, aunque sus aplicaciones no estén restringidas a este campo solamente. Las microondas están definidas como un tipo de onda electromagnética situada en el intervalo del milímetro al metro y cuya propagación puede efectuarse por el interior de tubos metálicos. Es en si una onda de corta longitud. Tiene como características que su ancho de banda varía entre 300 a 3.000 Mhz, aunque con algunos canales de banda superior, entre 3’5 Ghz y 26 Ghz. Es usado como enlace entre una empresa y un centro que funcione como centro de conmutación del operador, o como un enlace entre redes Lan. (Ingeniería en sistemas de informacion, 2011)



**Figura 2.11:** Onda terrestre

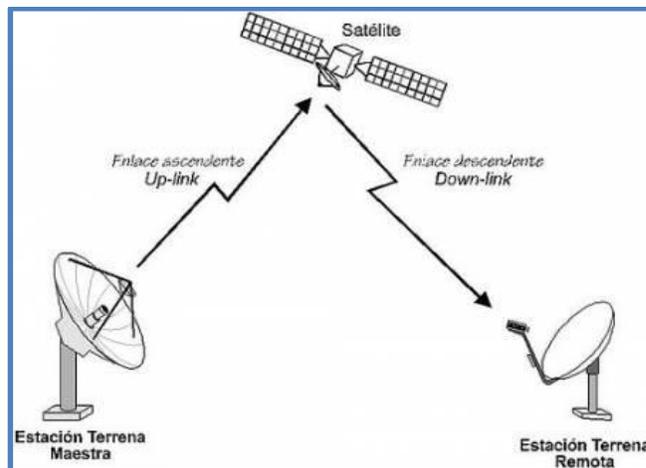
**Fuente:** docente.ucol.mx

---

<sup>9</sup> [http://www.academia.edu/5241072/Cuadro\\_de\\_cables](http://www.academia.edu/5241072/Cuadro_de_cables)

## Satélites

“Conocidas como microondas por satélite, está basado en la comunicación llevada a cabo a través de estos dispositivos, los cuales después de ser lanzados de la tierra y ubicarse en la órbita terrestre siguiendo las leyes descubiertas por Kepler, realizan la transmisión de todo tipo de datos, imágenes, etc., según el fin con que se han creado. Las microondas por satélite manejan un ancho de banda entre los 3 y los 30 Ghz, y son usados para sistemas de televisión, transmisión telefónica a larga distancia y punto a punto y redes privadas punto a punto. Las microondas por satélite, o mejor, el satélite en si no procesan información sino que actúa como un repetidor-amplificador y puede cubrir un amplio espacio de espectro terrestre”. (Ingeniería en sistemas de información, 2011)

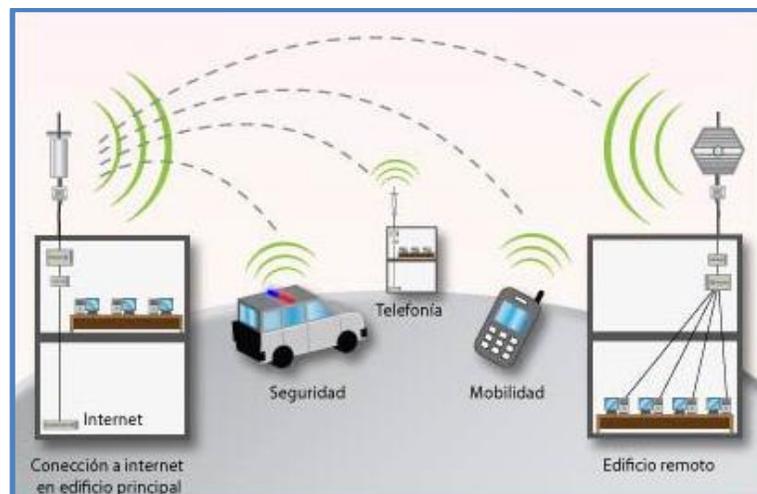


**Figura 2.12:** Microondas

**Fuente:** José Vásquez A. Reinaldo, 2015

## Ondas de Radio

“El término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 kHz y unos 300 GHz. El hercio es la unidad de medida de la frecuencia de las ondas, y corresponde a un ciclo por segundo. Las ondas electromagnéticas de esta región del espectro, se pueden transmitir aplicando la corriente alterna originada en un generador a una antena”. (Turmero, 2014)



**Figura 2.13:** Ondas de radio

**Fuente:** gobiernoti.wordpress.com

## 2.8. Direccionamiento

### Dirección IP

“Una dirección IP es una etiqueta numérica que identifica, de manera lógica y jerárquica, a un interfaz (elemento de comunicación/conexión) de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP (Internet Protocol), que corresponde al nivel

de red del Modelo OSI. La dirección IP puede cambiar muy a menudo por cambios en la red o porque el dispositivo encargado dentro de la red de asignar las direcciones IP decida asignar otra IP (por ejemplo, con el protocolo DHCP). A esta forma de asignación de dirección IP se denomina también dirección IP dinámica”. (Molina, 2007)

En la siguiente figura se detallan las clases de ip para una red:

Clase	Faixa de endereços de IP	Máscara de Subrede padrão	Notação CIDR	Número de Redes	Número de IPs	IPs por rede
A	10.0.0.0 – 10.255.255.255	255.0.0.0	/8	126	16.777.215	16.777.216
B	172.16.0.1 – 172.31.255.254	255.255.0.0	/16	16.382	1.048.576	65 534
C	192.168.0.0 – 192.168.255.255	255.255.255.0	/24	2.091.150	65.535	256

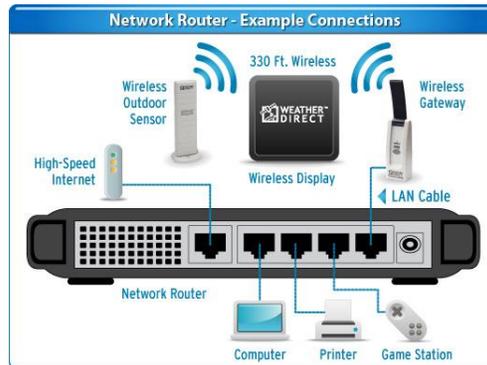
**Figura 2.14:** Ip clases – Redes privadas

**Fuente:** es.wiki.brazilfw.com.br

## 2.9. Elementos de una red

### 2.9.1. Router

Es un dispositivo que proporciona conectividad a nivel de red o nivel tres en el modelo OSI. Su función principal consiste en enviar o encaminar paquetes de datos de una red a otra, es decir, interconectar subredes, entendiendo por subred un conjunto de máquinas IP que se pueden comunicar sin la intervención de un encaminador (mediante bridges), y que por tanto tienen prefijos de red distintos. (Turmero, 2014)



**Figura 2.15:** Ondas de radio

**Fuente:** weatherdirect.com

### Router Core

Para efecto del proyecto se determina como router Core al encargado de administrar y gestionar todos los paquetes que van desde cliente hacia el internet y desde los servidores hacia los clientes; también se encargan de generar seguridades desde la red interna hacia el internet para que las Ips de los clientes no sean visibles y reducir vulnerabilidades en los datos que se generen.



**Figura 2.16:** Router central

**Fuente:** mikrotik-routers.com

### 2.9.2. Switch

“Es el dispositivo digital lógico de interconexión de equipos que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red”. (Aguallo, 2014)

El uso de este dispositivo para el proyecto está determinado en dos tipos:

**Switch central** que sus características de hardware y de software es capaz de gestionar gran cantidad de paquetes a altas velocidades y que por su naturaleza operativa y administrativas pueden realizar varias funciones a la vez sin colisionar.



**Figura 2.17:** Switch central

**Fuente:** preciolandia.com

**Switch de borde** tiene que gestionar gran capacidad de paquetes pero no necesita capacidades administrativas ya que su función es de trabajar de puente entre el cliente hacia el router central.



**Figura 2.18:** Switch de borde

**Fuente:** tp-link.es

### **2.9.3. Servidores**

Los servidores son también parte fundamental en la red, estos son los que atenderán las peticiones de los clientes y por ende responderlas según la prioridad que se le dé.

En nuestra red habrá dos servidores, el servidor de datos caché el cual será el encargado de optimizar y ahorrar recursos de internet almacenando todos los contenidos de videos y programas que se descarguen cotidianamente, el cliente se beneficiará obteniendo con mayor rapidez dichos contenidos, los encuentran de manera local; el servidor de gestión y administración de clientes su función principal es administrar y controlar el ancho de banda de cada cliente, monitoreo de su consumo en tiempo real, envío de avisos y mensajes de corte de forma fácil y rápida para el departamento administrativo de la empresa.



**Figura 2.19:** Servidores

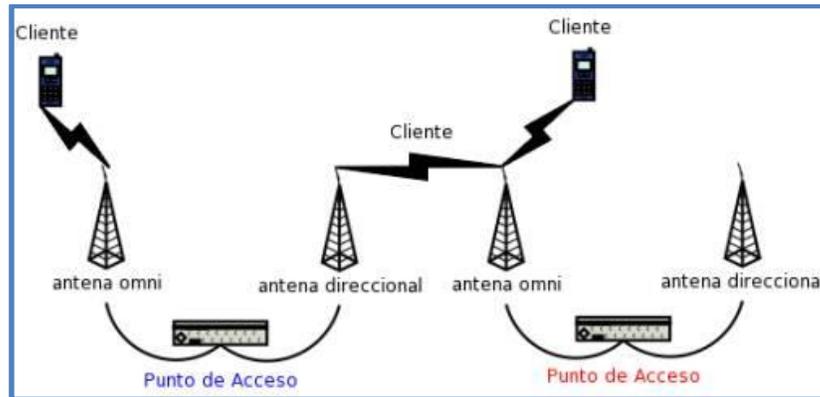
**Fuente:** semitecnoaplicada.blogspot.com

#### **2.9.4. Puntos de acceso**

Es un dispositivo de red cuya función es interconectar inalámbricamente dos puntos ya sea en corta distancia o en larga distancia, para este efecto los demás dispositivos que se conecten a él tiene que ser compatibles tanto en frecuencia, tecnología y potencia.

En este proyecto por su uso se determinan dos tipos enlaces con puntos de accesos:

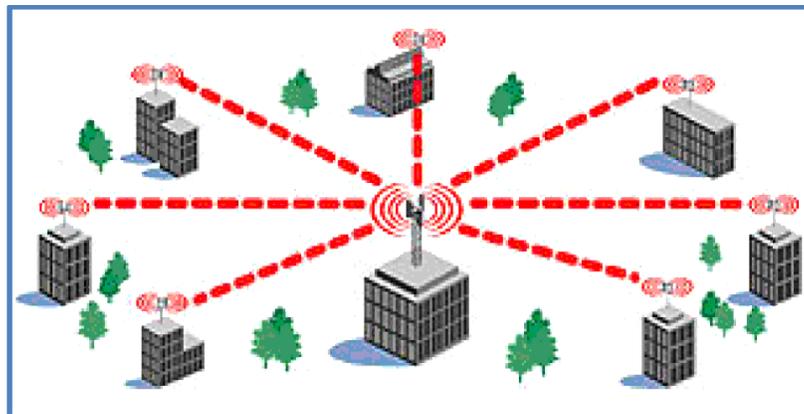
**Enlaces Punto a Punto (Backhaul)**, es la comunicación directa entre un punto de acceso y su receptor inalámbrico, donde la configuración de ambos determinan un enlace que no permite otra conexión entre ellos; son de mucha importancia ya que solo haber una comunicación entre punto A y punto B se pueden transferir gran cantidad de datos y gestionar hasta 300 Mbps.



**Figura 2.20:** Enlace punto a punto

**Fuente:** blackshell.usebox.net

**Enlaces Punto multipunto**, su característica principal es ser el punto de acceso de múltiples receptores o equipos CPE; y de esta manera ampliar la cobertura inalámbrica ofertada por la empresa.



**Figura 2.21:** Enlace punto a punto

**Fuente:** arkandasos.com

### 2.9.5. Equipos CPE (Equipo local del cliente)

Son los equipos en donde finaliza la red, este dispositivo provee al cliente servicios tales como: voz, datos y video; también permite la comunicación hacia el router central y servidores.

## **2.10. VARIABLES**

### **2.10.1. Variable independiente (causa)**

Implementación de un sistema de red estructurado con tecnología RouterOS de Mikrotik.

### **2.10.2. Variable dependiente (efecto)**

- Manejo y control eficiente de servidores
- Administración de clientes
- Eficiencia y calidad de enlaces
- Control de ancho de banda de toda la red de la empresa Tuventura - SalinasNet.

## **2.11. Métodos e instrumentos de investigación**

Para el siguiente proyecto de “Implementación un sistema de red estructurado para el manejo y control eficiente de servidores, clientes, enlaces y ancho de banda basado en tecnología RouterOS de Mikrotik para la empresa proveedora de internet Tuventura s.a. – SalinasNet” se realizó varios tipos y métodos de investigación; también se describen las fuentes necesarias para la obtención de toda la información requerida.

### **2.11.1. Tipo de investigación**

**Investigación de campo.-** Se utilizó este tipo de investigación, se hizo un sondeo en el lugar donde se presenta el problema, llevando a cabo una interacción entre los objetos de estudio y la situación real de la empresa y así recopilar la información necesaria.

### 2.11.2. Métodos, técnicas y fuentes

#### Método

- **Bibliográfico.-** Se consultó en páginas web, manuales y archivos para recopilar toda la información necesaria con respecto al tema realizado.
- **Observación.-** El cual me permitió conocer directamente la realidad de nuestro objeto de investigación como lo es SalinasNet.
- **Inductivo - deductivo.-** Este método se utilizó porque nos dio a conocer la realidad del problema de una manera general para poder actuar sobre este y así plantear soluciones e implementaciones adecuadas.

#### Técnicas

- **Entrevista.-** Se utilizó esta técnica para obtener información verbal directa del gerente y colaboradores de la empresa (técnicos), quienes estuvieron inmersos en la implementación de este proyecto y de sus resultados finales.
- **Fichaje.-** Esta técnica me ayudó a recopilar información bibliográfica de forma fácil al momento de realizar la investigación.
- **Lectura Científica.-** Me permitió conocer los avances y nuevas implementaciones que se han realizado con respecto a las redes y telecomunicaciones, esto me sirvió para tener una visión más crítica con respecto a mi tema de investigación.

### 2.11.3. Fuente de información

Las fuentes a utilizarse para la recopilación de la información son las siguientes:

Las Fuentes Primarias suministradas por:

- Testimonios del gerente técnico y gerente general  
La información obtenida de esta fuente me ayudó a tener una idea más clara de la problemática objeto del estudio.

Las Fuentes Secundarias: Tales como

- Consultas a expertos en el tema
- Manuales y tutoriales de Mikrotik en la web
- Manuales y tutoriales de redes inalámbricas
- Información de nuevas tecnologías en redes inalámbricas en la marca Mikrotik.
- Información en la web sobre servidores caché
- Información en la web sobre sistema Mikrowisp
- Curso de certificación Mikrotik MTCNA (MikroTik Certified Network Associate)
- Curso de certificación Mikrotik MTCRE (MikroTik Certified Routing Engineer)

#### **2.11.4. Tipo de estudio**

Por las características de la presente investigación la puedo definir de la siguiente manera:

- **Estudio exploratorio.-** Como primer nivel de conocimiento nos permitió obtener información del problema de investigación lo que permitió familiarizarnos con los miembros de la empresa SalinasNet, y así aclarar conceptos, establecer normas de administración y control de la red, conocer la estructura técnica y organizacional de la empresa para el adecuado desarrollo de sus actividades.

- **Estudio descriptivo.-** Al mismo tiempo se utilizó el estudio descriptivo, el cual nos permitió detallar, especificar, particularizar los hechos suscitados en la empresa, en lo que se refiere al manejo y control técnico de toda la estructura de red así como el debido proceso de gestión y control de cada uno de los factores que intervienen en esta.

#### **2.11.5. Procedimiento de la investigación**

La investigación se desarrolló tomando en cuenta el siguiente procedimiento:

- Planteamiento del problema
- Revisión bibliográfica
- Consecución y análisis del sistema de variables
- Elaboración del instrumento de investigación
- Estudio de campo
- Análisis de datos
- Conclusiones y recomendaciones
- Formulación de la propuesta
- Preparación y redacción del informe final

La propuesta se basó en este estudio, el cual contó con un conjunto de estrategias, políticas, técnicas, metodologías y habilidades que permiten emprender este tipo de investigación, que tiene como objetivo proporcionar los resultados reales y con el menor margen de error posible, plasmado en un formato comprensible con la veracidad y validez que el caso amerita para las personas interesadas.

## 2.12. TÉRMINOS BÁSICOS

**ISP.-** El proveedor de servicios de Internet (ISP, por la sigla en inglés de Internet Service Provider) es la empresa que brinda conexión a Internet a sus clientes. Un ISP conecta a sus usuarios a Internet a través de diferentes tecnologías.

**Línea de vista.-** Línea de visión es también un enlace de radio que debe tener visibilidad directa entre antenas, por lo que no debe haber obstáculo entre ambas. También se utiliza en ocasiones su denominación en inglés, Line of Sight, o su acrónimo LOS.

**Cableado estructurado.-** El cableado estructurado consiste en el tendido de cables de par trenzado blindados (Shielded Twisted Pair, STP) o no blindados (Unshielded Twisted Pair, UTP) en el interior de un edificio con el propósito de implantar una red de área local (Local Área Network, LAN).

**Equipos CPE.-** El CPE (Equipo Local del Cliente) es un equipo de telecomunicaciones usado tanto en interiores como en exteriores para originar, encaminar o terminar una comunicación.

**Enlaces inalámbricos punto a punto.-** Las redes punto a punto se aplican para un tipo de arquitectura de red específica, en la que cada canal de datos se usa para comunicar únicamente dos nodos.

**Enlaces inalámbricos punto multipunto.-** Los enlaces PTMP son los que se utilizan para enlazar diferentes puntos remotos hacia una central.

**Balanceo de carga.-** Se refiere a la técnica usada para compartir el trabajo a realizar entre varios procesos, ordenadores, discos u otros recursos.

**Servidor cache.-** Es un equipo dentro de la red que recibe solicitudes HTTP en nombre de un servidor web de origen. La caché consiste en almacenar los objetos que han sido solicitados por el cliente recientemente.

**Puente de red.-** Es el dispositivo de interconexión de redes de computadoras que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI.

**Queues.-** Función que permite asignar un ancho de banda específico por cada cliente; permitirá fijar un tipo de servicio para estos, no pudiendo sobrepasar el límite establecido.

**CCQ.-** Es la calidad de conexión del cliente (CCQ) es un valor en porcentaje que muestra la eficacia del uso del ancho de banda, se utiliza en relación con el ancho de banda teórico máximo disponible.

**Protocolo Wireless.-** Se refiere al protocolo inalámbrico con el que se va a establecer el enlace; ya sea NV2, 802.11 o Nstreme.

**Modo router.-** Nos permite segmentar la red para darle mayor seguridad, es decir, puedes tener una red con varios servicios (tales como servicios Web, FTP, Intranet, Internet, etc.).

**Modo Bridge.-** El modo Bridge (o repetidor) nos permite interconectar dispositivos wifi que se comunican entre sí mediante wireless.

**SNTP.-** Es un protocolo que sirve para sincronizar los relojes de los dispositivos a través del enrutamiento de paquetes en redes con latencia variable. NTP utiliza UDP como su capa de transporte, usando el puerto 123. Está diseñado para resistir los efectos de la latencia variable.

**DSCP (TOS).-** Es un tipo de marcado de paquetes, el cual le da el número de prioridad a estos.

**NAT.-** Es un mecanismo utilizado por routers IP para intercambiar paquetes entre dos redes que asignan mutuamente direcciones incompatibles.

# **CAPÍTULO 3**

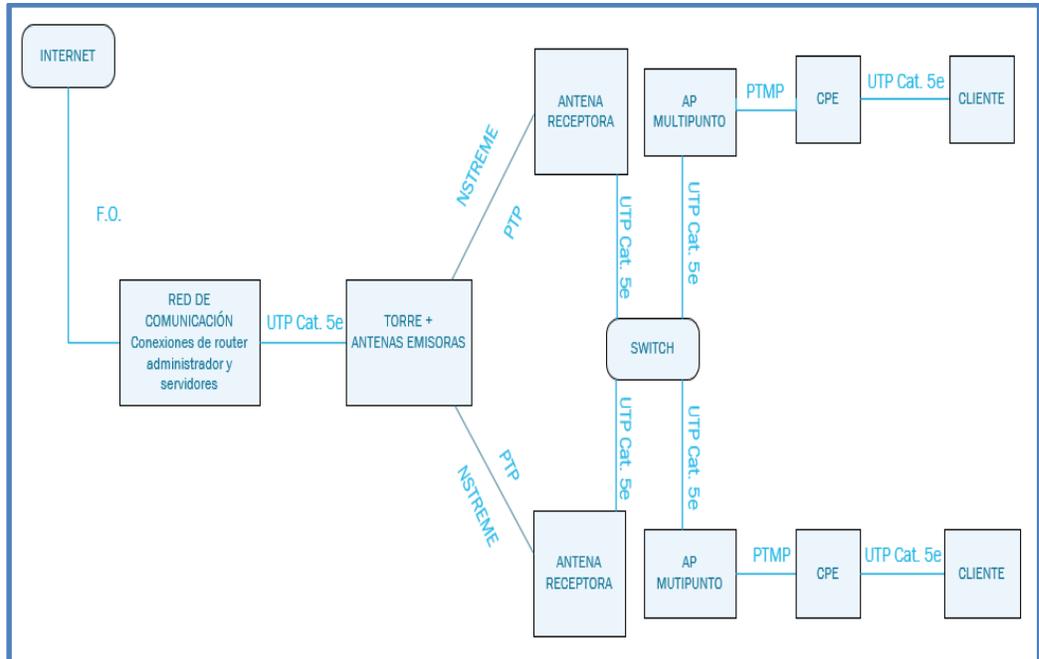
## **ANÁLISIS**

### **3. ANÁLISIS**

En la ejecución del presente proyecto de diseño e implementación del sistema de red estructurado para un manejo y control eficiente de servidores, clientes, redes y ancho de banda se hace necesario el poder contar con materiales y herramientas tanto en hardware como en software, que serán de vital importancia para la ejecución del mismo.

### 3.1. Diagrama del proceso

A continuación se presenta el diagrama de los procesos que se va seguir en la implementación del sistema de red para su correcto funcionamiento.



**Figura 3.1:** Diagrama de Proceso General

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

#### 3.1.1. Descripción funcional de los procesos

El siguiente proyecto está basado en diferentes etapas para el correcto funcionamiento y administración de la red de la empresa, las cuales las he dividido de la siguiente manera:

- **Internet**

En esta primera etapa se refiere a nuestro proveedor principal del servicio de internet, el cual la empresa como tal va a repartir a sus

clientes en los diferentes lugares de la Provincia, el cual llega a nuestro Router mediante fibra óptica.

- **Red de comunicación y administración**

En esta etapa se concentran las conexiones entre el Router principal y los servidores, los cuales son los encargados del control y administración de la red total, por ende tienen que estar debidamente conectados y en funcionamiento ya que si uno falla toda la red falla.

- **Antena principal – Emisora**

En la siguiente etapa se especifica la antena emisora en modo punto a punto, es la encargada de emitir la señal hacia la antena receptora con su debida configuración y en los niveles óptimos de señal (dBm) y calidad de servicio (CCQ).

- **Antena – Receptora**

La antena receptora es la encargada de recibir la señal emitida por la antena emisora, es muy importante tener una excelente línea en enlaces punto a punto para el correcto enlace entre ellos, y contar con la misma configuración que la de la antena emisora.

- **Switch**

El switch es el que hace la comunicación entre la antena receptora la cual le da salida al internet al punto de acceso multipunto a través de la puerta de enlace.

- **AP multipunto**

En esta etapa los puntos de acceso son los encargados de repartir la señal inalámbricamente hacia sus diferentes zonas de cobertura, estos equipos están configurados en modo bridge (puente); para que estos dejen pasar todo el tráfico hacia el Router central, y de esta manera poder tener el control adecuado de toda la red.

- **CPE (Equipo local del cliente)**

Los equipos clientes son los encargados de recibir la señal emitida por el equipo punto de acceso multipunto según el sector de cobertura, estos equipos están configurados en modo Router para que el cliente tenga la facilidad de conectarse mediante Ips automáticas, y el cortafuego que se crea sirve para separar la red interna del cliente de nuestra red general.

- **Cliente – Wifi**

Es el que genera los pedidos hacia el internet y es la última parte de la infraestructura de la red, en un gran porcentaje los clientes requieren de equipos que provean de señal inalámbrica hacia sus dispositivos móviles, estos pueden ser Router caseros o puntos de accesos caseros, la configuración de estos deben ser modo bridge para poder enviar mensajes, soporte técnico y cortes del servicio mediante el servidor de administración de clientes.

### **3.2. Identificación de los requerimientos**

En este punto se da a conocer los equipos necesarios para la implementación de la red; más el correspondiente sistema operativo con el que va a trabajar cada equipo.

- La implementación del sistema de red estructurado esta manejado y controlado por un Router CCR1036-12G-4S con sistema operativo Routers de Mikrotik.
- El servidor Caché que es el encargado del almacenamiento de páginas y videos dinámicos para el ahorro de consumo de ancho de banda está basado en sistema operativo FreeBSD 7.1 versión 3.
- El servidor de administración de clientes (Mikrowisp) debe tener la instalación y configuración adecuada para el manejo, control y monitoreo de clientes.
- Los puntos de acceso punto a punto (enlaces inalámbricos) tienen un mejor rendimiento si tienen una línea de vista idónea hacia el punto opuesto que tienen que conectarse.
- Los puntos de acceso punto multipunto trabajan de manera eficiente en lugares con poca interferencia, pero como la tecnología Mikrotik tiene sus propios protocolos se puede elegir la frecuencia que más convenga para que estos equipos trabajen eficientemente.

### 3.3. Análisis del sistema

En este punto se determina la viabilidad del proyecto tomando muy en cuenta la viabilidad técnica versus la viabilidad económica.

#### 3.3.1. Viabilidad técnica

Dentro del presente estudio de investigación vemos la necesidad de adquirir materiales tecnológicos acordes a los requerimientos de la situación actual, estos recursos tecnológicos están en la posibilidad de ser adquiridos en proveedores nacionales.

#### Requerimientos de Hardware

Para la implementación del proyecto se hace necesaria la adquisición de los siguientes requerimientos de hardware para el debido y correcto funcionamiento del proyecto.

HARDWARE	DESCIPCION	GRAFICO
Router Core	CCR1036-12G-4S Versión 6.22 Firmware 3.18	
Router Bridge	RB850Gx2 Versión 6.18 Firmware 3.18	
Switch Core	Lanpro LP-SGW2404F 24 puertos + 4 puertos de fibra Gigabit	
Puntos de acceso PTP + Antena	MIKROTIK RB 912UAG-5HPnD + Dish 30 y 34 dBi. Versión 6.18 Firmware 3.18	

Puntos de acceso PTMP	MIKROTIK SXT G-5HPnD r2 Versión 6.18 Firmware 3.18	
Puntos de acceso PTMP + Antena	MIKROTIK RB912UAG-5HPnD Versión 6.18 Firmware 3.18 Sectorial 20 DBI 90° AIRMAX	
Equipos CPE	Mikrotik RB SXT 5nD r2 Versión 6.18 Firmware 3.18	
Equipos CPE	Mikrotik RB SXT 5HPnD Versión 6.18 Firmware 3.18	
Switch	D-Link 8 puertos Gigabit	
Router	Qpcom 300 Mbps	
Cable	UTP categoría 5e	
Patch cord	UTP Cat. 6	
Rj – 45	Qpcom	
Ponchadora	Qpcom	
Laptop	Procesador Core I3 1.8 Ghz, 4G de RAM, Disco Duro de 500 Gb.	

**Tabla 3.1:** Hardware para la implementación

- **Router Core CCR1036-12G-4S**

Es un router de calidad industrial, posee un alto poder de procesamiento, permite transmitir millones de paquetes por segundo, tiene cuatro puertos SFP Gigabit, doce puertos Ethernet, un cable de consola serie y un puerto USB. Se ajusta a todas las necesidades requeridas para la implementación de este sistema de red. (Anexo 1)

- **Router Bridge RB850Gx2**

Se elige este router, es de una gama intermedia y el trabajo que realizará se acopla a las características tanto de software como de hardware, ventaja principal estabilidad y velocidad en la conectividad. (Anexo 2)

- **Switch Core Lanpro LP-SGW2404F**

Es uno de los mejores switch dedicados para empresas medianas a grandes, se eligió este modelo por el número de puertos LAN y Gigabits justos y necesarios, y también porque sus puertos son totalmente administrables independientemente. Provee una variedad de características de servicio y múltiples funciones potentes con alta seguridad.<sup>10</sup>

- **Puntos de acceso PTP MIKROTIK RB912UAG-5HPnD**

Este equipo dispone de una radio de 5Ghz que se puede configurar en modo 802.11n, en 802.11a o en modo mixto A/N. También permite los modos propietarios de Mikrotik: nstreme y nv2. Y para dar una mejor potencia en la señal se incorporará

---

<sup>10</sup> [http://www.lanpro.com/documents/sp/active/LPSGW2404F\\_SS\\_SPB01W.pdf](http://www.lanpro.com/documents/sp/active/LPSGW2404F_SS_SPB01W.pdf)

una antena Dish de ubiquiti, esta tiene una ganancia de 30 dBi, con esto podremos hacer enlaces a larga distancia y tendremos un espectro de cobertura bastante amplio. (Anexo 3)

- **Puntos de acceso PTMP MIKROTIK SXT G-5HPnD r2 - RB912UAG-5HPnD**

Se eligió estos modelos por su bajo costo, alta velocidad como AP con un puerto Gigabit para aprovechar al máximo la capacidad de 802.11n. Con 25° grados de cobertura y cuenta con una antena incorporada de 16dBi. (Anexo 4)

- **Puntos de acceso PTMP MIKROTIK RB912UAG-5HPnD + Sectorial 20 DBI 90° AIRMAX**

Así como el equipo anterior sus costo es una de las ventajas principales, pero también hay que recalcar su ventajas técnicas, este equipo posee una tarjeta inalámbrica integrada que es capaz de alcanzar una potencia de salida de hasta 1000mW e integrándole una sectorial de 20 dBi se alcanzara un ángulo de cobertura de hasta 90°.

- **Equipos CPE Mikrotik RB SXT 5nD r2 - SXT 5HPnD**

Tienen una buena relación costo/rendimiento, trae una antena integrada de 16dBi, el CPU de 600 MHz, Memoria de 64 MB de RAM y RouterOS L3 instalado y totalmente compatible con los puntos de acceso multipuntos.

## Servidores

Se recomiendan todas estas características de hardware, la cantidad de clientes que se prevé manejar es amplia y por ende se va a necesitar un hardware robusto para el almacenamiento de información tanto para el servidor cache como para el servidor de administración de clientes.

### Servidor Cache



**Figura 3.2:** Servidor caché – Thundercaché

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

HARDWARE	DESCRIPCION
Mainboard	Asus Maximus Vii Ranger Z97 Lga1150
Procesador	4ta Generacion Core I7
Memorias	Ddr3 8gb Kingston Pc3l-12800 1600mhz
Discos duros	3Tb Sata Seagate Barracuda

**Tabla 3.2:** Hardware servidor para cache

### Servidor administrador de clientes

HARDWARE	DESCRIPCION
Mainboard	Asus Lga 1155 Intel B75 Hdmi Sata 6gb/s Usb 3.0
Procesador	Intel Core I5 4440 3.1ghz 4ta Generacion
Memorias	Memoria Ram Ddr3 8gb Kingston Pc3l- 12800 1600mhz
Discos duros	2Tb Sata Seagate Barracuda

**Tabla 3.3:** Hardware servidor para administrador de clientes

### Requerimientos de Software

Para la implementación del proyecto a continuación se detalla el software necesario para el funcionamiento del proyecto.

SOFTWARE	DESCRIPCION
Sistema operativo	RouterOS de Mikrotik
Sistema operativo	Debian 7.0 de 64 bits
Sistema operativo	Thundercaché FreeBSD 7.1 versión 3
Sistema	Mikrowisp 3 revisión 19
Programa	Winscp versión 5.5.5
Programa	Putty Release 0.63

**Tabla 3.4:** Software para el desarrollo del proyecto

### 3.3.2. Viabilidad RR.HH.

La empresa objeto de estudio cuenta con personal técnico preparado para asumir los retos que representa la implementación del sistema de red estructurado, por otra parte realice la obtención de unas certificaciones en Mikrotik y redes inalámbricas, para poder abarcar al máximo los conocimientos en base al tema.



**Figura 3.3:** Certificado en MikroTik Certified Network Associate

**Fuente:** <https://www.mikrotik.com/training/certificates/b25013c96461afc3f07>



**Figura 3.4:** Certificado en MikroTik Certified Routing Engineer

**Fuente:** <https://www.mikrotik.com/training/certificates/b25091c27871d4a6969>

También se contará con la ayuda del personal de la empresa tales como:

- Gerente
- Jefe técnico
- Técnicos
- Personal administrativo

### 3.3.3. Viabilidad económica

Los recursos y materiales necesarios para la implementación del proyecto son de fácil obtención y se los puede adquirir en el mercado nacional, sin contar que el precio global de esto no superan los \$2000,00, por lo que el proyecto en base a la viabilidad económica es factible.

### Costos para el desarrollo del proyecto

A continuación se detallan los costos para el desarrollo e implementación del proyecto; tales como suministros, requerimientos de software y requerimientos de hardware.

CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR	SUBTOTAL
4	Resma de hojas formato A4	\$4.50	\$18.00
2	Conexión a internet	\$30.00	\$60.00
1	Materiales y herramientas	\$250.00	\$250.00
1	Cámara	\$80.00	\$80.00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$408.00</b>

**Tabla 3.5:** Costos de suministros

CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR	SUBTOTAL
1	Certificación MTCNA	\$446.88	\$446.88
1	Certificación MTCRE	\$446.88	\$446.88
		<b>TOTAL</b>	<b>\$893.76</b>

**Tabla 3.6:** Costos de certificaciones

CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR	SUBTOTAL
1	Computador portátil	\$350.00	\$350.00
1	Impresora multifunción	\$130.00	\$130.00
2	Sistema operativo Debian	\$0.00	\$0.00
1	Licencia Sistema operativo Thundercaché (2400 threads) mensual	\$81.60	\$81.60
1	Licencia Sistema operativo Thundercaché (1400 threads) mensual	\$47.60	\$47.60
1	Sistema Mikrowisp licencia vitalicia	\$290.00	\$290.00
1	Programa Winscp	\$0.00	\$0.00
1	Programa Putty	\$0.00	\$0.00
	<b>TOTAL</b>		<b>\$899.20</b>

**Tabla 3.7:** Costos de software

DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
Suministros	\$408.00
Software	\$899.20
Certificaciones	\$893.76
Hardware La Libertad	-
Hardware Valdivia	-
<b>TOTAL</b>	<b>\$2200.96</b>

**Tabla 3.8:** Costos Total del desarrollo

### Costos para la implementación del proyecto

A continuación se detalla en la siguiente tabla los costos que intervienen en la implementación del proyecto.

CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR	SUBTOTAL
1	Router core CCR1036-12G-4S	\$1568.00	\$1568.00
1	Router Mikrotik RB850Gx2	\$212.80	\$212.80
1	Switch Lanpro LP-SGW2404F	\$448.00	\$448.00
1	Servidor caché	\$1624.00	\$1624.00
1	Servidor Mikrowisp	\$790.00	\$790.00
	<b>TOTAL</b>		<b>\$4642.80</b>

**Tabla 3.9:** Costos de hardware red La Libertad

CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR	SUBTOTAL
1	Router core CCR1016-12G	\$806.40	\$806.40
1	Switch Lanpro LP-SGW240	\$319.00	\$319.00
1	Servidor caché	\$896.00	\$896.00
	<b>TOTAL</b>		<b>\$2021.00</b>

**Tabla 3.10:** Costos de hardware red Valdivia

CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR	SUBTOTAL
9	Antena Dish Ubiquiti 30 dbi	\$347.20	\$3124.80
2	Antena Dish Ubiquiti 34 dbi	\$604.80	\$1209.60
11	Base box 5 Mikrotik RB 912	\$128.80	\$1416.80
9	Mikrotk RB 911	\$134.40	\$1209.60
2	Mikrotik SXT G-5-PnD SA r2	\$125.44	\$250.88
2	NanoBridge M5 25 dbi	\$128.80	\$257.60
12	Switch TP-Link 16 Puertos Gigabit 10/100/1000	\$140.00	\$1680.00
2	Torre 15 metros	\$825.00	\$1650.00
2	Torre 9 metros	\$495.00	\$990.00
2	Mastil 2 metros	\$80.00	\$160.00
5	Mastil 6 metros	\$120.00	\$600.00
3	Mastil 9 metros	\$180.00	\$540.00
	<b>TOTAL</b>		<b>\$14769.28</b>

**Tabla 3.11:** Costos de enlaces PTP

CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR	SUBTOTAL
14	Antena Sectorial Airmax 5.8 Ghz. 19 dbi 120°	\$280.00	\$3920.00
2	Antena Sectorial 2.4 Ghz. 15 dbi 120°	\$263.20	\$526.40
8	Rocket M5	\$128.80	\$1030.40
1	Rocket M2	\$128.80	\$128.80
3	NanoBridge M5	\$128.80	\$386.40
9	NanoStation M5	\$112.00	\$1008.00
10	NanoStation M2	\$112.00	\$1120.00
6	Mikrotik SXT G-5HPnD r2	\$123.20	\$739.20
1	Mikrotik Base Box 2 RB912	\$128.80	\$128.80
	<b>TOTAL</b>		<b>\$8988.00</b>

**Tabla 3.12:** Costos de enlaces PTMP

DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
Suministros	-
Software	-
Hardware La Libertad	\$4642.80
Hardware Valdivia	\$2021.00
Enlaces punto a punto (PTP)	\$14769.28
Enlaces punto multipunto (PTMP)	\$8988.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$30421.08</b>

**Tabla 3.13:** Costos Total de la Implementación

### Costo general del proyecto

En la siguiente tabla se presente el costo total del proyecto, en las que consta el costo total del desarrollo y el costo total de la implementación.

DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
Desarrollo	\$2200.96
Implementación	\$30421.08
<b>TOTAL</b>	<b>\$32622.04</b>

**Tabla 3.14:** Costos Total de desarrollo e Implementación

### 3.4. Análisis Económico

En el siguiente punto se presente un análisis financiero de la factibilidad económica del proyecto.

Inversión Inicial    **\$ 32.622,04**

#### INGRESOS PRIMER MES

	No. De repetidoras	No. de clientes x repetidora	Valor a cobrar x el servicio promedio	Equipo WIFI	Valor x AP	Valor total x zonas
Zona Urbana	27	10	\$ 45,00	\$ 50,00	\$ 950,00	\$ 25.650,00
Zona Rural	13	10	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 1.000,00	\$ 13.000,00
<b>TOTAL</b>						\$ 38.650,00

#### INGRESOS II MES Y MESES POSTERIORES

	No. De repetidoras	No. de clientes x repetidora	Valor a cobrar x el servicio promedio	Equipo WIFI	Valor x cliente	Valor x repetidora
Zona Urbana	27	10	\$ 45,00	\$ -	\$ 450,00	\$ 12.150,00
Zona Rural	13	10	\$ 50,00	\$ -	\$ 500,00	\$ 6.500,00
<b>TOTAL</b>						\$ 18.650,00

Ingreso I mes        **\$ 38.650,00**

Ingreso II mes en adelante    **\$ 18.650,00**

#### GASTOS MENSUALES

No	Concepto	Valor
400	Equipos WIFI (Solo el primer mes)	\$ 9.200,00
1	Pago proveedor servicio internet 150 Megas	\$ 7.500,00
1	Arriendo	\$ 280,00
1	Energía eléctrica	\$ 100,00
6	Sueldos personal	\$ 2.800,00
	Gastos varios	\$ 500,00
<b>TOTAL</b>		\$ 20.380,00

Egreso I mes        **\$ 20.380,00**

Egreso II mes en adelante    **\$ 11.180,00**

Flujo de ingresos		Flujo de egresos		FLUJO DE EFECTIVO NETO	
Meses	valor	Meses	Valor	Meses	VALOR
1	\$ 38.650,00	1	\$ 20.380,00	1	\$ 18.270,00
2	\$ 18.650,00	2	\$ 11.180,00	2	\$ 7.470,00
3	\$ 18.650,00	3	\$ 11.180,00	3	\$ 7.470,00
4	\$ 18.650,00	4	\$ 11.180,00	4	\$ 7.470,00
5	\$ 18.650,00	5	\$ 11.180,00	5	\$ 7.470,00
6	\$ 18.650,00	6	\$ 11.180,00	6	\$ 7.470,00
7	\$ 18.650,00	7	\$ 11.180,00	7	\$ 7.470,00
8	\$ 18.650,00	8	\$ 11.180,00	8	\$ 7.470,00
9	\$ 18.650,00	9	\$ 11.180,00	9	\$ 7.470,00
10	\$ 18.650,00	10	\$ 11.180,00	10	\$ 7.470,00
11	\$ 18.650,00	11	\$ 11.180,00	11	\$ 7.470,00
12	\$ 18.650,00	12	\$ 11.180,00	12	\$ 7.470,00
<b>TOTAL</b>	\$ 243.800,00	<b>TOTAL</b>	\$ 143.360,00		\$ 100.440,00

**Fórmula para calcular la VAN (Valor actual Neto)**

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

**Vt:** representa los flujos de caja en cada periodo t.

**Io:** es el valor del desembolso inicial de la inversión.

**N:** es el número de períodos considerado.

**Fórmula para calcular la TIR (Tasa interna de retorno)**

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

**Fn:** es el flujo de caja en el periodo t.

**I:** es el valor del desembolso inicial de la inversión.

**N:** es el número de períodos considerado.

	\$ (32.622,04)
	\$ 18.270,00
	\$ 7.470,00
	\$ 7.470,00
	\$ 7.470,00
	\$ 7.470,00
	\$ 7.470,00
	\$ 7.470,00
	\$ 7.470,00
	\$ 7.470,00
	\$ 7.470,00
	\$ 7.470,00
	\$ 7.470,00
	\$ 7.470,00
	\$ 7.470,00
	\$ 7.470,00
<b>VAN</b>	\$ 93.794,37
<b>TIR</b>	0,29

El VAN de nuestro proyecto nos dio una cantidad positiva y por ende es aceptable, esto quiere decir que nuestro proyecto es rentable, se obtendrá una ganancia neta de aproximadamente \$93.794,14 en un periodo de 12 meses.

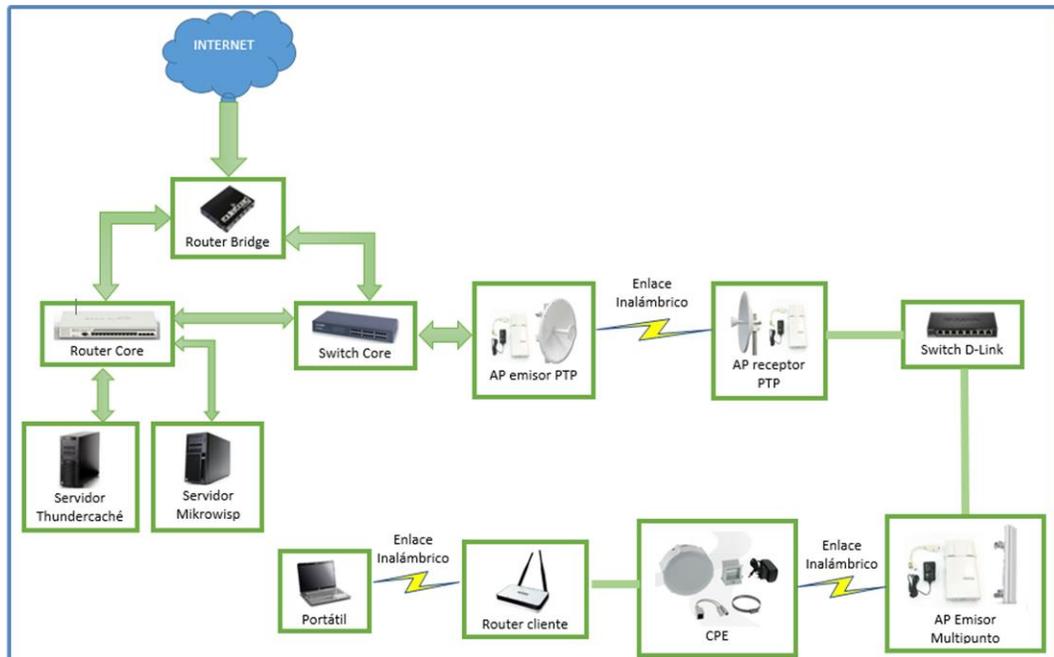
# **CAPÍTULO 4**

## **DISEÑO**

### **4. DISEÑO**

En este capítulo se presenta el diagrama de bloques del diseño de la estructura de red a implementarse, en el cual se detallara cada uno de los elementos y equipos implicados para el cumplimiento de cada uno de los objetivos especificados anteriormente (Capitulo 1).

En la siguiente figura se especifica la estructura general de la red diseñada para cumplir con el proyecto.



**Figura 4.1:** Diagrama de bloques de la red

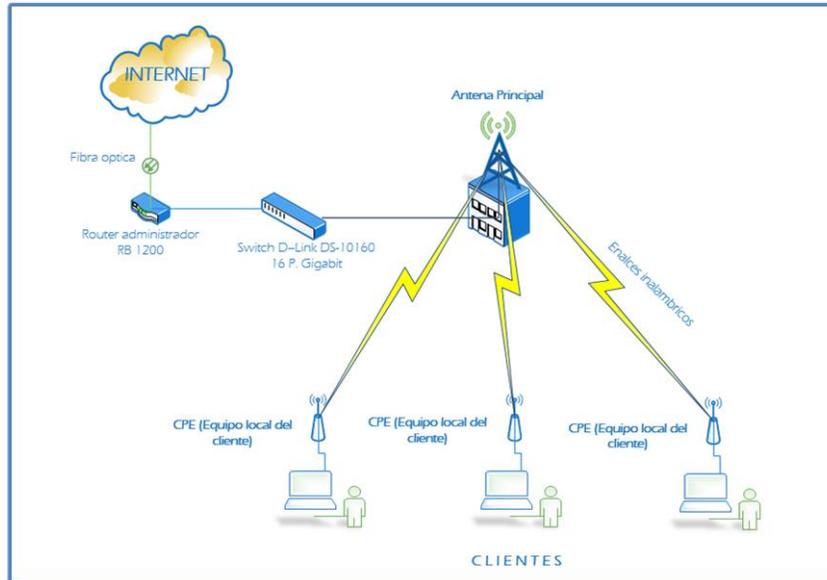
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

#### 4.1. Arquitectura de la solución

En la ejecución del presente proyecto de diseño e implementación del sistema de red estructurado para un manejo y control eficiente de servidores, clientes, redes y ancho de banda se hace necesario el poder contar con materiales y herramientas tanto en hardware como en software, que serán de vital importancia para la ejecución del mismo.

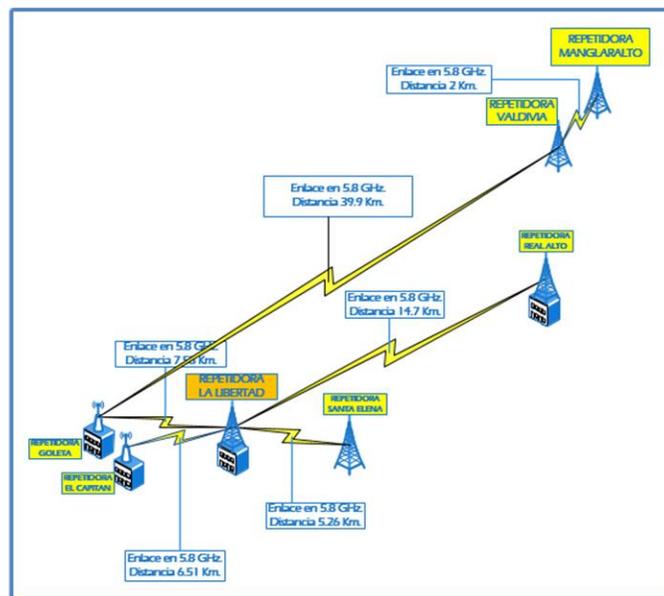
Para inicios de la implementación del proyecto la empresa solo contaba con una infraestructura básica como se muestra en la siguiente figura

en la cual se detallan los equipos administradores de la red que se estaban utilizando:



**Figura 4.2:** Estructura de red principal – La Libertad (Antes)

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura 4.3:** Estructura de red enlaces PTP (Antes)

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

#### **4.1.1. Desarrollo de la solución**

Para el inicio de este proyecto se realizarán algunos aumentos de equipos más robustos para tener el control de toda la red y que sea eficaz y eficiente para todas las necesidades que se presenten en el medio que se trabaja.

Empezando por agregar un Router que servirá de puente entre nuestro proveedor hacia nuestro Router Core, el mismo que tiene como función aparte de puentear la red, poder administrar el segmento de Ips publicas asignada por nuestro proveedor actual; ya que antes nuestro proveedor nos tenía limitadas las Ips públicas y por ende no teníamos el control total de ellas, por esta razón se procedió a la ubicación de un Router bridge para controlar y limitar nuestros segmento de Ips.

Luego se procedió al cambio del Router administrador básico por uno más eficiente, mejores características y funcionalidades; el cual es el encargado de la administración total de la red.

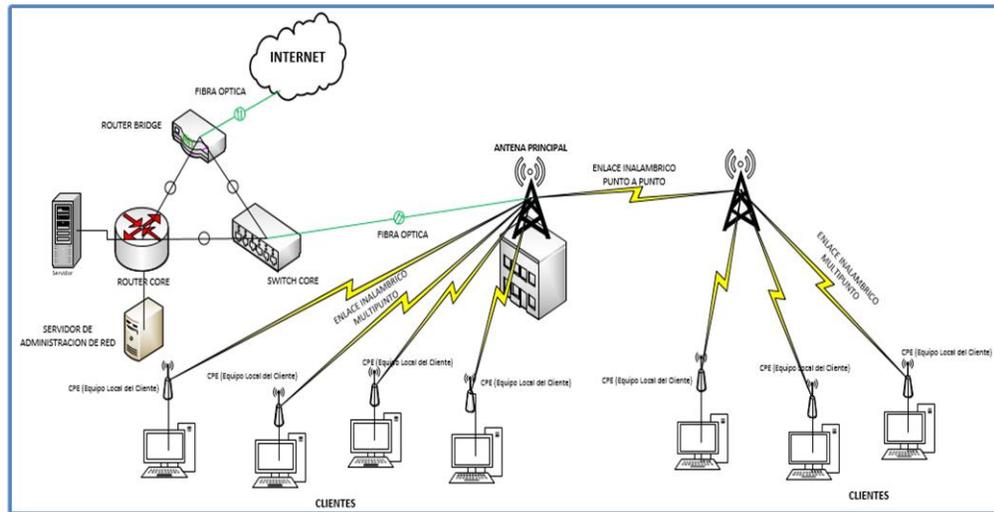
Debido al incremento rápido de clientes, la empresa tenía que realizar el ahorro al consumo del ancho de banda, por esta razón se realizó la ubicación de un servidor que almacene las páginas y videos dinámicos que son solicitados por los clientes, estos son los que más consumo hacen en un proveedor de internet.

También se hizo el cambio del Switch por un Switch que soporte todo el tráfico de datos de la red.

Luego se pensó que por el aumento rápido de cliente se iba a necesitar un sistema que administre a los clientes, que haga cortes del servicio, envío de notificaciones, avisos, promociones de la empresa y ayuda técnica remota inmediata para los clientes, para esto se agregó a nuestra red el servidor de administración de cliente con el sistema Mikrowisp, este tipo de soluciones que nos trae este sistema, los técnicos de la empresa lo hacían de forma manual y para la activación de un cliente cortado se tenía que ir hasta el domicilio de el para su respectiva reactivación; costándole eso a la empresa tiempo y dinero.

Para los puntos de acceso Punto a Punto ya establecidos con equipos NanoStation M5, Rocket M5 para enlaces en 5.8 GHz. Y NanoStation M2 para enlaces en 2.4 GHz. Se realizó configuraciones tales como la activación del servidor web, la conexión segura HTTPS y por ende en un puerto seguro para darle mayor seguridad y disminuir la vulnerabilidad de ataques hacia nuestra red.

Se estaba implementando una red que trabaje con Mikrotik también se hizo la propuesta la cual fue aceptada de la ubicación de nuevas repetidoras en las zonas en las que no había cobertura de enlaces PTP con equipos Mikrotik, con estos hay mayor control, seguridad, calidad de enlace y menores fallas, garantizando una señal aceptable hacia los clientes.



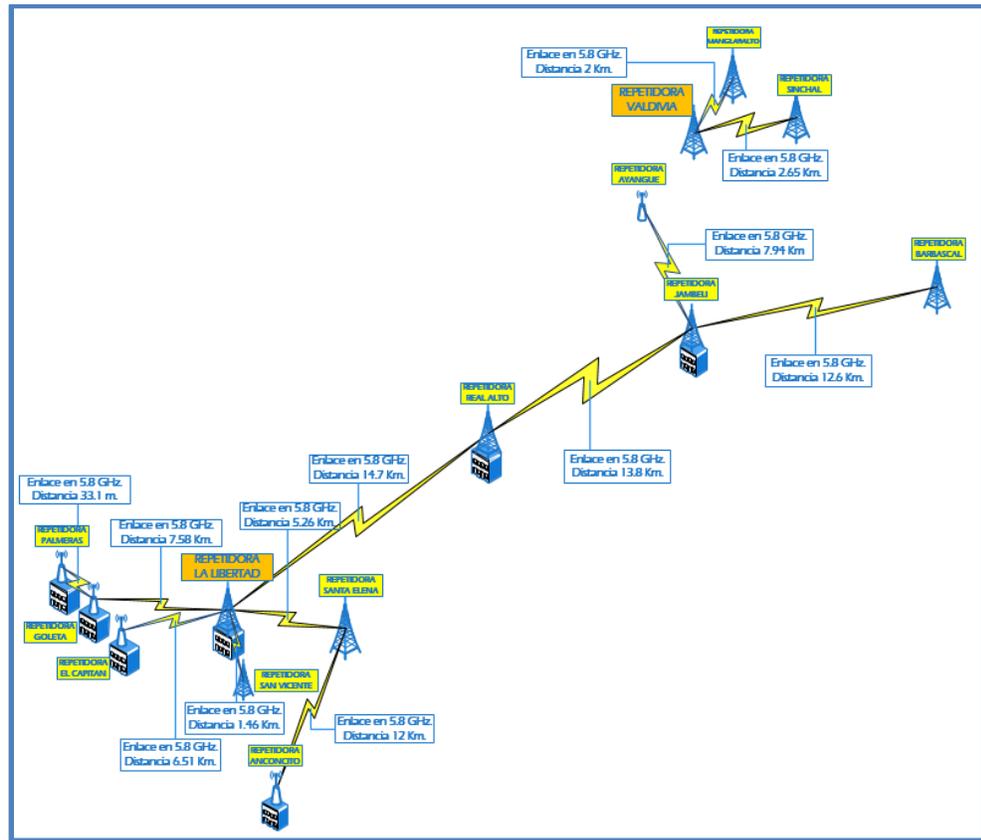
**Figura 4.4:** Estructura lógica de red principal (Actualmente)

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

## 4.2. Diseño de la Red

### 4.2.1. Diseño lógico

A continuación se realizó el diseño general de la red como lo muestra la figura, identificando cada repetidor, detallando su frecuencia y distancia.

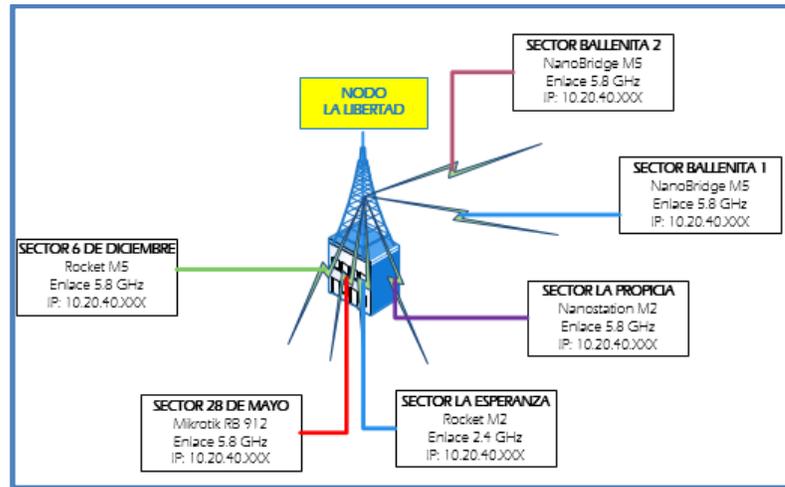


**Figura 4.5:** Estructura actual de red principal – La Libertad

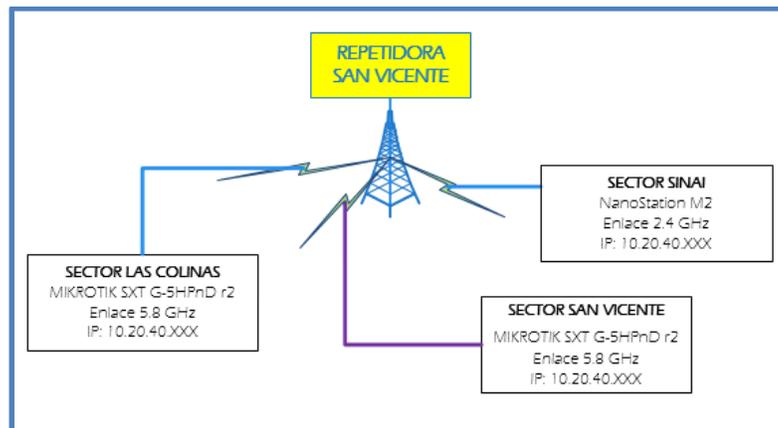
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

#### 4.2.2. Diagrama específico de enlaces multipunto

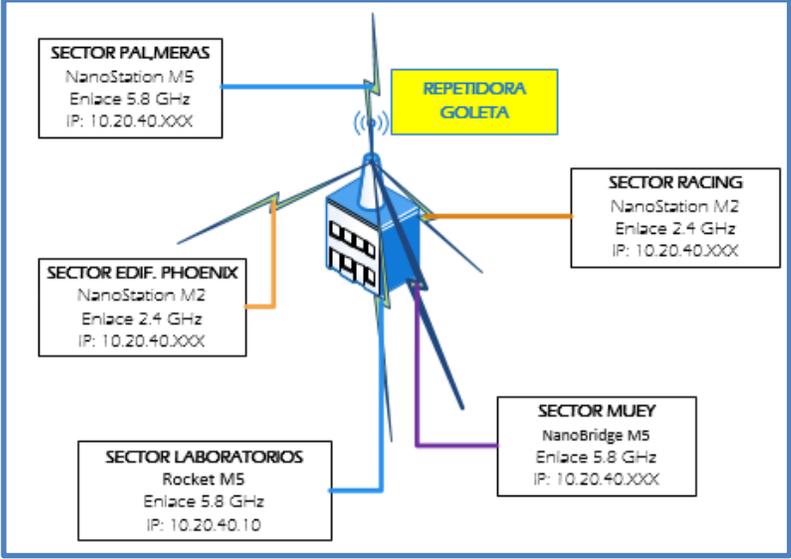
Se realizó el diseño de la red de enlaces multipuntos como se muestra en el grafico respectivo, donde se detalla el SSID de cada AP, tipo de equipo, ips y su identificación según el sector.



**Figura 4.6:** Enlace PTMP repetidora La Libertad  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

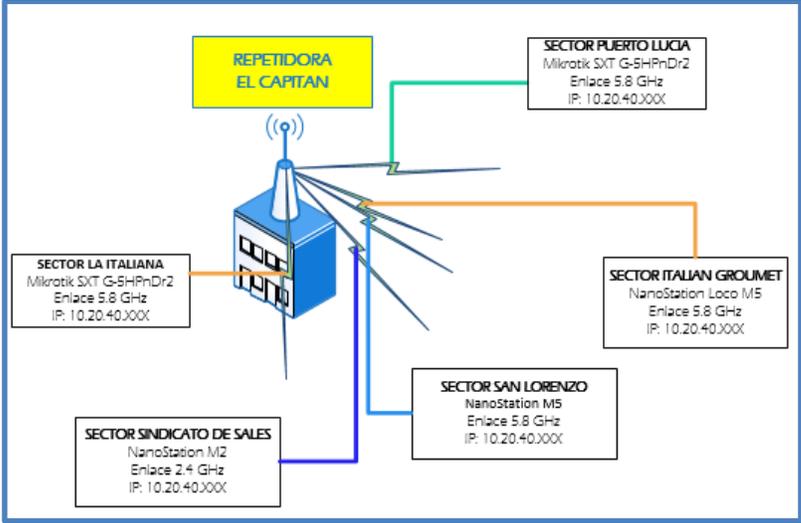


**Figura 4.7:** Enlace PTMP repetidora San Vicente  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



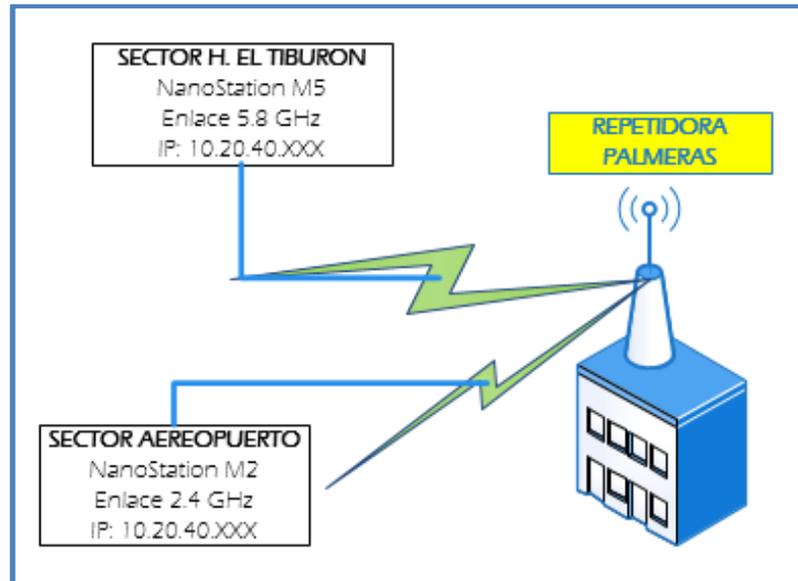
**Figura 4.8:** Enlace PTMP repetidora Salinas - Goleta

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



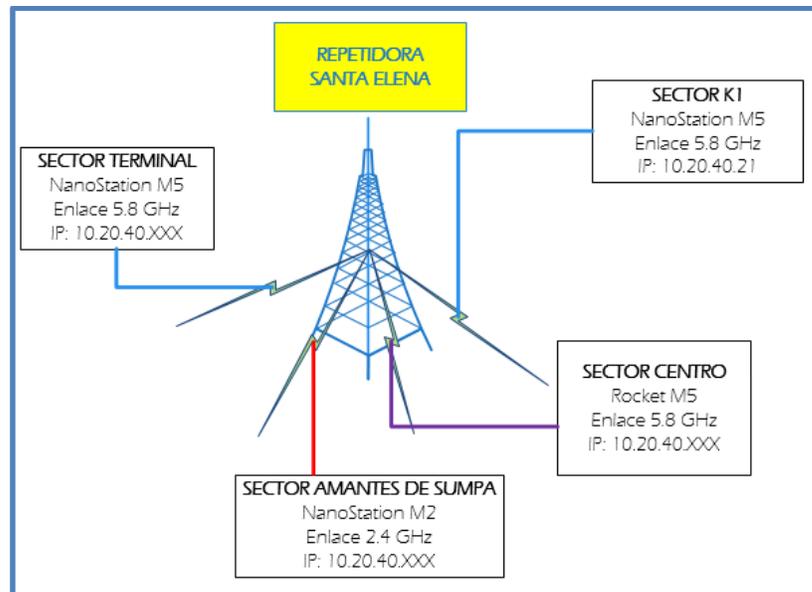
**Figura 4.9:** Enlace PTMP repetidora Salinas – El Capitán

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



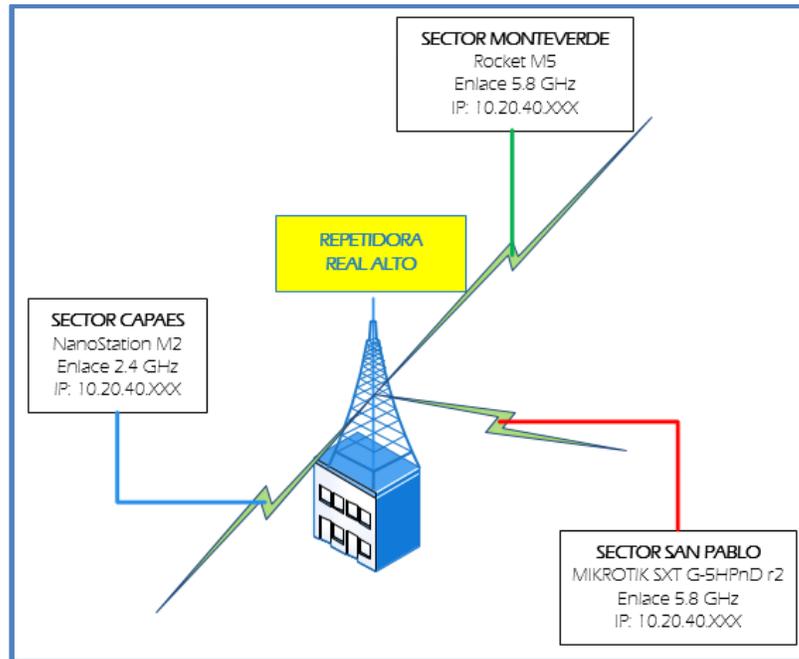
**Figura 4.10:** Enlace PTMP repetidora Salinas - Palmeras

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



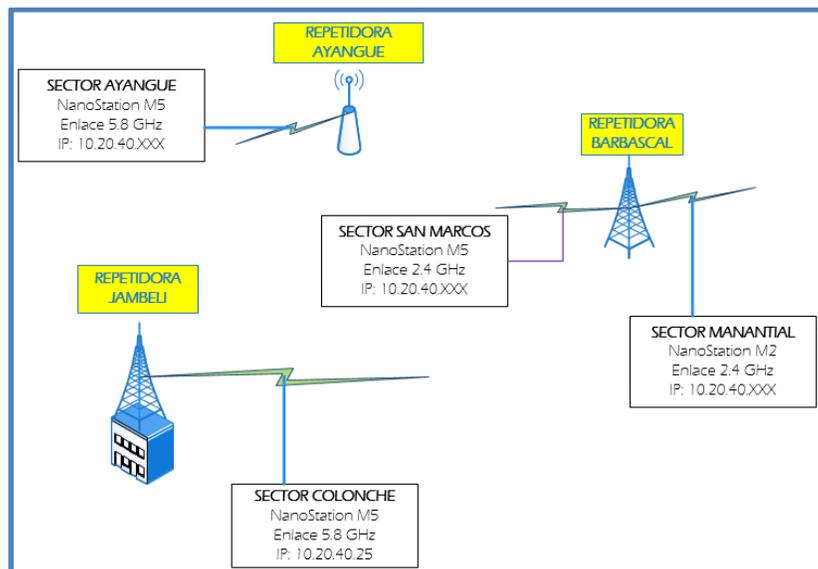
**Figura 4.11:** Enlace PTMP repetidora Santa Elena

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



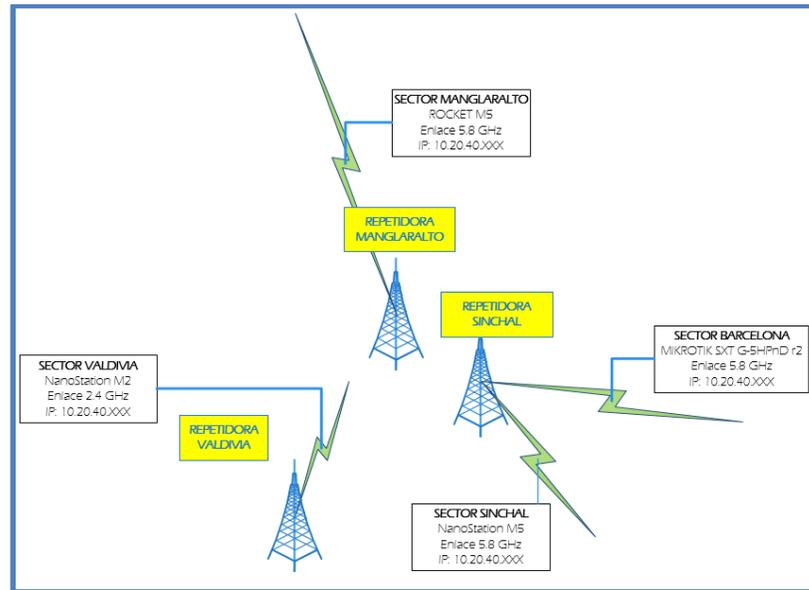
**Figura 4.12:** Enlace PTMP repetidora Real Alto

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



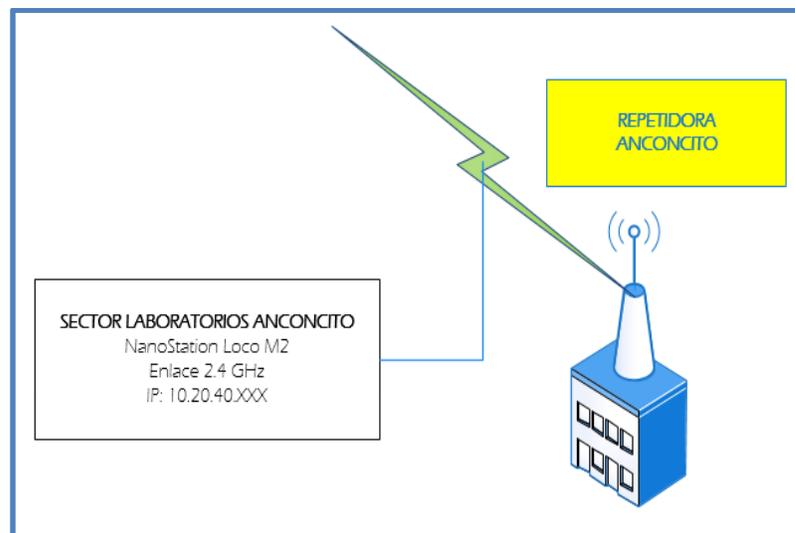
**Figura 4.13:** Enlace PTMP repetidora Ayangue - Jambelí - Barbascal

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura 4.14:** Enlaces PTMP repetidora Valdivia – Sinchal - Manglaralto

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



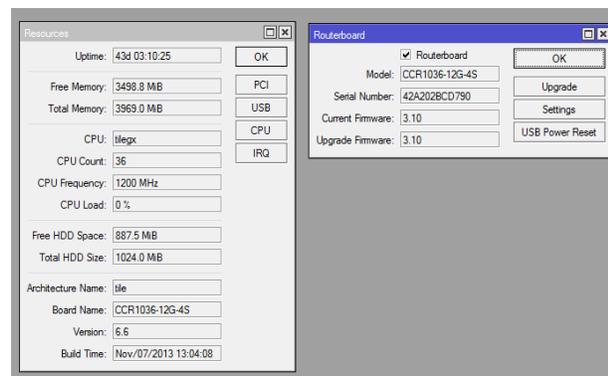
**Figura 4.15:** Enlace PTMP repetidora Anconcito

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

## 4.3. Diseño físico

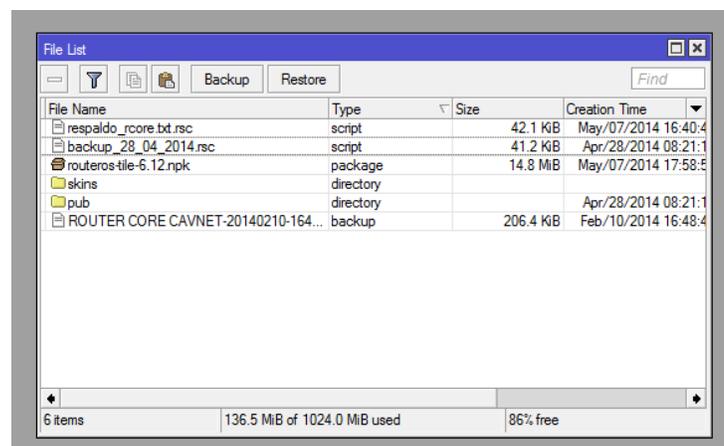
### 4.3.1. Configuración optimizada del Router Core

Como primera instancia se procederá a la actualización de la versión del Router Core de la V6.6 a la V6.22 y también la correspondiente actualización de firmware de la 3.10 a la 3.18.



**Figura 4.16:** Versión Router Core (Antes)

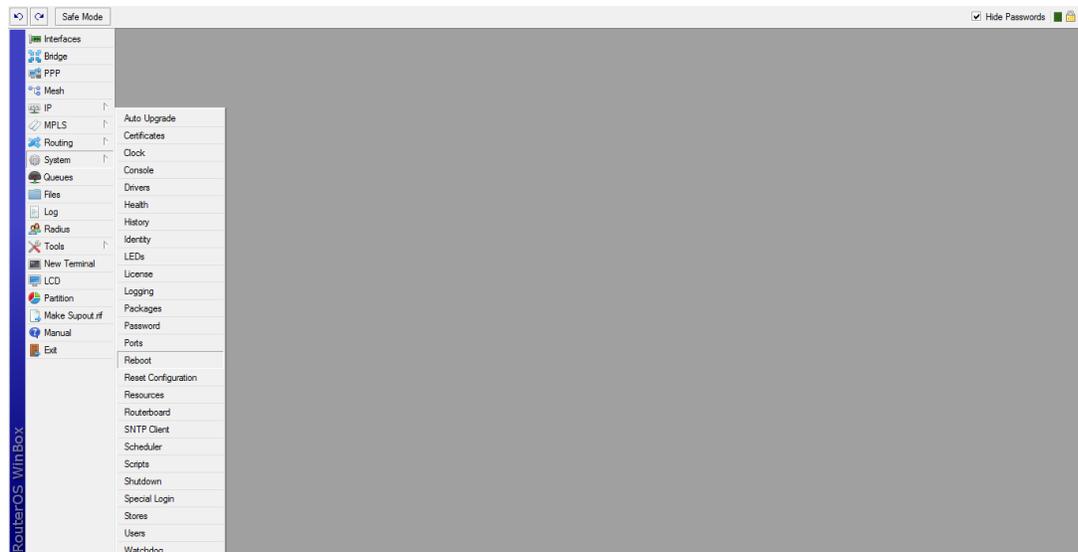
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona



**Figura 4.17:** Cargando el paquete con la nueva versión

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

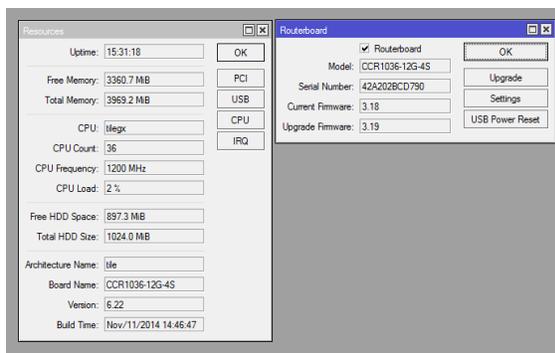
Luego de subir los paquetes correspondientes se procede a reiniciar el Router.



**Figura 4.18:** Re inicialización del Router Core

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

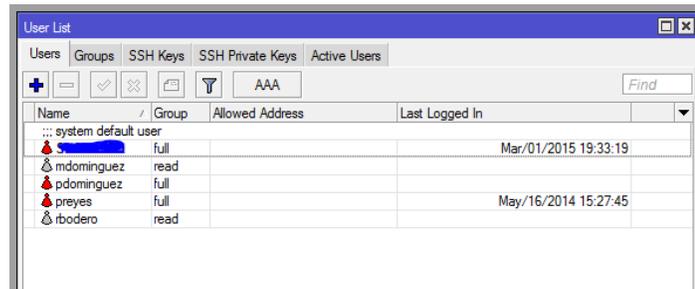
La siguiente imagen muestra la versión actual con el correspondiente firmware actualizado.



**Figura 4.19:** Router Core con la versión y firmware actual

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V

Luego se crearán los nuevos usuarios para administración del router quedando como tales los siguientes:



**Figura 4.20:** Usuarios del Router Core

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V

Luego se cargará el paquete SNT al Router, ya que no viene instalado en esta versión, y se procede a la respectiva configuración y activación del NTP Server y el NTP Client, quedado como ip del NTP Server la **200.200.200.1**

A continuación se procede a la creación de los segmentos de ip para los puntos de acceso punto a punto, multipuntos, personal de la empresa y para los clientes, quedado de la siguiente manera:

Configuración por consola:

- [admin@ROUTER] > ip address add address=10.20.30.1/24  
interface=LAN

NOMBRE	SEGMENTO IP	PUERTA DE ENLACE
Segmento_AP_PtP	10.20.30.0/24	10.20.30.1
Segmento_AP_PtMP	10.20.40.0/24	10.20.40.1
Segmento_Salinasnet	10.20.50.0/27	10.20.50.1
Segmento_Clientes	172.20.10.0	172.20.XX.254
	172.20.20.0	
	172.20.30.0	
	172.20.40.0	
	172.20.50.0	

**Tabla 4.1:** Segmentos de Ips de la red

Se realizará el cambio de puerto a los siguientes servicios para dar mayor seguridad al Router administrador de la red, quedando de la siguiente manera:

SERVICIO	PUERTO	PUERTO ACTUAL
Api	8728	1111
Api-ssl	8729	1112
www	80	1113

**Tabla 4.2:** Puertos del Router Core

- **Api:** Permite crear interfaces especializadas que puedan hacer conexión con el equipo para realizar tareas administrativas.
- **Api-ssl:** permite realizar una conexión por consola segura.
- **www:** es un servidor web interno del equipo por el cual puedes acceder a la configuración del equipo. <sup>11</sup>

#### 4.3.2. Configuración optimizada de puntos de acceso (PTP Y PTMP)

Para este punto se procederá a ingresar a cada equipo para hacer los siguientes cambios:

- Cambio de nombre de los equipos
- Cambio de ip según su segmentación de Pool correspondiente
- Habilidad del puerto https y su respectivo cambio de puerto al 1113 para dar mayor seguridad hacia la web.
- Deshabilitar el Servidor SSH para evitar ataques por este puerto
- Activación del servidor NTP y configuración de su respectiva ip para la sincronización de fecha y hora con el servidor
- Creación del nuevo usuario administrador y lectura

---

<sup>11</sup> <http://www.ryohnosuke.com/foros/index.php?threads/17274/>

Quedando de la siguiente manera como se muestra en el siguiente grafico



Figura 4.21: Configuración actual de equipo en Ubiquiti - Main

Fuente: Gabriela Aracely Saona V.

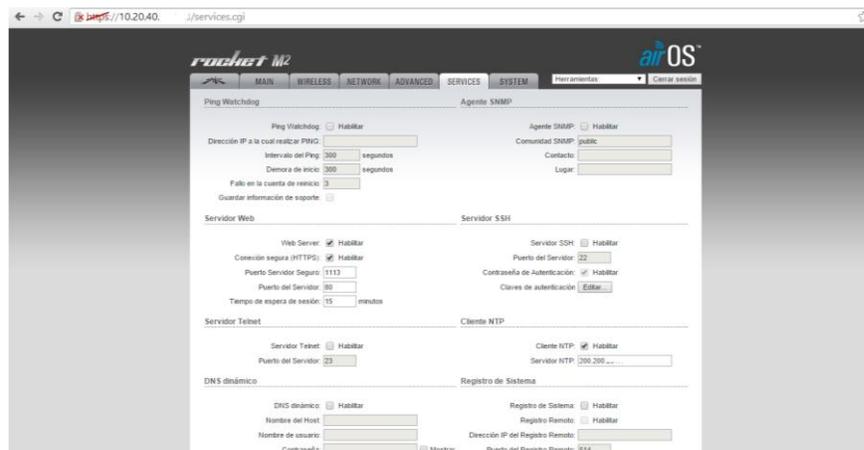
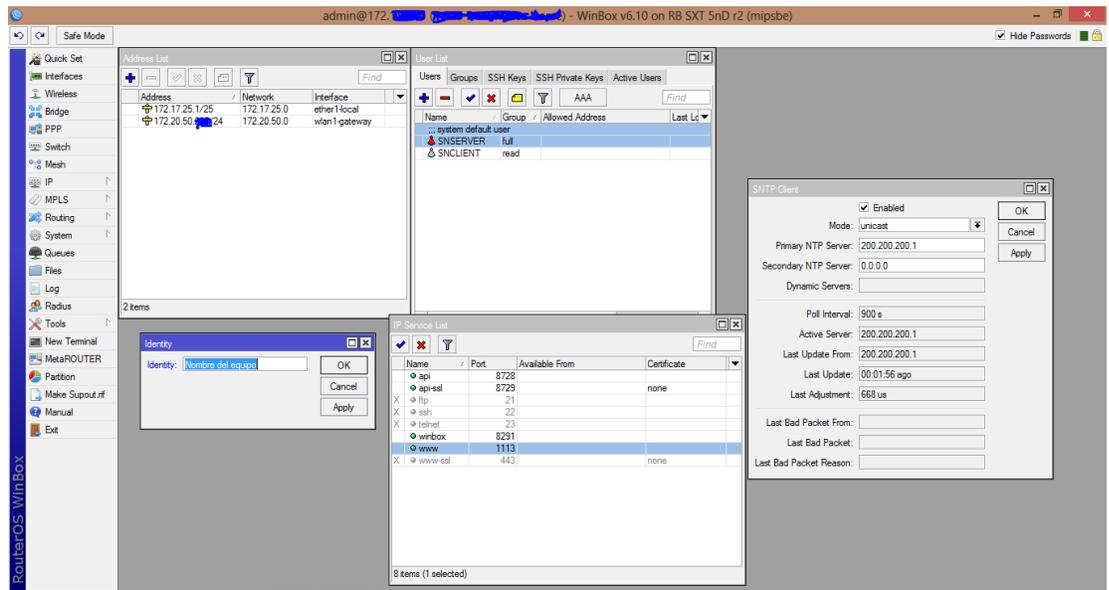


Figura 4.22: Configuración actual de equipo en Ubiquiti - Services

Fuente: Gabriela Aracely Saona V.



**Figura 4.23:** Configuración actual de equipo en Mikrotik

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

#### 4.4. Configuración de la herramienta Graphing para los puntos de acceso

La herramienta Graphs de monitoreo de consumo de la red permitirá tener un histórico de consumo de los diferentes puntos de acceso y clientes en la red, para la configuración de esta herramienta se habilito el servicio www (puerto 1113) ya que estaba inhabilitado y de esta manera poder ver los gráficos vía web.

Luego se realiza la configuración efectiva de la herramienta dando como resultado los gráficos de todos los puntos de acceso, de la siguiente manera:

#### 4.4.1. /Tool/Graphing/

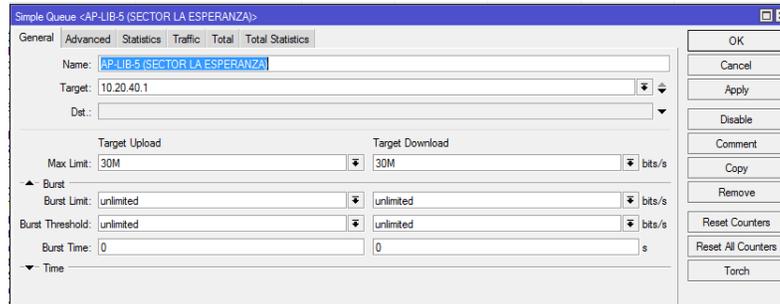
#### Interface Graphing rules

Formato para la visualización de los gráficos vía web es la siguiente:

Http://Ip\_del\_servidor:1113/graphs/

Donde 1113: es el puerto para ver los gráficos vía web y ver las estadísticas de consumo externamente.

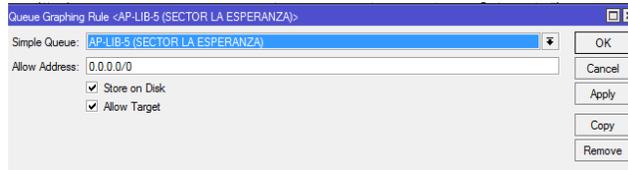
A continuación se procede a la agregación de cada punto de acceso a la lista de Queues simple con su respectiva Ip especificando el límite máximo de subida como el de bajada (30M) que va a ser consumo máximo para ese AP.



**Figura 4.24:** Configuración en el Queues

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Y luego su respectiva configuración en Queues Rule de cada Punto de acceso para que muestre todos los APs y clientes de la red.



**Figura 4.25:** Configuración en el Queues Rule

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Obteniendo como resultado final la lista de los puntos de acceso de la red con su respectiva grafica de cada uno y por ende la gráfica del consumo de la red en general.



**Figura 4.26:** Resultado de la configuración de la herramienta Netwacht

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Para lograr este cometido se realizaron varias pruebas ya que en primera instancia el hecho de estar en una red híbrida con equipos Mikrotik como Ubiquiti hacían complicada la configuración.

#### 4.4.2. Graphing general de la red por interfaces

En los siguientes gráficos se muestra el resultado y las estadísticas de consumo según lo que se elija, ya sea un punto de acceso, cliente o el consumo de toda la red según la interfaz que se elija.

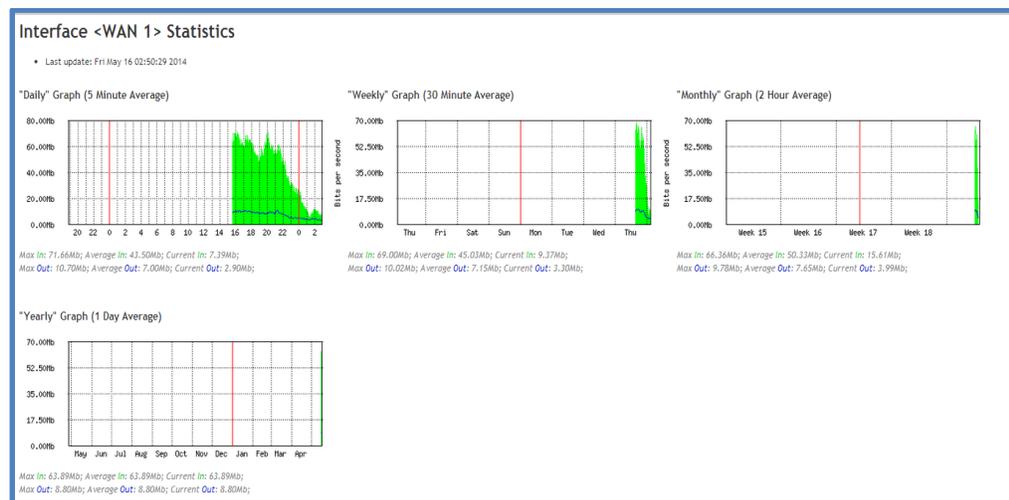
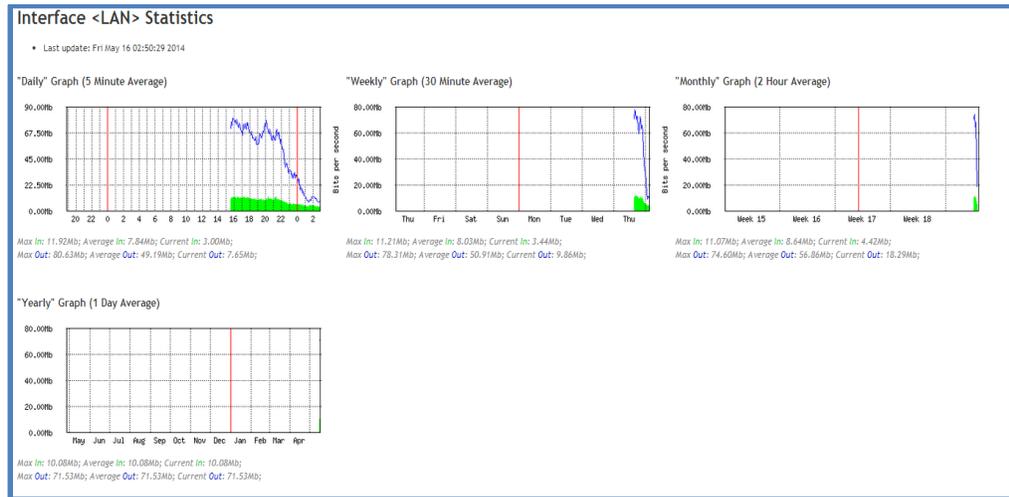


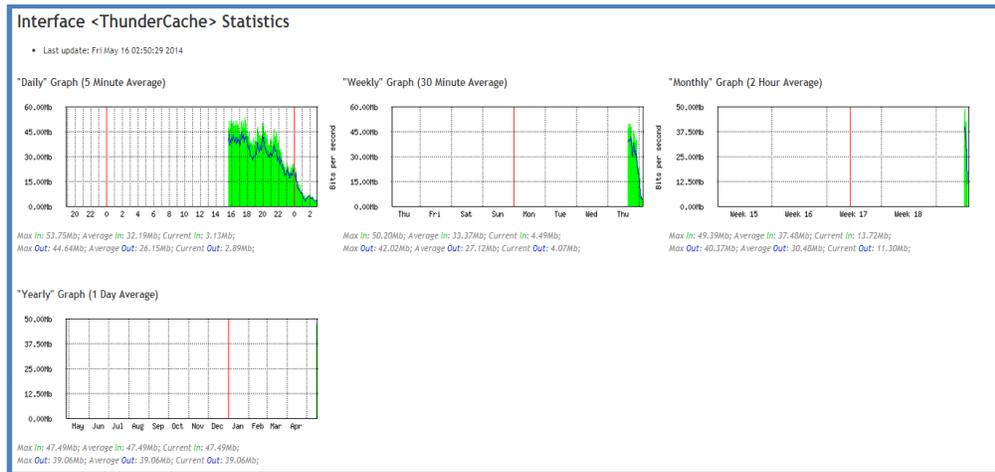
Figura 4.27: Graphing de la interfaz WAN de Router Core

Fuente: Gabriela Aracely Saona V.



**Figura 4.28:** Graphing de la interfaz LAN de Router Core

Fuente: Gabriela Aracely Saona V.



**Figura 4.29:** Graphing del servidor Thundercaché

Fuente: Gabriela Aracely Saona V.

### 4.4.3. Graphing general de la red por Puntos de Acceso



Figura 4.30: Graphing de la Puntos de acceso

Fuente: Gabriela Aracely Saona V.

### 4.4.4. Re direccionamiento de clientes cámaras

Se habilita las reglas de redireccionamiento de cámaras para que los clientes tengan salida hacia el exterior y puedan visualizar sus cámaras desde cualquier lugar.

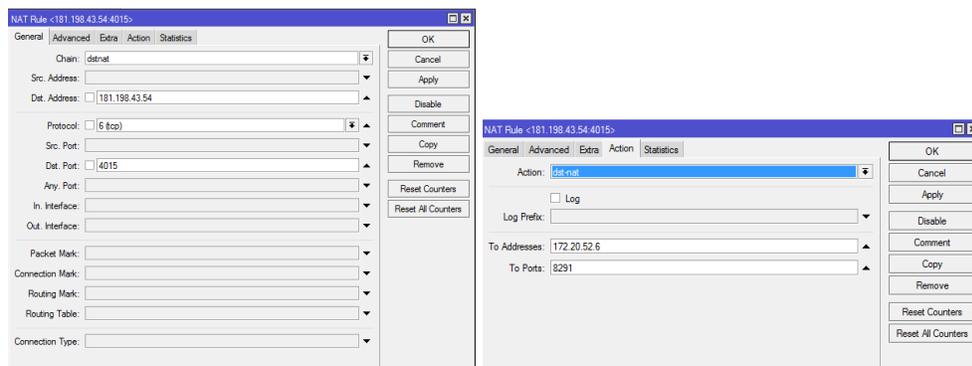
En el siguiente cuadro se grafica la configuración del filter rules para la protección de intrusos y dns.

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port	In. Inter...	Out. Int...	Bytes	Packets
0	acc...	forward								223.1 GiB	297 594 ...
1	acc...	forward								24.3 MiB	197 321
2	drop	forward								13.2 MiB	284 192
3	acc...	input			1 (c...					8.3 MiB	74 480
4	acc...	input								263.0 MiB	2 967 589
5	acc...	input								0 B	0
6 X	drop	input						WAN 1		342.4 MiB	2 769 567

**Figura 4.31:** Reglas de Firewall

Fuente: Gabriela Aracely Saona V.

A continuación se agrega las reglas de nat para el redireccionamiento de puertos para las cámaras de los clientes



**Figura 4.32:** Redireccionamiento de los clientes

Fuente: Gabriela Aracely Saona V.

#	Action	Chain	Src. Address	Dest. Address	Proto.	Src. Port	Dest. Port	In. Inter.	Out. Int.	Bytes	Packets
0	mas...	srcnat						WAN 1	WAN 1	468.9 MB	7.291.560
1	!-dst...	dstnat			6 tcp		100	WAN 1		0 B	0
2	!-dst...	dstnat			6 tcp		8150	WAN 1		0 B	0
3	!-dst...	dstnat			6 tcp		2012	WAN 1		9.0 KB	178
4	!-dst...	dstnat			6 tcp		8670	WAN 1		107.9 KB	1.788
5	!-dst...	dstnat			6 tcp		11500	WAN 1		16.8 KB	269
6	!-dst...	dstnat			6 tcp		11501	WAN 1		0 B	0
7	!-dst...	dstnat			6 tcp		11502	WAN 1		0 B	0
8	!-dst...	dstnat			6 tcp		2002	WAN 1		0 B	0
9	!-dst...	dstnat			6 tcp		9000	WAN 1		120 B	3
10	!-dst...	dstnat			6 tcp		2015	WAN 1		4980 B	79
11	!-dst...	dstnat			6 tcp		2016	WAN 1		0 B	0
12	!-dst...	dstnat			6 tcp		8010	WAN 1		0 B	0
13	!-dst...	dstnat			6 tcp		37777	WAN 1		21.0 KB	338
14	!-dst...	dstnat			17 fu...		37778	WAN 1		5.3 KB	78
15	!-dst...	dstnat			6 tcp		1554	WAN 1		0 B	0
16	!-dst...	dstnat			6 tcp		90	WAN 1		0 B	0
17	!-dst...	dstnat			6 tcp		110	WAN 1		7.3 KB	128
18	!-dst...	dstnat			6 tcp		8010	WAN 1		0 B	0

Figura 4.33: Clientes con su respectiva redirección

Fuente: Gabriela Aracely Saona V.

#### 4.5. Sistema de colas simples

En esta sección se realizó la respectiva configuración de control de ancho de banda para cada uno de los clientes. En donde:

**Name:** Identificador de la cola simple.

**Target:** Permite definir la dirección IP a la que se aplicará la regla de cola.

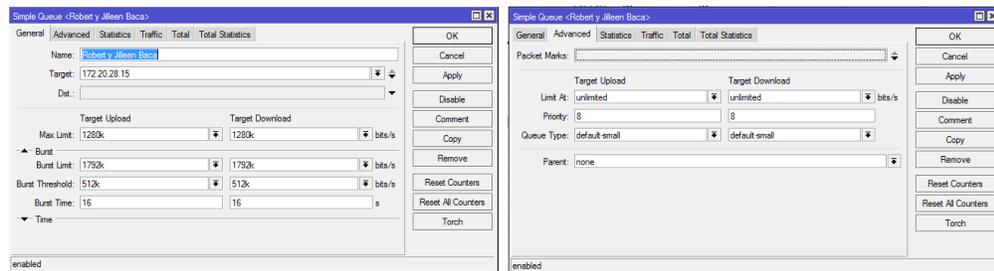
**Max Limit:** Reduce el máximo ancho de banda disponible.

**Burst Limit:** Máxima velocidad de datos de carga y descarga que se puede llegar.

**Burst Thershold:** Cuando la velocidad de datos promedio está por debajo de este valor (ráfaga permitida), tan pronto como la velocidad de datos promedio llegar a ese valor (ráfaga negada). Para el uso óptimo del Burst este valor debe ser sobre el valor límite y por debajo del max-limit.

**Burt Time:** Período de tiempo, en segundos, durante el cual se calcula la tasa de datos de carga y descarga promedio.

**Limit At:** Velocidad de datos de carga y descarga que está garantizado para un objetivo.



**Figura 4.34:** Configuración de Simple Queues

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Cabe recalcar que las configuraciones y el ancho de banda total de la empresa descrito están basadas en una demanda de alrededor de 400 clientes como base mínima, esta cantidad de clientes puede variar con el paso del tiempo.

# **CAPÍTULO 5**

## **IMPLEMENTACIÓN**

### **5. IMPLEMENTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

En el siguiente capítulo se detalla todo el proceso correspondiente a la implementación del proyecto, que conlleva realizar varias pruebas; para así conseguir la ejecución idónea para el correcto funcionamiento de toda la red y cumplir todos los objetivos establecidos, y por ende demostrar que la hipótesis es válida.

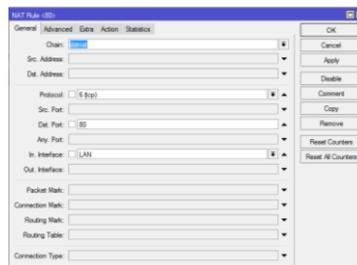
## 5.1. Activación del servidor Thundercaché

Antes de la activación se tiene que tener instalado y configurado el servidor (Anexo 5). Para empezar con la activación, se efectuará la primera configuración en el firewall/nat como se detalla en los cuadros siguientes:

### NAT

#### NAT RULE

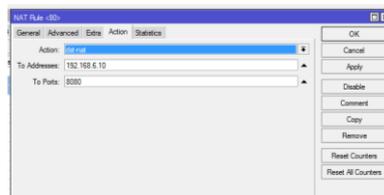
Primero se configura la cadena dstnat, luego el protocolo (6) TCP, se asigna el puerto 80 como puerto de red interno, luego la interfaz de entrada a la red interna llamada LAN.



**Figura 5.1:** Redirección de tráfico

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Luego se especifica la acción a seguir en este caso dstnat se especifica la dirección del Thundercaché 192.168.6.10 y se redirecciona el tráfico interno hacia el puerto http 8080. Con esto se culmina la configuración en el NAT para continuar con /firewall/mangle



**Figura 5.2:** Redirección de tráfico

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

## MANGLE

### MANGLE RULE

Se configura la cadena **prerouting** para alterar los paquetes recibidos por medio de la interfaz de red antes de que sean dirigidos por medio del protocolo TCP al puerto 80.



**Figura 5.3:** Regla de mangle - General

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

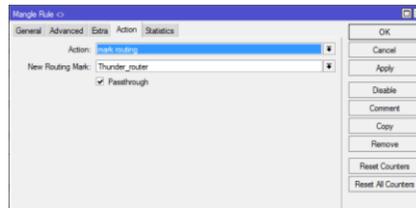
Luego se agrega la MAC del servidor cache para que también pueda ser identificado por esta.



**Figura 5.4:** Regla de Mangle - Advanced

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

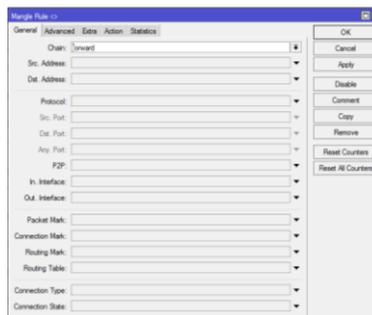
Se elige la acción **mark routing** para que los paquetes marcados salgan por el Thundercaché y no utilicen otra conexión.



**Figura 5.5:** Regla de Mangle - Action

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Se crea otra regla de mangle con la cadena forward para marcar los paquetes recibidos en la interfaz de red y enviarlos a otra, en este caso al Thundercaché.



**Figura 5.6:** Segunda regla de Mangle

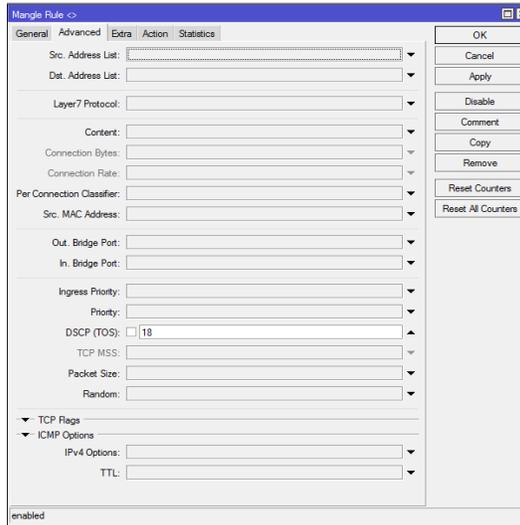
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Aquí colocamos el número 18 en el DSCP (TOS), ese es el valor que vino por defecto en la configuración del Thundercache.



**Figura 5.7:** Configuración de QoS del servidor Cache

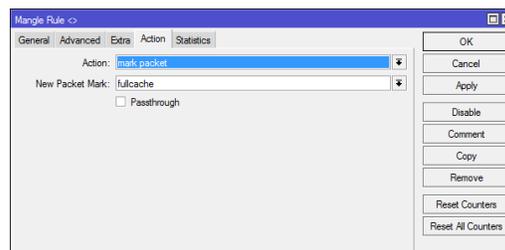
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura 5.8:** Regla de Mangle – DSCP (TOS)

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Seleccionamos **mark packet** en acción, ya que lo que haremos será "marcar paquetes", y en New packet mark escribimos el nombre con el que se lo identificará, en este caso full caché. Quitamos el check en Passthrough, así se evitara que los paquetes marcados se vuelvan a marcar por cualquier otra regla debajo de esta.



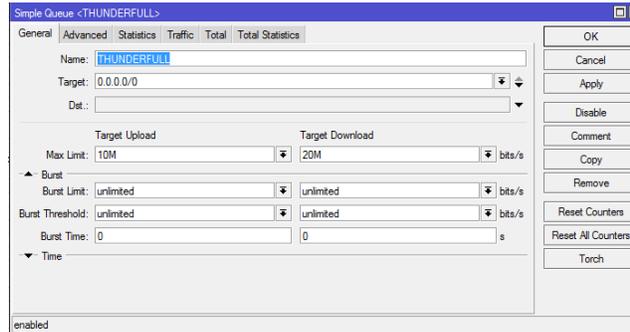
**Figura 5.9:** Pantalla de inicio del Sistema Operativo

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

## QUEUES

### SIMPLE QUEUES

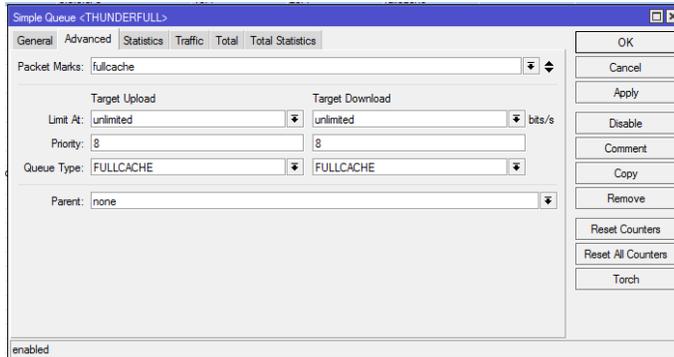
En el siguiente paso se configura el **Simple Queues** en el que asignamos un nombre a la regla y especificamos el objetivo al que vamos a aplicar, en este caso todos los segmentos de Ips posibles dentro de la LAN (0.0.0.0/0) y por ultima determinamos el límite máximo de subida (10M) y el límite máximo de bajada (20M) según el marcado de paquetes de las reglas anteriores.



**Figura 5.10:** Simple Queues

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Luego en la pestaña de Advanced configuramos el marcado de paquete de la regla de mangle y con esto todos los paquetes con la marca “fullcache” serán controlados por el Queues y pasados a la siguiente regla (Queues Type).

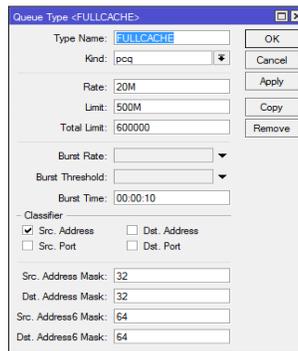


**Figura 5.11:** Simple Queues - Advanced

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

## QUEUES TYPE

En esta configuración se determina los límites máximos que podemos alcanzar con el Queues simple en donde pcq determina que todos los excesos de recursos se distribuyan equitativamente entre los equipos que lo necesiten, optimizando de esta manera el simple queues hacia el Thundercache.



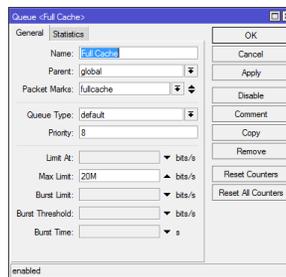
**Figura 5.12:** Queues Type

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

## QUEUES TREE

Ahora aquí se utiliza la regla de **fullcache** que se creó anteriormente para liberar el tráfico con el Queues.

Colocamos en Name un nombre para reconocer la regla, en Parent seleccionaremos global, según el flujo de paquete, global es la salida general del sistema, en Packet Marks, elegimos la marca que creamos, en este caso "fullcache" y por último en Max-Limit, 20M para fijar el límite a un máximo de 40Mbits/s o menos, para no saturar el ancho de banda de los puntos de acceso.



**Figura 5.13:** Queues Tree

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

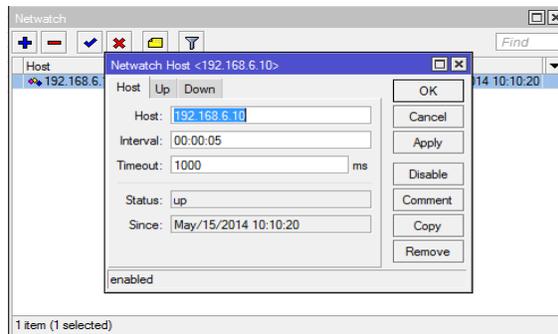
## 5.2. Configuración de la herramienta Netwatch

La ventaja de todo este proceso de re direccionamiento de Thundercache conlleva a una debilidad, que cuando por alguna razón el servidor cache falla o se apaga, nuestro router servidor no permitirá la salida a internet a toda la red interna por el re direccionamiento NAT que hace que todo el flujo interno pase por el Thunder; para esto realizamos el siguiente y último paso, el cual es generar un script para que se deshabilite automáticamente el NAT ante cualquier falla en el

servidor cache y se habilite de la misma manera cuando esté funcionando.

### **/Tools/Netwatch**

En el siguiente cuadro en Host colocamos la Ip de nuestro servidor cache, el intervalo se asigna en tiempo de espera para que el script tome la decisión en nuestro caso 5 seg.

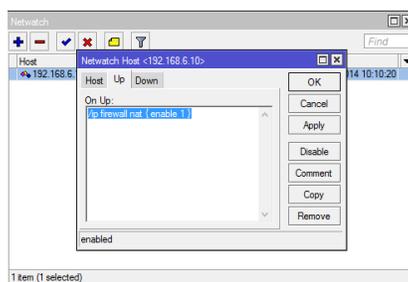


**Figura 5.14:** Simple Queues

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Luego se agrega el script en Up para habilitar el NAT y en Down para deshabilitarlo.

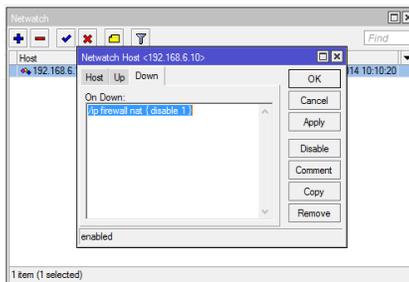
Script para habilitar la regla que esta en la posicion 1 del NAT: `/ip firewall nat { enable 1 }`



**Figura 5.15:** Herramienta Netwatch - Up

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Script para deshabilitar la regla que esta en la posicion 1 del NAT: /ip  
firewall nat { enable 1 }



**Figura 5.16:** Herramienta Netwatch - Down

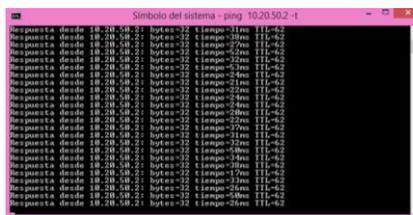
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Dando así por terminada la configuración y activación respectiva del servidor Thundercache.

### 5.3. Servidor Mikrowisp

Para la configuración del sistema Mikrowisp, tenemos que tener ya instalado el sistema operativo Debían, para así empezar con la instalación del Mikrowisp sobre este Sistema Operativo (Anexo 5).

Una vez listo el servidor y parametizado según las necesidades de la empresa, se realizan las pruebas de enlace con nuestro servidor y que funciona de forma correcta.



**Figura 5.17:** Midiendo los tiempos de respuesta del servidor Mikrowisp

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Aquí se muestra la pantalla principal del servidor presentando los resúmenes y log del sistema y de los puntos de acceso agregados.

The screenshot displays the Mikrowisp server management interface. The main content area is divided into several sections:

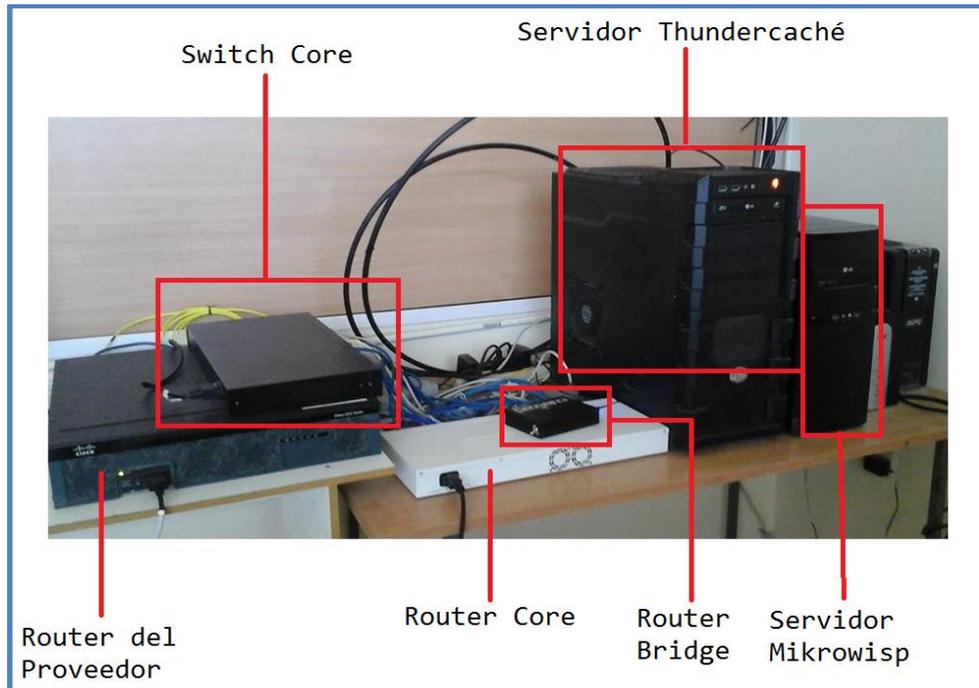
- Nodos - Router:** A table showing the status of three routers: ROUTER CORE (ONLINE), ROUTER CORE VALDIVIA (ONLINE), and ROUTER PUBLICO (ONLINE).
- Resumen de Pagos:** A table showing payment summaries for the three routers, with columns for 'Por Cobrar' and 'Cobrado'.
- Resumen de Clientes:** A table showing the number of active, suspended, and retired clients for each router.
- Resumen de Notificaciones:** A table showing notification counts for 'Aviso Correo', 'Aviso Pantalla', 'Publicidad', and 'Corte' for each router.
- Log del Sistema:** A log table with columns for 'Detalle', 'Usuario', 'Fecha', and 'Tipo', listing system events such as 'Revisó su Publicidad en Pantalla'.
- Lista de Emisores & Receptores:** A table listing network devices with columns for 'ID', 'Nombre', 'Equipo', 'Nº IP', 'Estado', and 'Nodo'. All listed devices are in the 'EN LINEA' state.

The interface includes a navigation menu at the top with options like 'Inicio', 'Configuración', 'Clientes', 'Notificaciones', 'Pagos', 'Facturas', and 'Soporte'. A search bar and a 'Chat Clientes (0)' button are also visible.

**Figura 5.18:** Servidor Mikrowisp

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

En la siguiente grafica se muestra la estructura física completa de la red principal de la empresa, quedando de la siguiente manera:



**Figura 5.19:** Red física principal de SalinasNet

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

#### **5.4. Instalación de repetidoras**

##### **Enlaces Punto a Punto y Puntos Multipuntos**

En esta sección se detalla la forma de cómo se monta estos enlaces; los cuales son uno de los pilares fundamentales en la implementación del presente proyecto. Los enlaces punto a punto son los encargados de la comunicación directa y dedicada entre repetidoras y nos permitirán de esta manera poder repetir la señal y poder brindar el servicio a las comunidades que lo requieran.

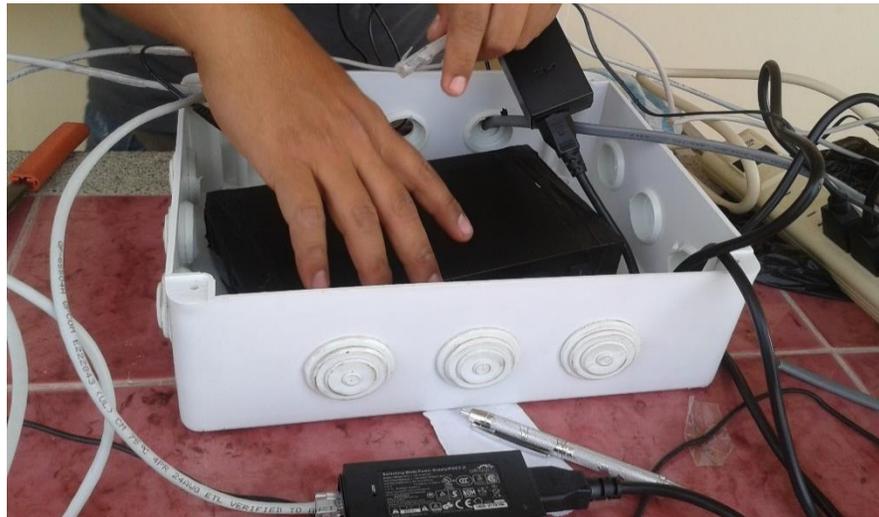
A continuación se presenta una de las repetidoras montada en un sector del cantón La Libertad, para dar servicio a tres sectores de este cantón, en cual se utilizó:

Para el enlace punto a punto un equipo Mikrotik RB911G-5HPnD como receptor, el cual va a ser el encargado de captar la señal desde nuestra repetidora principal, y para los enlaces multipunto



**Figura 5.20:** Repetidora San Vicente

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura 5.21:** Ubicación y conexión de equipos para la repetidora

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura 5.22:** Ubicación de equipos en repetidora

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

## **5.5. Instalación de clientes**

Para la instalación de clientes primero se realiza una inspección previa para ver el lugar de la instalación, los materiales extras que se van a utilizar, el tipo de equipo a instalar ya sea en 2.4 o 5.8 GHz., dependiendo en que sector se encuentre y que punto de acceso sería el indicado para enganchar al cliente.

En este caso se instaló un equipo Mikrotik SXT Lite 5, el cual trabaja en una frecuencia de 5.8 GHz., con su respectiva configuración se procedió al enganche del equipo CPE a la repetidora más cercana.



**Figura 5.23:** Ubicación del equipo CPE

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Una vez terminada la instalación y comprobar que el servicio este en las condiciones más optimas de enlace, se procede a agregarlo al servidor Mikrowisp; llenando toda la información del cliente para que este se encargue de la administración del mismo.

Registrar Nuevo Cliente	
Datos del Cliente   Plan - otros	
Router-Nodo ROUTER CORE	Nombre Jorge
N° IP 172.20	Fecha de Pago 2015-04-05
Ip Receptor 172.20	Correo jorge@gmail.com
Telefono 099	Mac 4C:5E:0C:39:68:CD
Fecha de Instalacion 2015-07-03	Cedula/DNI 09
Contraseña panel usuario k199bbh	
Direccion Pacoa, Monteverde	
Google Maps	
Guardar Cancelar	

**Figura 5.24:** Agregando nuevo cliente

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

The image shows a web application window titled "Editar Cliente" with a sub-tab "Plan - otros". The form contains the following fields and values:

- Plan de Internet: RESIDENCIAL 3
- Pago Mensual: 30
- Perfil Fullcache: (empty)
- Referencia: (empty)
- Coordenadas: undefined, undefined
- Antena Emisora: Sector Monteverde (11, 87, 3)
- Código pasarela de Pagos: (empty)
- Usuario Antena: (empty)
- Contraseña Antena: (masked with dots)
- Notificaciones:  Aviso en pantalla

Buttons for "Guardar" and "Cancelar" are located at the bottom right of the form.

**Figura 5.25:** Selección del plan y otros

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

## 5.6. Pruebas

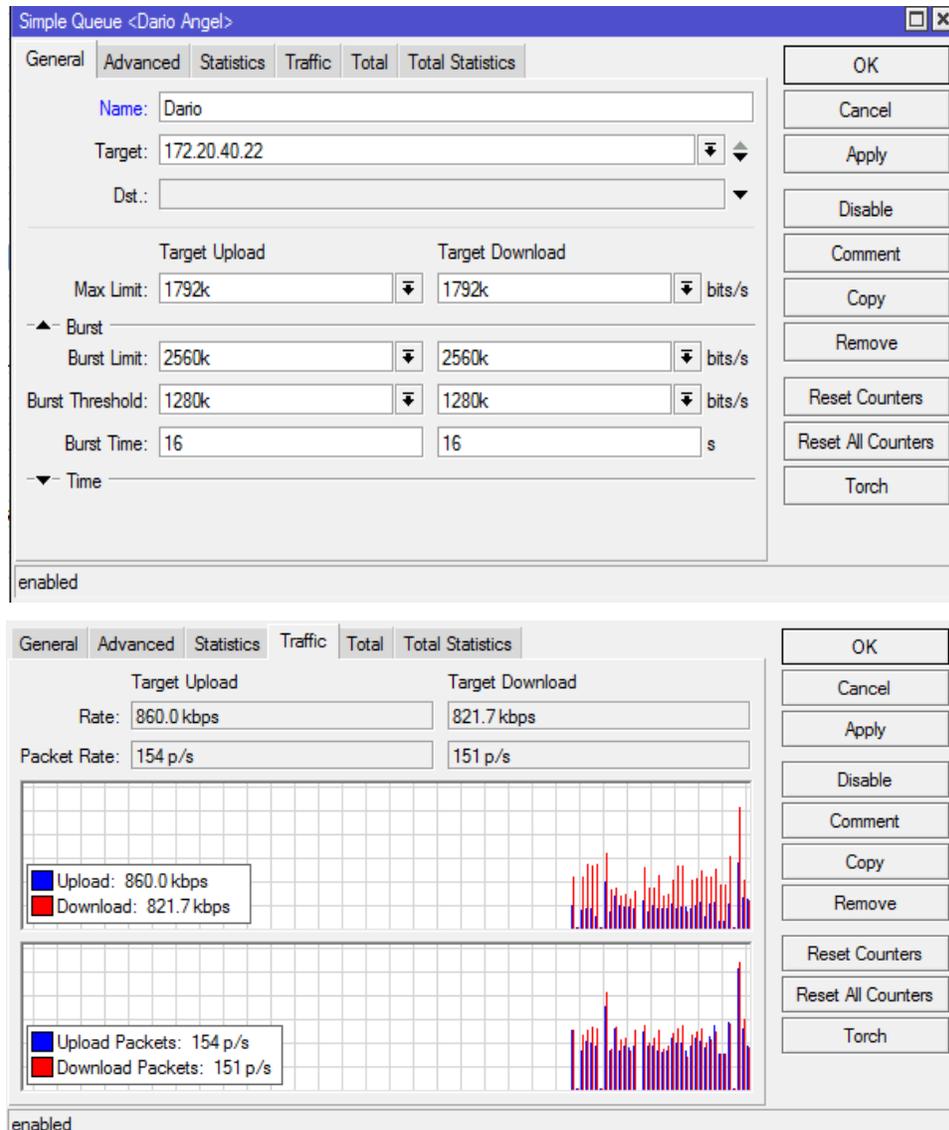
En esta sección se presenta las pruebas realizadas por cada segmento que integra toda la red, para comprobar que la red funciona y cumple con todos los objetivos, como de los enlaces punto a punto y puntos multipuntos, y reflejar las señales y calidad de servicio (CCQ) obtenidas por cada equipo.

### Servidor Mikrowisp

Las pruebas realizadas una vez instalado y configurado el servidor de administración de clientes, fueron muy satisfactorias, con este nuevo servidor se tendría un mayor control de todos los clientes, de una manera rápida y segura.

En la siguiente figura se muestra el control de ancho de banda que se crea en el router core una vez ingresado el cliente desde el servidor Mikrowisp, en donde:

Este cliente que mostramos va a tener 16 segundos de ráfaga con un canal de 2560 Kbps durante ese tiempo, pero si baja de 1280 Kbps vuelve a obtener sus 2560 Kbps por los 16 segundos caso contrario seguirá con 1792Kbps de consumo.



**Figura 5.26:** Control de ancho de banda en los clientes

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

A continuación se muestra como se realizaron las pruebas con un equipo cliente agregado correspondientemente al programa.

Nos dirigimos a un navegador de nuestra preferencia e ingresamos al programa, una vez creado el cliente, escogemos la opción Notificaciones y escogemos la pestaña que corresponda, en este caso enviarle una notificación de publicidad en pantalla, en la cual se especifica que tiene una factura pendiente por cancelar.

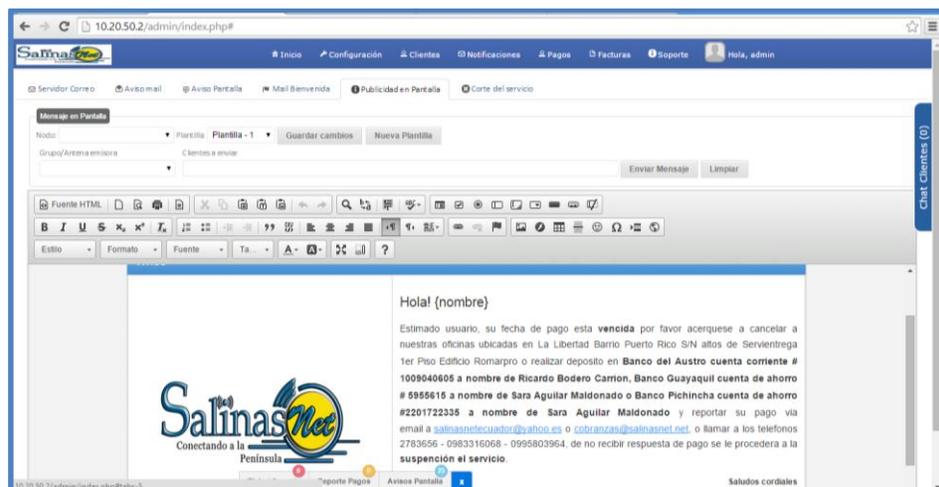
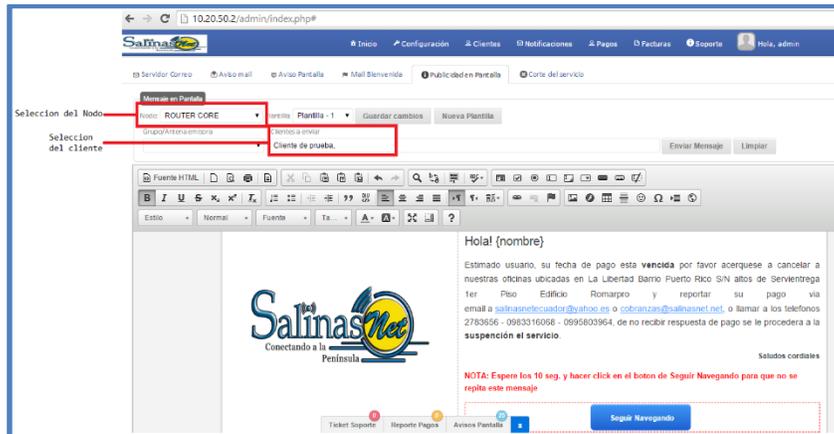


Figura 5.27: Envío de notificaciones

Fuente: Gabriela Aracely Saona V.

Luego escogemos el Nodo del cual sale el cliente y procedemos a buscarlo en la pestaña clientes a enviar; aquí podemos agregar el mensaje a cuantos clientes queramos o escoger todo el nodo si lo deseamos.



**Figura 5.28:** Selección del Nodo y cliente

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

## Resultado

Como resultado de la prueba con el servidor Mikrowisp, se obtuvo lo siguiente, una correcta visualización de los envíos de mensajes y por ende a la suspensión del servicio.

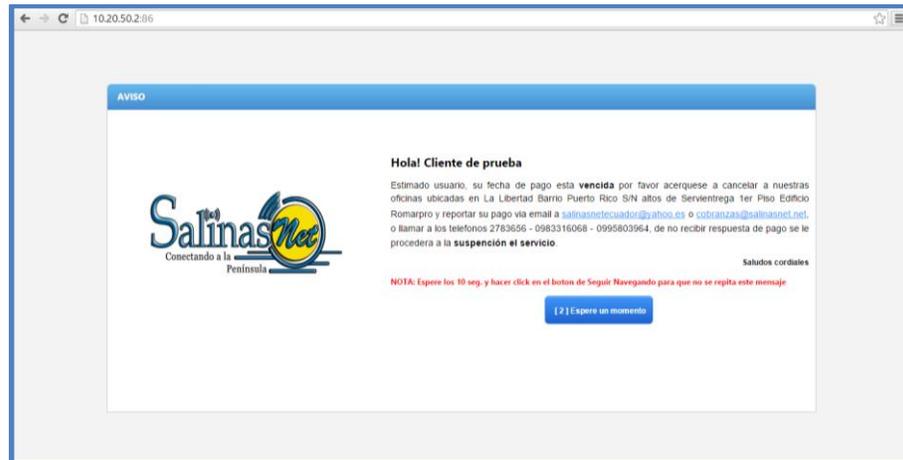
En la siguiente figura podemos observar en la lista de avisos que se encuentra nuestro cliente al que se le realizó la prueba.

ID	Nombre	Nº IP	Tipo	Nodo
146	Cliente de prueba	10.20.60.1	PUBLICIDAD	ROUTER CORE
145	[Nombre oculto]	172.20.28.3	PUBLICIDAD	ROUTER CORE

**Figura 5.29:** Listado de clientes aviso en pantalla

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

En esta siguiente figura podemos observar el mensaje de aviso que le llegó al cliente.



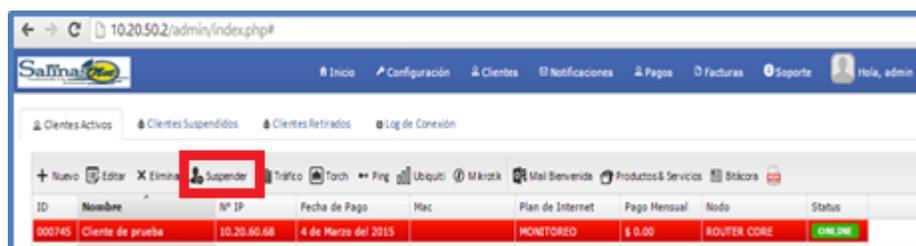
**Figura 5.30:** Resultado de aviso en pantalla

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

## Prueba 2

En la siguiente prueba se realizó el corte del servicio al mismo cliente, el cual dio como resultado lo siguiente.

Aquí vemos que nuestro cliente de prueba está en la lista de clientes activos, y para proceder con la suspensión del mismo se da click en el botón de suspender como lo muestra la siguiente figura.



**Figura 5.31:** Listado de clientes activos

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Ahora podemos ver que el cliente paso a la lista de clientes suspendidos.

ID	Nombre	Nº IP	Fecha de Pago	Mec	Plan de Internet	Pago Mensual	Nudo	Status
000384	...	172.20.20.1	5 de Agosto del 2014	...	RESIDENCIAL 4	\$ 40.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000048	...	172.20.29	20 de Enero del 2015	...	RESIDENCIAL 3	\$ 30.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000337	...	172.20.29	5 de Enero del 2015	...	RESIDENCIAL 3	\$ 30.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000104	...	180.180.7	30 de Noviembre del 2014	...	RESIDENCIAL 3	\$ 30.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000433	...	172.20.20	15 de Noviembre del 2014	...	RESIDENCIAL 3	\$ 30.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000461	Cindy Smith	10.12.13...	5 de Noviembre del 2014	...	RESIDENCIAL 3	\$ 30.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000745	Cuenta de prueba	10.20.60...	4 de Marzo del 2015	...	MONITOREO	\$ 0.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000281	...	172.20.27	20 de Enero del 2015	...	RESIDENCIAL 3	\$ 30.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000300	Dennis Anguani	172.20.30	5 de Septiembre del 2014	...	RESIDENCIAL 5	\$ 50.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000085	...	182.168.35	30 de Noviembre del 2014	...	RESIDENCIAL 1	\$ 25.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000108	...	170.170.50	5 de Septiembre del 2014	...	RESIDENCIAL 3	\$ 30.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000891	...	172.20.50	15 de Febrero del 2015	...	CORPORATIVO 6	\$ 300.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000481	...	172.20.17	20 de Enero del 2015	...	RESIDENCIAL 6	\$ 30.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000413	...	172.20.40	5 de Noviembre del 2014	...	PIVE 5	\$ 100.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000351	...	172.20.20.1	20 de Julio del 2014	...	RESIDENCIAL 1	\$ 30.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000422	...	172.20.50.1	5 de Septiembre del 2014	...	PIVE 5	\$ 100.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000171	Cyber Vane	172.20.20	30 de Noviembre del 2014	...	RESIDENCIAL 1	\$ 25.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000284	Case	172.20.20	5 de Diciembre del 2014	...	RESIDENCIAL 3	\$ 30.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000489	...	170.170.50	5 de Enero del 2015	...	RESIDENCIAL 3	\$ 30.00	ROUTER CORE	OFFLINE
000408	...	172.20.20	5 de Enero del 2015	...	RESIDENCIAL 3	\$ 30.00	ROUTER CORE	OFFLINE

Figura 5.32: Listado de clientes suspendidos

Fuente: Gabriela Aracely Saona V.

## Resultado

Aquí podemos ver el mensaje de corte que le aparece al cliente una vez suspendido el servicio.



Figura 5.33: Resultado de cliente suspendido

Fuente: Gabriela Aracely Saona V.

## Prueba de ahorro de ancho de banda con Servidor Thundercaché

Para el ahorro del ancho de banda al consumo general de la red, se procede a la instalación del servidor Thundercaché, en donde cómo podemos ver en la siguiente figura hay un ahorro del 56% en el consumo.



Figura 5.34: Servidor cache en funcionamiento

Fuente: Gabriela Aracely Saona V.

## Resultado

Y como resultado podemos ver el consumo de ancho de banda en las interfaces del router core, en donde intervienen:

INTERFACES	DESCRIPCION
Ether 2 LAN	Toda la red interna
Ether 3 Servidor Mikrowisp	Servidor de administración de clientes
Ether 4 Servidor Thundercaché	Servidor de ahorro de ancho de banda
Ether 1 WAN	Red WAN – Ips publicas

Tabla 5.1: Interfaces Router core

Name	Type	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)
R ether2 LAN	Ethernet	1590	91.2 Mbps	11.3 Mbps	14 593	8 044
R ether3 ServerWisp	Ethernet	1590	185.8 kbps	23.7 kbps	45	42
R ether4 ThunderCache	Ethernet	1590	22.6 Mbps	45.1 Mbps	6 033	11 506
R ether1 WAN1	Ethernet	1590	10.2 Mbps	71.2 Mbps	6 032	7 645
ether5	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0
ether6	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0
ether7	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0
ether8	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0
ether9	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0
ether10	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0
ether11	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0
ether12	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0
sfp1	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0
sfp2	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0
sfp3	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0
sfp4	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0

**Figura 5.35:** Interfaces activas en el Router Core

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

### Datos obtenidos en los enlaces Punto a punto

Una vez montados los equipos principales que realizaran el control de toda la red, se realizó la colocación de los enlaces punto a punto los cuales conectarán las repetidoras con el nodo principal y dar cobertura a los lugares a donde se quiere llegar.

La señal óptima y aceptable para un enlace punto a punto es de (-45 dBm) teniendo en claro que entre menor sea el número en dBm mejor será la señal para este enlace.

Y en cuanto a la calidad de servicio (CCQ), mientras más alto sea él % de este, mejor será la calidad del enlace para transmitir la señal.

Teniendo en claro estos conceptos, se presenta la siguiente tabla con los datos obtenidos de cada enlace punto a punto.

NOMBRE DE ENLACES	TIPO DE EQUIPO	SEÑAL (- dBm)	CCQ	MODO
LIBERTAD – SALINAS	Base Box 5	47	96,8%	BRIDGE
LIBERTAD - SANTA ELENA	Mikrotik RB911G-5HPnD	65	90,3%	BRIDGE
LIBERTAD - REAL ALTO	Mikrotik RB911G-5HPnD	64	90,0%	BRIDGE
LIBERTAD - EL CAPITAN	Mikrotik RB912	57	92%	BRIDGE
LIBERTAD – SAN VICENTE	Mikrotik RB911G-5HPnD	53	97%	BRIDGE
REAL ALTO - JAMBELI	Mikrotik RB911	46	100%	BRIDGE
JAMBELI - BARBASCAL	Mikrotik RB911G-5HPnD	69	90%	BRIDGE
SALINAS – PALMERAS	Mikrotik RBSXT	49	93%	BRIDGE
SANTA ELENA - ANCONCITO	NanoBridge M5	65	98%	BRIDGE
VALDIVIA - MANGLARALTO	Mikrotik RB911G-5HPnD	52	99%	BRIDGE
REAL ALTO - AYANGUE	Mikrotik RB911G-5HPnD	64	88%	BRIDGE
VALDIVIA – SINCHAL	Mikrotik RB911G-5HPnD	59	94%	BRIDGE

**Tabla 5.2:** Detalle de enlaces Punto a Punto – La Libertad

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

### Datos obtenidos en los enlaces Punto multipunto

En esta sección se detalla cada uno de los enlaces multipuntos en donde se muestra la señal y CCQ, entre otros datos.

REPETIDORA	SECTOR	TIPO DE EQUIPO	No. CLIENTES	SEÑAL (- dBm)	CCQ
LA LIBERTAD	SECTOR LA ESPERANZA	ROCKET M2	13	70	90,1%
	SECTOR 28 DE MAYO	ROCKET M5	25	75	50,0%
	SECTOR 6 DE DICIEMBRE	ROCKET M5	14	71	93,4 %
	SECTOR LA PROPICIA	NanoBridge M5	6	65	94,2 %
	SECTOR BALLEENITA 2	NanoStation M2	5	68	97,8 %
	SECTOR BALLEENITA 1	NanoBridge M5	7	73	89,6%
LIBERTAD SAN VICENTE	SECTOR SINAI	NanoStation M2	1	68	86,0%
	SECTOR COLINAS	MIKROTIK SXT G-5HPnD r2	2	63	83,4%

	SECTOR SAN VICENTE	MIKROTIK SXT G-5HPnD r2	10	74	88,2%
<b>SALINAS GOLETA</b>	SECTOR PALMERAS	NanoStation M5	7	75	95,8%
	SECTOR EDIF. PHOENIX	NanoStation M2	5	70	95,0%
	SECTOR RACING	NanoStation M2	5	76	98,4%
	SECTOR LABORATORIOS	ROCKET M5	31	73	95,9%
	Sector Hotel Colon	NanoStation M5	5	65	95,0%
	SECTOR MUEY	NanoBridge M5	7	77	93,0%
<b>SALINAS EL CAPITAN</b>	SECTOR SINDICATO DE SALES	NanoStation M2	3	66	86,0%
	SECTOR SAN LORENZO	NanoStation M5	12	71	97,6%
	Sector Italian Gourmet	NanoStation M5	4	72	94,0%
	Sector Puerto Lucia	MIKROTIK SXT G-5HPnD r2	8	74	80,0%
	SECTOR LA ITALIANA	MIKROTIK SXT G-5HPnD r2	10	71	83,5%
<b>SALINAS PALMERAS</b>	SECTOR H. EL TIBURON	NanoStation M5	12	70	97,6%
	SECTOR AEROPUERTO	NanoStation Loco M2	4	69	95,8%
<b>SANTA ELENA</b>	Sector Terminal	NanoStation M5	6	76	85,0%
	Sector Amantes de Sumpa	NanoStation M2	11	75	94,5%
	Sector Centro	ROCKET M5	23	74	96,6%
	Sector K1	ROCKET M5	12	70	95,9%
<b>REAL ALTO</b>	Sector Capaes	NanoStation M2	5	73	93,2%
	Sector San Pablo	MIKROTIK SXT G-5HPnD r2	1	71	87,3%
	Sector Monteverde	ROCKET M5	16	74	96,6%
<b>JAMBELI</b>	Sector Colonche	NanoStation M5	3	68	97,7%
<b>BARBASCAL</b>	Sector San Marcos	NanoStation M5 5,8	3	72	97,4%
	Sector Manantial	Mikrotik Basebox2	8	73	100,0%
<b>AYANGUE</b>	Sector Ayangue	NanoStation M5	3	60	90,96
<b>VALDIVIA</b>	Sector Valdivia	NanoStation M2	2	63	98,0%
<b>MANGLARALTO</b>	Sector Manglaralto	ROCKET M5	11	67	96,5%
	Sector Cadeate	Rocket M5	12	73	89,0%
<b>SINCHAL</b>	Sector Sinchal	NanoStation M5	7	68	99,3%
	Sector Sinchal 2	MIKROTIK SXT G-5HPnD r2	8	69	93,5%
	Sector Barcelona	MIKROTIK SXT G-5HPnD r2	9	75	98,5%
<b>ANCONCITO</b>	Sector Laboratorios ANC	NanoStation Loco M2	4	71	97,7%

**Tabla 5.3:** Detalle de enlaces Multipunto

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

### 5.7. Cálculo de desempeño del enlace

A pesar de las buenas características de los equipos escogidos para cada enlace y la línea de vista, es necesario calcular la potencia que entregará dicho enlace, esto permitirá la adaptación con sistemas de características y mejorará la implementación del proyecto.

Este cálculo permitirá sacar la potencia del receptor y por ende determinara la factibilidad del mismo, tomando en cuenta las ganancias y pérdidas del cable, antena, conectores y el medio ambiente.

### **Ganancia de la antena**

La ganancia de potencia de la antena se define como la dirección máxima de radiación. La unidad de ganancia (G) de una antena es el dB al ser una unidad de potencia.

$$G = 10 \log \frac{P_n}{P_{ref}}$$

En donde:

P<sub>n</sub>: Potencia de la antena

P<sub>ref</sub>: Potencia de referencia

Para los enlaces punto a punto se utilizará antenas Dish de la marca Ubiquiti modelo RD-5G30 con las siguientes características:

Model	RD-2G24	RD-3G26	RD-5G30	RD-5G30-LW	RD-5G34
Dimensions*	650 x 650 x 295 mm (25.6 x 25.6 x 11.61")	650 x 650 x 300 mm (25.6 x 25.6 x 11.81")	650 x 650 x 304 mm (25.6 x 25.6 x 11.97")	650 x 650 x 386 mm (25.6 x 25.6 x 15.2")	1050 x 1050 x 421 mm (41.34 x 41.34 x 16.57")
Weight**	9.8 kg (21.61 lb)	9.8 kg (21.61 lb)	9.8 kg (21.61 lb)	7.4 kg (16.31 lb)	13.5 kg (29.76 lb)
Frequency Range	2.3 - 2.7 GHz	3.3 - 3.8 GHz	5.1 - 5.8 GHz	5.1 - 5.9 GHz	5.1 - 5.8 GHz
Gain	24 dBi	26 dBi	30 dBi	30 dBi	34 dBi
HPOL Beamwidth	3.8° (RX Dish) 6.6° (TX Dish)	7° (6 dB)	5° (3 dB)	5.8° (3 dB)	3° (3 dB)
VPOL Beamwidth	3.8° (RX Dish) 6.6° (TX Dish)	7° (6 dB)	5° (6 dB)	5.8° (3 dB)	3° (6 dB)
F/B Ratio	50 dB (RX Dish) 65 dB (TX Dish)	33 dB	34 dB	30 dB	42 dB
Max. VSWR	1.6:1	1.4:1	1.4:1	1.6:1	1.4:1
Wind Loading	787 N @ 200 km/h (177 lbf @ 125 mph)			790 N @ 200 km/h (178 lbf @ 125 mph)	1,779 N @ 200 km/h (400 lbf @ 125 mph)
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)				
Polarization	Dual-Linear				
Cross-pol Isolation	35 dB Min.				
ETSI Specification	EN 302 326 DN2				
Mounting	Universal Pole Mount, Rocket Bracket, and Weatherproof RF Connectors Included				

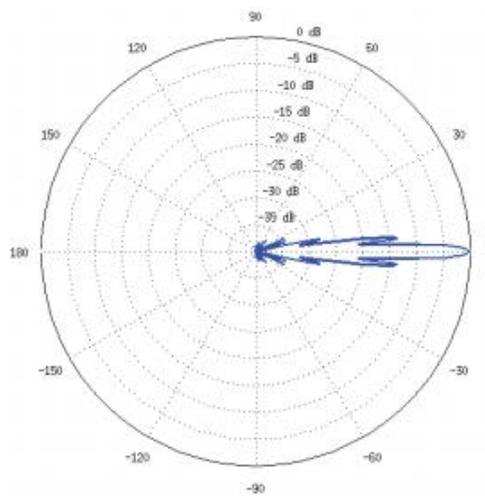
\* Dimensions exclude pole mount and Rocket (Rocket sold separately)  
 \*\* Weight includes pole mount and excludes Rocket (Rocket sold separately)

**Figura 5.36:** Características de la antena Dish RD-5G34

Fuente: Gabriela Aracely Saona V.

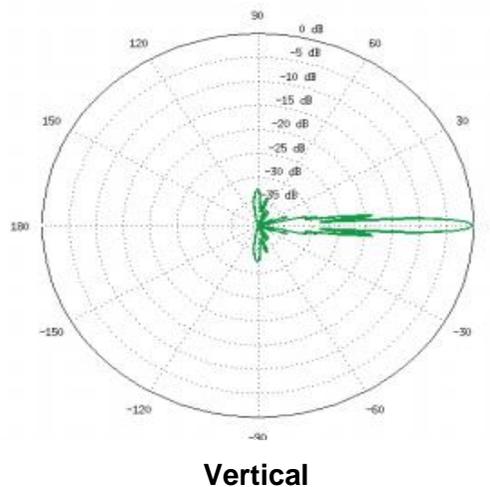
### Gráficos de radiación de la antena

*E-Plane, 5500 MHz*



**Horizontal**

### *H-Plane, 5500 MHz*



**Figura 5.37:** Gráficos de radiación de la antena

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

## **5.8. Documentación**

De acuerdo a los requerimientos que exige este proyecto, se realizó un manual de configuraciones para el buen funcionamiento de la red, en donde intervienen puntos de acceso punto a punto, multipuntos, servidores, equipos CPE y routers clientes. El siguiente manual se lo puede ver en los Anexos 5 y 6.

## **5.9. Demostración de hipótesis**

Conforme a los requerimientos generales de la red y a las pruebas realizadas en cada segmento de la red implementada, se pudo establecer un manejo y control eficiente de servidores, clientes, redes y ancho de banda de la empresa SalinasNet – Tuventura S.A., siendo considerado este proyecto para los propietarios de la empresa un gran beneficio para el departamento técnico como para el departamento administrativo de la misma.

## CONCLUSIONES

En el siguiente proyecto se presenta como se desarrolló la estructuración de la red para obtener un mejor rendimiento y eficacia en el servicio que ofrece la empresa Tuventura S.A., también se muestra cómo se obtuvo un mejor control y administración de todo el sistema, así como sus enlaces y clientes. Por lo tanto se puede concluir:

- Con la implementación de un router administrador con sistema operativo RouterOS de Mikrotik se logró una mejor administración de la red, creando reglas de cortafuego para evitar ataques a la red, tener un control de ancho de banda por medio de colas simple, servidor SNMP para tener sincronizada en hora y fecha toda la red, re direccionamiento de puertos para clientes que necesiten sistemas de seguridad por medio de cámaras, sistema Graphing para tener un historial de consumo de la red, ya sea por interfaz, por PTP, por PTMP o por cliente, y un sistema Netwatch para el envío de email sobre sucesos de pérdidas de conexión de enlaces que ocurran en la red para estar prevenidos y poder dar soluciones inmediatas.
- En la implementación de un servidor de almacenamiento de páginas y videos dinámicos Thundercaché se obtuvo un ahorro de ancho de banda de alrededor del 60% obteniendo con esto una mejora significativa al dejar de contratar capacidad de ancho de banda al proveedor viéndose reflejado en un ahorro económico para la empresa y mayor velocidad de acceso al internet a los clientes.

- Con la puesta en marcha del servidor administrador de clientes Mikrowisp se pudo obtener una base de datos completa de los clientes para la facturación, comunicación bidireccional, en la cual el cliente puede reportar fallas en el servicio, obtener información detallada de su facturación o la adquisición de nuevos servicio, herramientas de notificación, envío de publicidad y suspensión de servicio cuando fuere necesario.
- Con el cambio del sistema PTP a equipos RouterOS de Mikrotik se obtuvo un incremento en la capacidad de transmisión de datos, obteniendo una mejora en la calidad del servicio al cliente detrás de las repetidoras, y esto dio paso a la ampliación de la cobertura que en principio se tenía, se pudo levantar nuevos puntos a largas distancias siendo estos muy estables.

## RECOMENDACIONES

Conforme a las conclusiones y pruebas realizadas en la implementación del sistema de red estructurado se recomienda:

- Para los enlaces punto a punto se recomienda la ubicación de Antenas de mayor ganancia y radios con potencia máxima debidamente aceptada dentro del espectro radioeléctrico que no sobrepase los estándares de la frecuencia 5.8 GHz.
- En el sistema Mikrowisp se recomienda el levantamiento de un enlace de VPN desde el nodo central en la Libertad hacia el nodo secundario independiente de Valdivia para tener un control total de este punto así como se realiza de manera local.
- Con el servidor Thundercaché se recomienda que para mayor almacenamiento de páginas y videos dinámicos se debe tener actualizado tanto de hardware como el software para estar a la par con el incremento de cliente.
- Se recomienda mantener actualizada la versión del sistema operativo RoterOs y firmware del router Core para que el servidor Mikrowisp tenga todas sus funciones debidamente activas.
- Se recomienda la ubicación de nuevas repetidoras en la parte urbana de La Libertad, Salinas y Santa Elena, para evitar la interferencia tanto físicas o radio frecuencias de otros proveedores, debido a que en ciertos lugares no se ha obtenido total cobertura de la misma.

- Se recomienda en un corto plazo cambiar el switch actual Switch Lanpro LP-SGW2404F del nodo central a un switch CRS226-24G-2S + IN para soportar mayor tráfico en la red por su alta capacidad de memoria y procesamiento, crear tantas VLans por puertos y como sean necesarias, y al ser de la misma familia RouterOS tendría una compatibilidad al 100% con el Router Core.
- Para el nodos secundario de Valdivia se recomienda el cambio del switch actual Switch Lanpro LP-SGW2404F por un switch CCR1036-12G-4S-EM para obtener mejoras significativas en la administración de VLans, puertos y control de ancho de banda; fortaleciendo el gestionamiento de la red.

## BIBLIOGRAFÍA

Di Rienzo Víctor, Pica Gustavo, Roche Emilio. (2008). *Implementación de una red para la empresa Royal Tech. (Proyecto de trabajo final de carrera Ingeniería en Telecomunicaciones). Universidad Blas Pascal, Córdoba, Argentina.*

José A. Morgado B., María Plana N., Augusto Jiménez G., José Ferrer G. (2005-2006). *Instalación física y lógica de una red cableada e inalámbrica en un aula. Obtenido de <http://informatica.iescuravalera.es/iflica/gtfinal/libro/index.html>*

Juan Carlos Huamán Chacaliaza. (2012). *Redes informáticas. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/86039433/Redes-Informaticas#download>*

Kioskea. (2014). *Tipos de rede. Obtenido de <http://es.kioskea.net/contents/257-tipos-de-redes>*

Mikrotik wiki. (2008). *Documentación de Mikrotik. Obtenido de [http://wiki.mikrotik.com/wiki/Main\\_Page](http://wiki.mikrotik.com/wiki/Main_Page)*

Mikrotik. (2015). *Routers & Wireless. Obtenido de <http://www.mikrotik.com/>*

Mikrowisp. (2015). *Soporte & Wiki. Obtenido de <http://mikrowisp.net/clientes/knowledgebase.php>*

Ryohnosuke. (2015). *Foro de experiencias en Mikrotik. Obtenido de <http://www.ryohnosuke.com/foros/index.php>*

# ANEXOS

## Anexo 1

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ROUTER ADMINISTRADOR

# Cloud Core Router

CCR1036-12G-4S



CCR1036-12G-4S is an industrial grade router with cutting edge 36 core CPU! Unprecedented power and unbeatable performance - this is our new flagship device, the Cloud Core Router (CCR1036). If you need many millions of packets per second - Cloud Core Router with 36 cores is your best choice.

The device comes in a 1U rackmount case, has four SFP ports, twelve Gigabit ethernet ports, a serial console cable and a USB port.

The CCR1036-12G-4S has two DDR3 SODIMM slots, by default it is shipped with 4GB of RAM, but has no memory limit in RouterOS (will accept and utilize 16GB or more).



#### New generation CPU

- 36 core CPU
- 1.2GHz clock per core
- 12 Mbytes total on-chip cache
- State of the art TILE GX architecture

#### Highest performance

- 8 mpps standard forwarding
- 24 mpps fastpath forwarding (wire speed for all ports)
- Up to 16Gbit/s throughput

#### Full set of features

- 1U rackmount case
- 12x Gigabit ports
- 4x SFP ports
- Color touchscreen LCD
- Ports directly connected to CPU

CPU	Tilera Tile-Gx36 CPU (36-cores, 1.2GHz per core)
Memory	Two SODIMM DDR3 slots, 2x 2GB DDR3 10600 modules installed
Ethernet	Twelve 10/100/1000 Mbit/s Gigabit Ethernet with Auto-MDIX
SFP	Four 1.25G Ethernet SFP cage (Mini-GBIC, SFP module not included)
Expansion	microUSB port, host and device mode
Storage	1GB Onboard NAND
Serial port	One DB9 RS232C asynchronous serial port
Extras	Reset switch; speed controlled fan; beeper; voltage, current and temperature monitoring
Power options	IEC C14 standard connector 110/220V (PSU included), up to 60W power consumption
Board dimensions	355x145mmx55mm
Temperature	Max ambient temperature 50° @ 1.2GHz; 70° @ 1GHz CPU core frequency
OS	MikroTik RouterOS v6 (64bit), Level 6 license
Included	Router in a 1U case with LCD, PSU, power cable, usb cable

## Anexo 2

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ROUTER BRIDGE

# RB850Gx2

The RB850Gx2 is a five port Gigabit ethernet router. Comparing to the RB450G, the RB850Gx2 is much faster, with a dual core CPU, yet it still retains the same form factor, and will fit into the same enclosures.

The device is powered by a 500MHz P1023 PPC CPU, and also includes a temperature sensor and voltage monitor.

The RB850Gx2 is powered by RouterOS - the operating system, which will turn this powerful system into a highly sophisticated router, firewall or bandwidth manager.

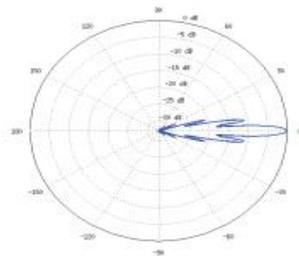
Model	RB850Gx2
CPU	P1023 533MHz (Dual core)
Memory	512MB DDR3 667MHz RAM
Data storage	512MB NAND memory chip, microSD slot
Ethernet	Five 10/100/1000 Mbit/s Gigabit ports with Auto-MDIX, Hardware switch chip and port mirror support
Extras	Reset switch, beeper, voltage and temperature monitors
Serial port	One DB9 RS232C asynchronous serial port
LEDs	Power, NAND activity, 5 user LEDs
Power options	PoE: 8-28V DC on Ether1 (Non 802.3af). Jack: 8-28V DC
Dimensions	90mm x 115mm, 105 g
RouterOS License	Level5

### Anexo 3

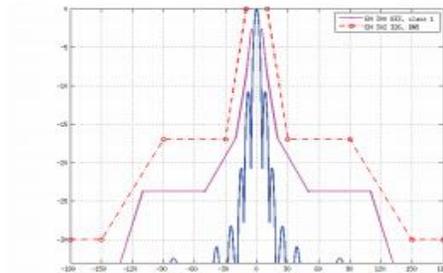
## INFORMACIÓN DE LA GANANCIA DE ESPECTRO DE LA ANTENA DISH

### RD-5G30 Antenna Information

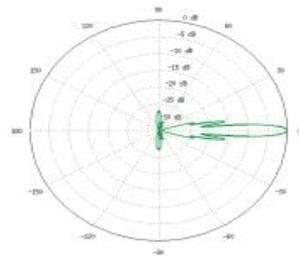
E-Plane, 5500 MHz



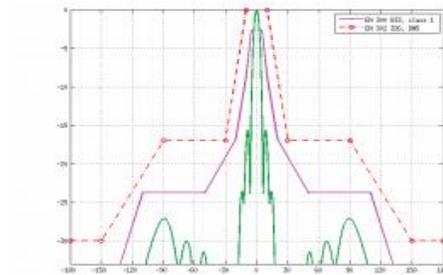
E-Plane Specs



H-Plane, 5500 MHz

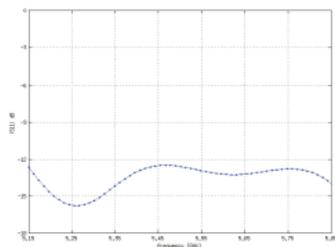


H-Plane Specs

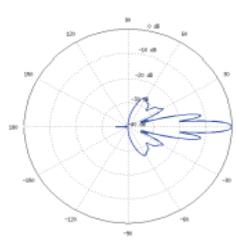


### RD-5G30-LW Antenna Information

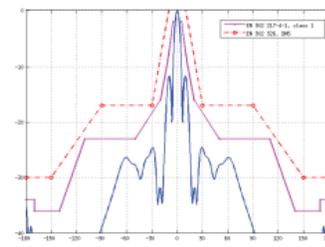
Return Loss



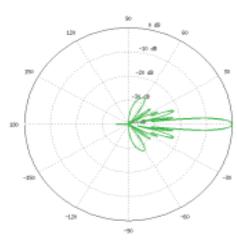
E-Plane, 5500 MHz



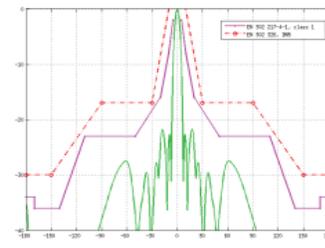
E-Plane Specs



H-Plane, 5500 MHz

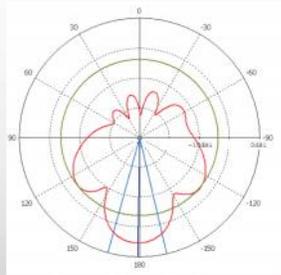


H-Plane Specs



## Anexo 4

### CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS PUNTOS DE ACCESO



25° beamwidth in all polarizations

## SXT G<sub>-5HnD</sub>

SXT G is a low cost, high speed 5GHz outdoor sector AP, with a Gigabit port, to fully utilize the capacity of 802.11n. At 25° degree beamwidth, you can conveniently create sector setups with a few client devices because this device comes with an AP license (Level4).

SXT G can also be used for point to point links or as a CPE for point to multipoint installations.

Complete with a ready to mount enclosure and built-in 16dBi antenna, the package contains everything you need to make a sector AP, point to point link, or connect to an AP.

Features	G-5HnD (Gigabit, 5Ghz, High power wireless, 802.11n, Dual-chain)
CPU	Atheros AR7241 400MHz CPU
Memory	32MB DDR SDRAM onboard memory
Ethernet	One 10/100/1000 Gigabit Ethernet port, L2MTU frame size up to 4076
Wireless cards	Onboard dual chain 5GHz 802.11a/n Atheros AR9280 wireless module; 10kV ESD protection on each RF port
Extras	Reset switch, beeper, USB 2.0 port, voltage and temperature monitors
LEDs	Power LED, Ethernet LED, 5 wireless signal LED
Power options	Power over Ethernet: 8-30V DC Packaged with 24V DC 0.8A power adapter and passive PoE injector
Dimensions	140x140x56mm. Weight without packaging, adapters and cables: 265g
Power consumption	Up to 7W
Operating Temp	-30C .. +80C
OS	MikroTik RouterOS, Level4 license
Package contains	SXTG wireless device with integrated antenna, pole mounting bracket, mounting ring, Gigabit PoE injector, power adapter, quick setup guide
Certifications	FCC, CE, ROHS
Antennas	Dual polarization 5GHz antenna, 16 ±2 dBi, -35 dB port to port isolation
Beamwidth	3 dB Beam-Width, H-Plane, typ. 25 ° 3 dB Beam-Width, E-Plane, typ. 25 °
TX power	802.11a: 26dBm @ 6Mbps to 22 dBm @ 54 Mbps 802.11n: 25dBm @ MCS0 to 18dBm @ MCS7
Modulations	OFDM: BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM DSSS: DBPSK, DQPSK, CCK

## Anexo 5

### INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE DE LA RED

#### Instalación de equipamiento principal

En este punto detallamos paso a paso como se realizó el armado de la red, empezando por el montaje de los nuevos equipos y acoplarlos de forma correcta a la red, por que cabe recalcar que el siguiente proyecto se lo realizo en una red activa con un número considerable de clientes, y debido a esto se tuvo que tener cuidado con las conexiones para no causar caídas muy prolongadas en el servicio que ofrece la empresa.

#### Router Mikrotik RB850Gx2

En primer lugar empezamos con el armado del Router Mikrotik RB850Gx2, el cual es el que nos va a servir de bridge entre nuestro proveedor y el Router Core; el cual ira conectado desde nuestro proveedor mediante fibra óptica para dar mejor eficiencia a todo el paso de ancho de banda contratado.



**Figura:** Partes y piezas del Router Mikrotik RB850Gx2

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura:** Armado del Router Mikrotik RB850Gx2

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

### **Router Core CCR1036-12G-4S**

Basandonos en el diseño de red planteado para este proyecto nuestro router principal sera remplazado por uno mas eficiente y robusto el cual ira conectado a nuestro router bridge, y sera reubicado en la oficina, estaba en la parte alta del edificio; esto se recomendo para tener mejor control de los equipos y mayor seguridad ante cualquier tipo de acontecimiento.



**Figura:** Caja de interperie donde se alojaban los equipos principales

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura:** Router principal anterior

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura 5.5:** Router principal actual  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

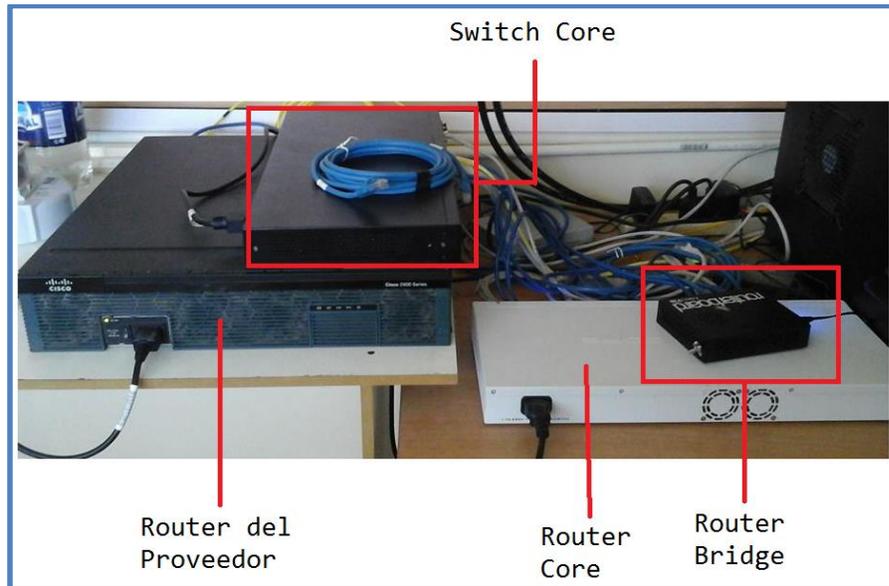
#### **Switch Lanpro LP-SGW2404F**

De la misma manera el switch que se tenía anteriormente fue reemplazado por uno más eficiente, el cuenta con 24 puertos + 4 puertos gigabit de fibra óptica, el cual es totalmente administrable y también brinda alta seguridad a la red.



**Figura:** Switch principal actual  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

De esta manera se obtuvo el armado de la red principal con sus respectivas configuraciones quedando de la siguiente manera:



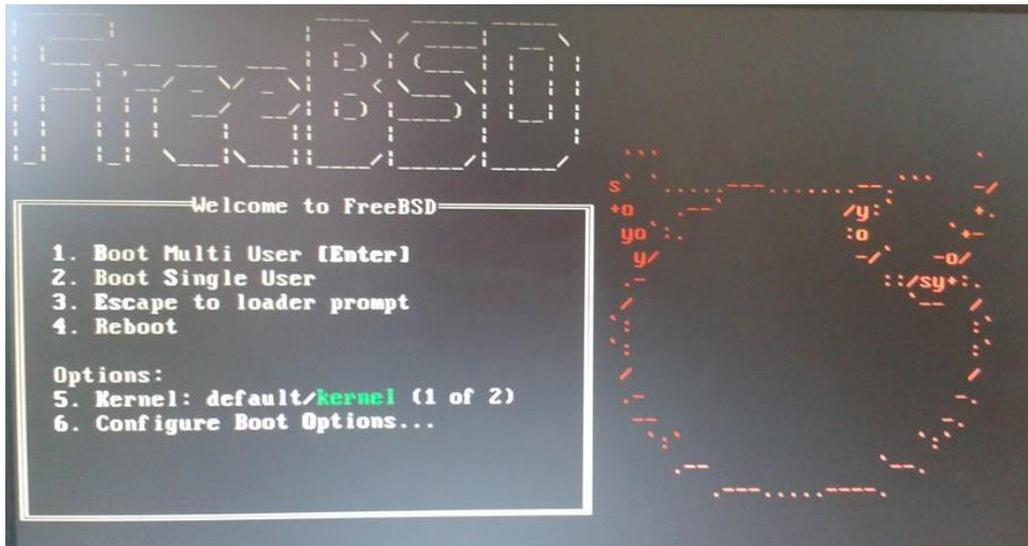
**Figura:** Conexión de equipos principales

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

## Configuración y activación de servidores

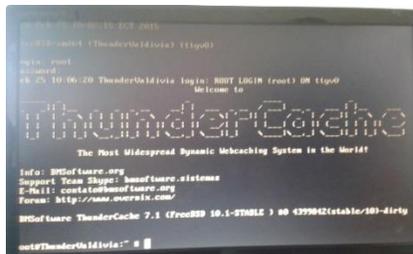
### Servidor Thundercaché

Para activar el Thundercaché se efectuaron numerosas prueba/error las cuales se realizaron nocturnamente para no afectar la navegación de los clientes, una caída conllevaría numerosos reclamos y sería perdida para la empresa.



**Figura:** Menu principal del sistema operativo  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

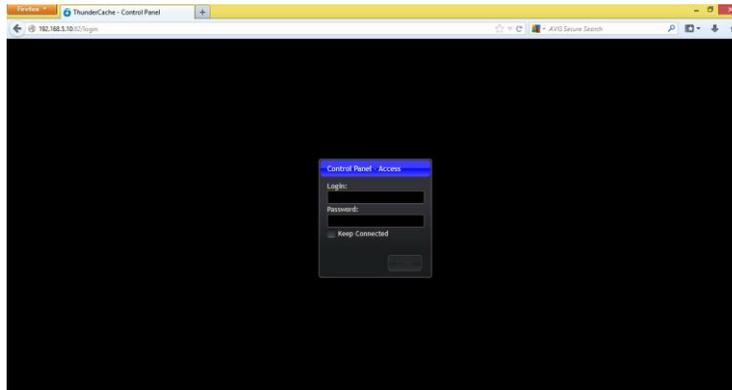
Aquí nos muestra el entorno de nuestro sistema operativo ya instalado en nuestro servidor



**Figura:** Pantalla de inicio del Sistema Operativo  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

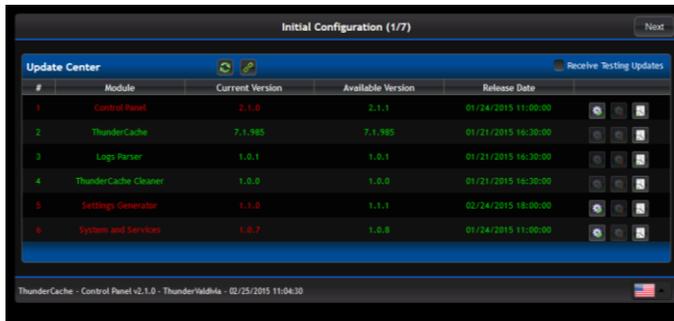
## Configuración

Después de haber realizado la instalación del sistema operativo a nuestro servidor se procede con la activación realizando una serie de configuraciones, para esto procedemos a ingresar vía web con la ip que se le configuro en este caso 192.168.5.10 (Figura), y se procede a colocar el usuario (admin) y contraseña (admin) por defecto.

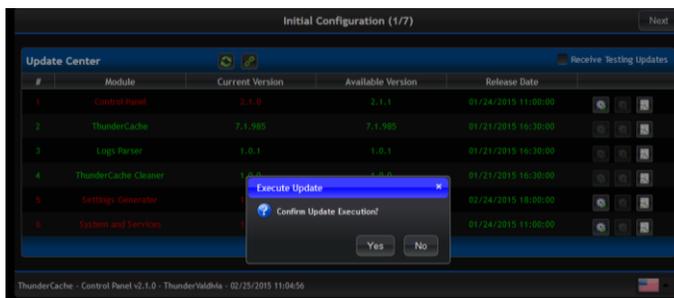


**Figura:** Ingreso al sistema Thundercache  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Como configuración inicial nos pide hacer actualización de ciertos módulos marcados con letras rojas.

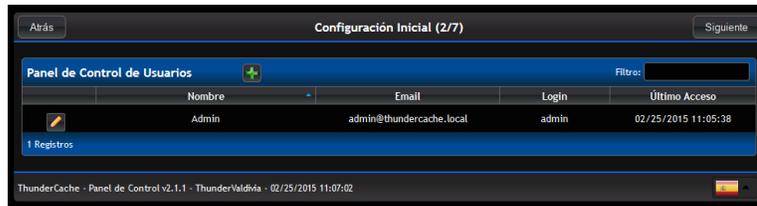


**Figura:** Actualización de módulos  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura:** Confirmación de actualización de módulos  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

El siguiente paso es la configuración del usuario administrador y agregar más usuarios si se desea.



**Figura:** Usuario administrador  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

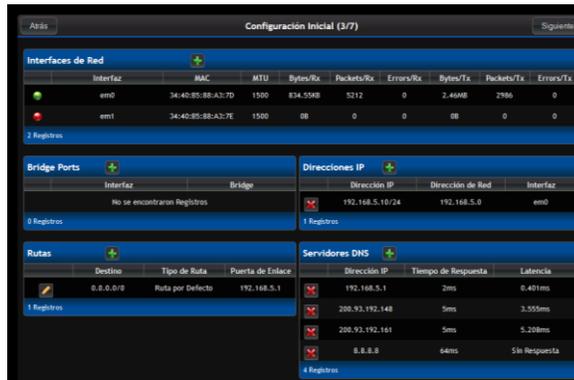


**Figura:** Edición de usuario administrador  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Aquí nos muestra la tarjeta de red con la que se va a trabajar y diferentes configuraciones adicionales que se pueden realizar en el sistema, en nuestro caso realizaremos agregamos los DNS de nuestro proveedor.



**Figura 5.35:** Configuraciones de tarjeta de red  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

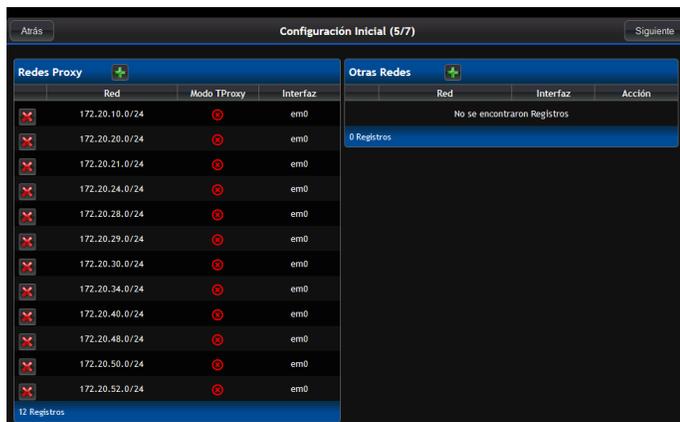


**Figura 5.36:** Agregando DNS del proveedor de internet  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

A continuación nos muestra el panel donde se van a agregar todos los segmentos de ips de los clientes a los cuales se le va hacer caché.

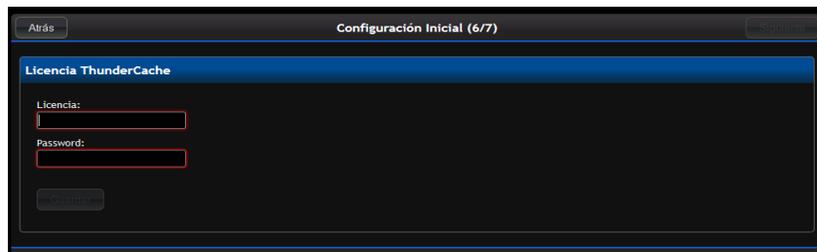


**Figura 5.37:** Agregando segmentos de ips  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

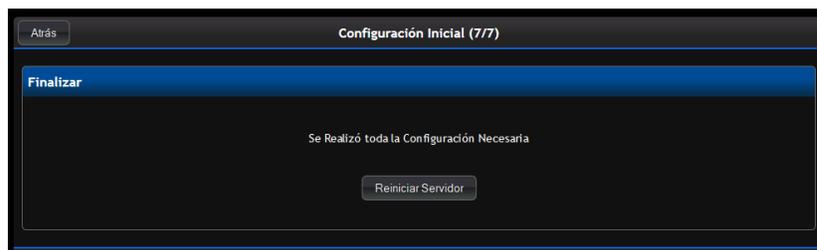


**Figura 5.38:** Segmentos de ips agregados  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Aquí se procede con la respectiva activación de nuestra licencia adquirida desde BMsoftware.



**Figura 5.39:** Panel de activación de licencia  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura 5.40:** Fin de la configuración  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura 5.41:** Pantalla de inicio del Thundercache  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

## Montado de discos

Luego de haber realizado las configuraciones necesarias para el funcionamiento del servidor, se procedió a la instalación de los discos duros adicionales para que hagan el respectivo almacenamiento de la información, una vez instalados todos los discos

se procede al montaje de los mismos y en primera instancia nos pide darle formato al disco.



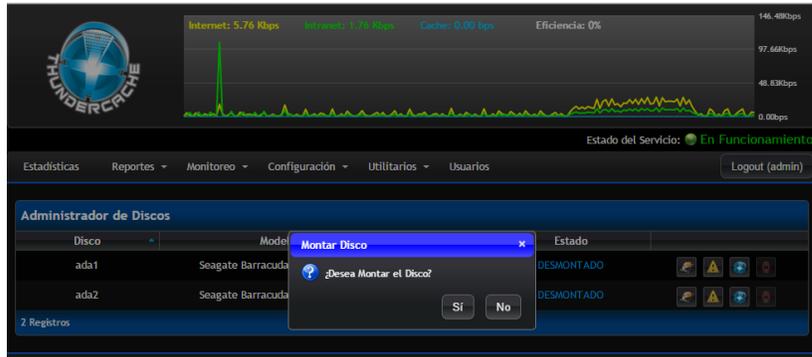
**Figura 5.42:** Discos duros del servidor  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura 5.43:** Formateando los discos  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura 5.44:** Proceso de formateo de discos  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura 5.45:** Montaje de los discos al sistema  
Fuente: Gabriela Aracely Saona V.



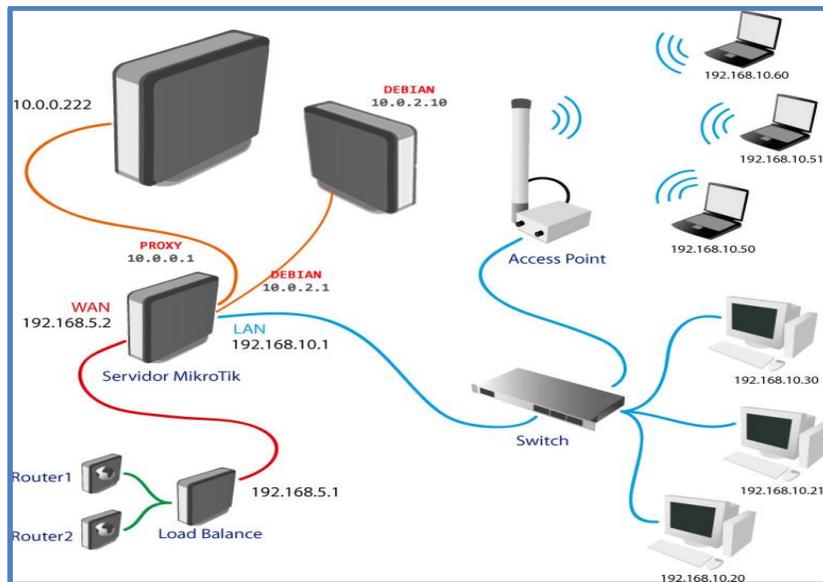
**Figura 5.46:** Discos montados en el sistema  
Fuente: Gabriela Aracely Saona V.



**Figura 5.47:** Sistema Thundercache en funcionamiento  
Fuente: Gabriela Aracely Saona V.

## Instalación del sistema Mikrowisp

Como primera instancia tenemos que tomar en cuenta la siguiente figura que nos indican los desarrolladores del Mikrowisp, para que las funciones del sistema trabajen de forma correcta.



**Figura:** Conexiones para la implementación del servidor

**Fuente:** <http://mikrowisp.net/>

Teniendo en cuenta las conexiones de la figura anterior se procede a la instalación del sistema en el servidor, en primer lugar se tiene que contar con los siguientes programas:

**Winscp:** Este programa sirve para facilitar la transferencia segura de archivos entre dos PCs, el local y uno remoto que ofrezca servicios SSH. <sup>12</sup>

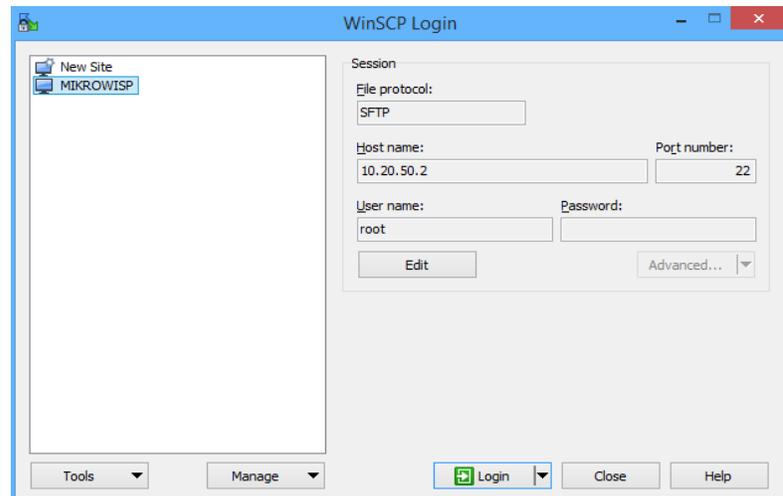
**Putty:** Es un emulador de terminal que soporta SSH y muchos otros protocolos. <sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> <http://winscp.net/eng/docs/lang:es>

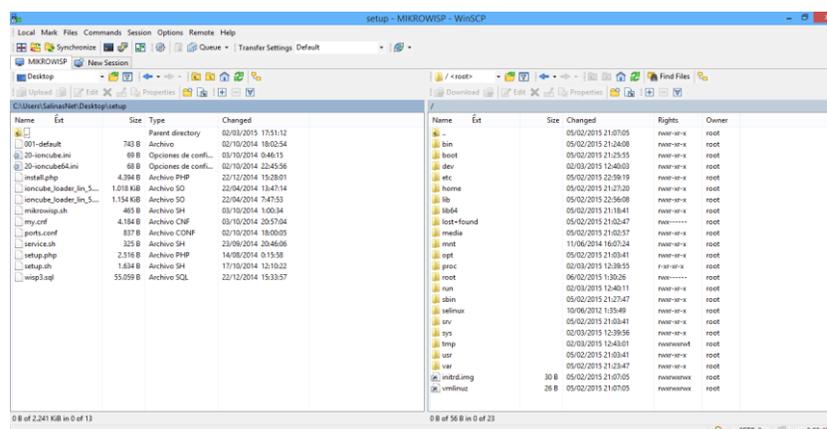
<sup>13</sup> <http://www.internetlab.es/post/891/>

Teniendo estos programas, procedemos al ingreso del servidor vía SFTP (Protocolo de transferencia de archivos SSH), colocando la ip del servidor e ingresamos con el usuario administrador, este tiene todos los permisos para cualquier modificación en el mismo; y colocamos su respectiva contraseña.



**Figura:** Ingreso al servidor vía SFTP  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

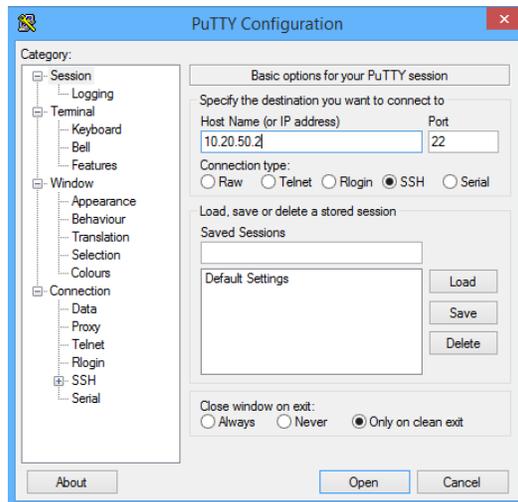
Una vez dentro del servidor, nos colocamos en la carpeta raíz para realizar la respectiva transferencia de archivos necesarios para la instalación.



**Figura:** Transferencia de archivos vía SFTP  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

A continuación utilizaremos el programa Putty para entrar al servidor vía SSH (Intérprete de órdenes segura) para poder ejecutar los archivos que contienen los

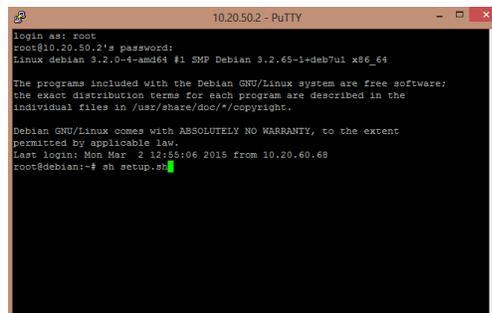
paquetes necesarios para instalación del sistema; colocamos la ip respectiva, utilizamos el puerto por defecto (22) y por ultimo nos pedirá la contraseña para poder ingresar.



**Figura:** Ingreso al servidor por Putty

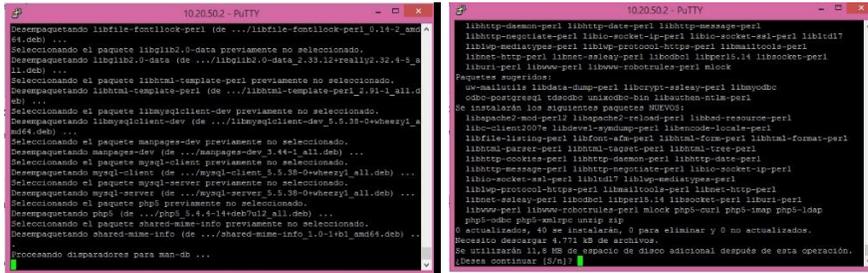
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Una vez dentro del servidor ejecutamos el siguiente código `sh setup.sh` el cual contiene los paquetes que necesita el sistema para su correcta ejecución y de esta manera se procede a la instalación.

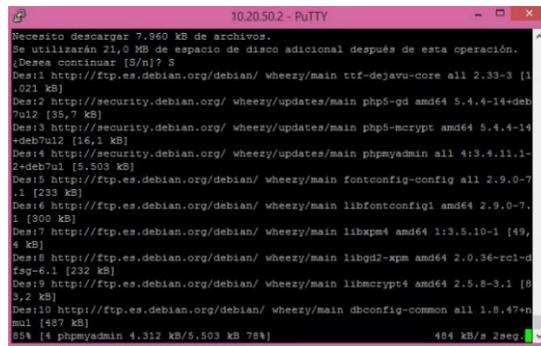


**Figura:** Ejecución de paquetes del sistema

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura:** Instalación de paquetes post instalación del Debían  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



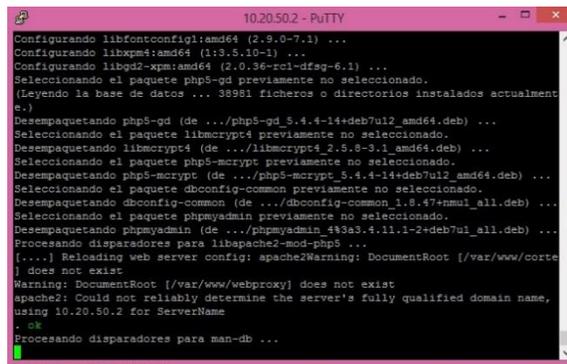
**Figura:** Instalación Php-Myadmin - Webmin  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura:** Colocación de contraseña para la base de datos Mysql  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura:** Instalación del servidor web apache  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura:** Finalización de la instalación de paquetes  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Después de todo el proceso anterior se procede a cargar el sistema a nuestro servidor de la siguiente manera.

Abrimos un explorador y colocamos la ip del servidor seguido de setup.php, quedando de la siguiente manera:

10.20.50.2/setup.php

Luego de esto nos aparecerá el entorno para la instalación y activación de la licencia del sistema como lo muestra la figura, y llenamos todos los datos que nos piden.



**Figura:** Instalación y activación del sistema

**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

### Acceso al sistema

A continuación para ingresar al panel como administrador, solo debemos digitar la [ip-servidor/admin](#) en un explorador con los datos de acceso por defecto:

- Usuario: admin
- Contraseña: admin

Luego de esto es necesario realizar la configuración inicial del sistema para que este trabaje correctamente.

### Tareas programadas

El siguiente paso es que aquí debemos ingresar el horario que se aplicará para los cortes, avisos en pantalla, etc.



**Figura:** Tareas programadas  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Luego de esto se procedió al agregado de los nodos para su respectivo control y activar las funciones necesarias para nuestra red.

ID	Nombre (Nodo)	IP	Usuario	Interface	Correo	Versión MK	Estado
1	ROUTER CORE VALDIVIA	181.39.34.2	SNSERVER	LAN	salinasnetecudor@gmail	6	ONLINE
2	ROUTER CORE VALDIVIA	181.198.43.54	SNSERVER	LAN1	salinasnetecudor@gmail	6	ONLINE
3	ROUTER PUBLICO	181.198.43.50	SNSERVER	LAN	salinasnetecudado@salina	6	ONLINE

**Figura:** Agregado de nodos  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

Se procedió con la agregación de puntos de acceso punto a punto y multipuntos

ID	Nombre	Equipo	N° IP	Estado	Nodo
82	SECTOR SIMONAL 2 (AP_SIMONAL2)	SXT SHND	10.20.40	ONLINE	ROUTER CORE VALDIVIA
81	SECTOR LA ITALIANA	SXT SHND	10.20.40	ONLINE	ROUTER CORE
80	RECEPTOR PEDRO JOSE (PEDRO_JOSE)	SEXTANT G SHND	10.20.40	ONLINE	ROUTER CORE
79	RECEPTOR PTP SAN VICENTE SN	SXT SHND	10.20.30	ONLINE	ROUTER CORE
78	AP PTP SAN VICENTE SN	SXT SHND	10.20.30	ONLINE	ROUTER CORE
77	AP LIBERTAD-STA_ELENA	OTROS	10.20.30	ONLINE	ROUTER CORE
76	RECEPTOR EDWIN Y FREDDY	SEXTANT G SHND	10.20.30	ONLINE	ROUTER CORE
75	AP EDWIN Y FREDDY	OTROS	10.20.30	ONLINE	ROUTER CORE
74	SECTOR OLON (AP_RICONADA)	BaseBox5	10.20.40	ONLINE	ROUTER CORE VALDIVIA
73	RECEPTOR_RICONADA	BaseBox5	10.20.30	ONLINE	ROUTER CORE VALDIVIA
72	AP_VALEVISA-RICONADA	BaseBox5	10.20.30	ONLINE	ROUTER CORE VALDIVIA
71	SECTOR COLINAS (SAN_VICENTES)	SXT SHND	10.20.40	ONLINE	ROUTER CORE
70	SECTOR SINAI (AP_SAN_1)	NanoStation M2	10.20.40	ONLINE	ROUTER CORE
69	SECTOR SAN VICENTE (SAN_VICEN)	SXT SHND	10.20.4	ONLINE	ROUTER CORE
68	SECTOR PASEO	SXT SHND	10.20.4	ONLINE	ROUTER CORE
67	SECTOR JAMBEL-MONTEVERDE	arGnd HS HP	10.20.30	ONLINE	ROUTER CORE
66	PTP ISSPA	SXT Lite2	10.20.3	ONLINE	ROUTER CORE
65	RECEPTOR BABEL COLLAO	Racklet HS	10.20.30	ONLINE	ROUTER CORE
64	SECTOR BABEL COLLAO	NanoStation M2	10.20.40	ONLINE	ROUTER CORE

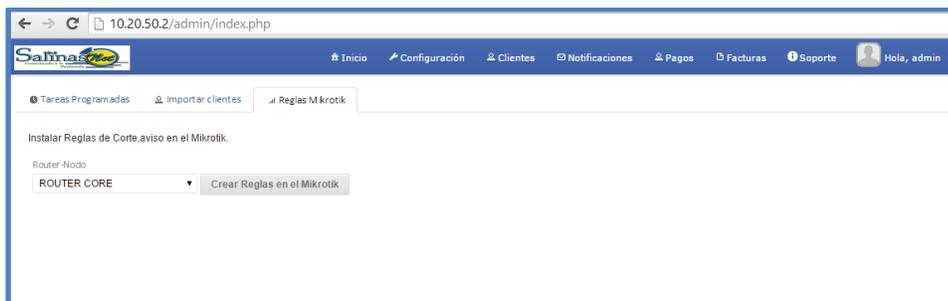
**Figura:** Agregado de Puntos de acceso Punto a punto y Multipuntos  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

A continuación se realizó la importación de clientes que se encuentran alojados en el Queues de nuestro Router Core.



**Figura: Importación de clientes**  
**Fuente: Gabriela Aracely Saona V.**

Para que el programa trabaje correctamente se procede a la creación de las reglas de corte y aviso, para que el sistema se encargue de realizar estas funciones, estas reglas las crea automáticamente el sistema como se lo muestra en la siguiente figura. Es muy importante que la regla que se crea Filter Rules quede sobre todas las demás.



**Figura: Creación de reglas de corte y aviso**  
**Fuente: Gabriela Aracely Saona V.**

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port	In. Inter...	Out. Int...	Bytes	Packets
::: Mikrowisp Manager - status Cliente											
0	add...	forward						LAN		113.6 GiB	897 991 ...
::: bloque de Dns extemo											
1	drop	forward			17 (u...		53	WAN1		0 B	0
::: NMAP FIN Stealth scan											
2	add...	input			6 (tcp)					104 B	2

**Figura: Regla en el filter**  
**Fuente: Gabriela Aracely Saona V.**

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto.	Src. Port	Dst. Port	In. Inter.	Out. Int.	Bytes	Packets
0	=! mas...	srcnat						WAN1		1998.3 MB	25 677 580
1	✓ acc. ...	dstnat	10.20.50.2							859.7 KB	14 226
2	✓ acc. ...	dstnat	10.20.50.2							85.6 KB	1 575
3	=! redir. ...	dstnat			6 (tcp)		18291	LAN		904.0 KB	15 911
4	=! redir. ...	dstnat			17 (u...)		18291.53	LAN		3787.0 KB	44 527
5	=! redir. ...	dstnat			6 (tcp)		80	LAN		3350.2 KB	57 518

**Figura: Reglas en el NAT**  
**Fuente: Gabriela Aracely Saona V.**

Luego se continuó con la creación de los planes según los precios y ancho de banda para cada cliente.

**Editar Queue Simple**

Nombre Perfil: RESIDENCIAL 1      Router-Nodo: ROUTER CORE      Costo del Perfil: 25

Velocidad Descarga TX bits/s: 768k      Velocidad Subida RX bits/s: 768k      Burst limit TX: 1024k

Burst limit RX: 1024k      Burst threshold TX: 512k      Burst threshold RX: 512k

Burst time TX: 16      Burst time RX: 16      Queue Type Descarga: default-small

Queue Type Subida: default-small      Parent: none      Prioridad: 8

**Registrar Perfil**      Cancelar

**Figura: Creación de planes**  
**Fuente: Gabriela Aracely Saona V.**

Luego se edita los clientes importados desde Queues para darles los parámetros necesarios para su respectivo control y monitoreo.

**Figura:** Edición y creación de clientes  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

## Notificaciones y avisos

Como último paso para que nuestro servidor esté listo, se realizó la configuración y creación de plantillas para el respectivo envío de mensajes, notificaciones, avisos y corte del servicio.

**Figura:** Configuración de parámetros del servidor de correo  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura:** Plantilla de Aviso en pantalla  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.



**Figura:** Plantilla de corte del servicio  
**Fuente:** Gabriela Aracely Saona V.

## Anexo 6

### Manual de Configuraciones de equipos PTP, PTMP en 2.4 y 5.8 GHz.

Para la implementación de este proyecto se tiene que llevar a cabo los siguientes pasos.

#### Configuración equipos PTP

##### - PTP 5.8 GHz. (EMISOR)

```
/interface bridge
add admin-mac=XX:XX:XX:XX:XX:XX auto-mac=no l2mtu=1600 name=bridge-local
/interface wireless security-profiles
set [ find default=yes ] authentication-types=wpa2-psk mode=dynamic-keys \
\
    supplicant-identity=MikroTik wpa-pre-shared-key=XXXXXX \
    wpa2-pre-shared-key=XXXXXX
add authentication-types=wpa2-psk eap-methods="" management-protection=\
    allowed mode=dynamic-keys name=SEGURIDAD supplicant-identity="" \
    wpa-pre-shared-key=XXXXXX wpa2-pre-shared-key=XXXXXX
/interface wireless
set [ find default-name=wlan1 ] band=5ghz-a/n channel-width=20/40mhz-ht-
above \
    disabled=no frequency=5220 frequency-mode=superchannel \
    ht-ampdu-priorities=0,1,2,3,4,5,6,7 ht-rxchains=0,1 ht-txchains=0,1
\
    l2mtu=2290 mode=bridge nv2-preshared-key=XXXXXXXX nv2-
security=enabled \
    radio-name=NOMBRE_AP_PTP scan-list=4900-5900 security-
profile=SEGURIDAD \
    ssid=ENLACE_NORTE_SN tx-power=30 tx-power-mode=all-rates-fixed \
    wireless-protocol=nstreme
/interface wireless nstreme
set wlan1 enable-nstreme=yes framer-policy=best-fit
/ip dhcp-server
add interface=bridge-local name=dhcp1
/interface bridge port
add bridge=bridge-local interface=ether1
add bridge=bridge-local interface=wlan1
/ip address
add address=10.20.XXX.XXX/24 comment="default configuration"
interface=ether1 \
    network=10.20.XXX.XXX
/ip dns
set allow-remote-requests=yes servers=10.20.XXX.XXX
/ip dns static
add address=192.168.88.1 name=router
/ip route
add distance=1 gateway=10.20.XXX.XXX
/ip upnp
set allow-disable-external-interface=no
/system clock
```

```

set time-zone-name=America/Guayaquil
/system identity
set name="NOMBRE_AP_PTP"
/system leds
set 0 interface=wlan1
/system ntp client
set enabled=yes primary-ntp=200.200.200.1
/system routerboard settings
set cpu-frequency=600MHz

```

- **PTP 5.8 GHz. (RECEPTOR)**

```

/interface bridge

add admin-mac=XX:XX:XX:XX:XX:XX auto-mac=no l2mtu=1600 name=bridge-local
/interface wireless
set [ find default-name=wlan1 ] band=5ghz-a/n channel-width=20/40mhz-ht-
above \
    disabled=no frequency-mode=superchannel ht-ampdu-priorities=\
    0,1,2,3,4,5,6,7 ht-rxchains=0,1 ht-txchains=0,1 l2mtu=2290 mode=\
    station-bridge nv2-preshared-key=XXXXXXXX nv2-security=enabled \
    radio-name="NOMBRE_RECEPTOR_PTP" scan-list=4900-6900 ssid=\
    NOMBRE_RECEPTOR_PTP wireless-protocol=nstreme
/interface wireless nstreme
set wlan1 enable-nstreme=yes
/interface wireless security-profiles
set [ find default=yes ] authentication-types=wpa-psk,wpa2-psk group-
ciphers=\
    tkip,aes-ccm mode=dynamic-keys supplicant-identity=MikroTik \
    unicast-ciphers=tkip,aes-ccm wpa-pre-shared-key= XXXXXXXX \
    wpa2-pre-shared-key= XXXXXXXX
/ip dhcp-server
add interface=bridge-local name=dhcp1
/interface bridge port
add bridge=bridge-local interface=ether1
add bridge=bridge-local interface=wlan1
/ip address
add address=10.20.XXX.XXX/24 comment="default configuration"
interface=ether1 \
    network=10.20.XXX.XXX
/ip dns
set allow-remote-requests=yes servers=10.20.XXX.XXX
/ip dns static
add address=192.168.88.1 name=router
/ip ipsec policy
add template=yes
/ip route
add distance=1 gateway=10.20.XXX.XXX
/ip upnp
set allow-disable-external-interface=no
/system identity
set name="NOMBRE_RECEPTOR_PTP"
/system leds

```

```
set 0 interface=wlan1
/system routerboard settings
set cpu-frequency=600MHz
```

## Configuración equipos PTMP

### - PTMP 2.4 GHz.

```
/interface bridge
add admin-mac=XX:XX:XX:XX:XX auto-mac=no l2mtu=1600 name=bridge-local
/interface wireless
set [ find default-name=wlan1 ] band=2ghz-b/g/n country="czech republic"
\
  disabled=no frequency=2562 frequency-mode=superchannel \
  ht-ampdu-priorities=0,1,2,3,4,5,6,7 ht-rxchains=0,1 ht-txchains=0,1
\
  l2mtu=2290 mode=ap-bridge nv2-preshared-key=XXXXXXXX radio-name=\
  NOMBRE_RADIO scan-list=2300-2700 ssid=ubnt tx-power=30 tx-power-
mode=\
  all-rates-fixed wireless-protocol=nstreme
/interface wireless nstreme
set wlan1 enable-nstreme=yes framer-policy=best-fit
/interface wireless security-profiles
set [ find default=yes ] authentication-types=wpa2-psk mode=dynamic-keys
\
  supplicant-identity=MikroTik wpa-pre-shared-key=XXXXXXXX \
  wpa2-pre-shared-key=XXXXXXXX
/ip dhcp-server
add interface=bridge-local name=dhcp1
/interface bridge port
add bridge=bridge-local interface=ether1
add bridge=bridge-local interface=wlan1
/ip address
add address=10.20.40.XXX/24 comment="default configuration"
interface=wlan1 \
  network=10.20.40.0
/ip dns
set allow-remote-requests=yes
/ip dns static
add address=192.168.88.1 name=router
/ip route
add distance=1 gateway=10.20.40.XXX
/ip upnp
set allow-disable-external-interface=no
/system clock
set time-zone-name=America/Guayaquil
/system identity
set name="NOMBRE_AP_PTMP"
/system leds
set 0 interface=wlan1
/system ntp client
set enabled=yes primary-ntp=200.200.200.1
/system routerboard settings
set cpu-frequency=600MHz
```

- **PTMP 5.8 GHZ.**

```
/interface bridge
add mtu=1500 name=bridge1
/interface wireless
set [ find default-name=wlan1 ] band=5ghz-a/n disabled=no frequency=5520
\
  frequency-mode=superchannel l2mtu=2290 mode=ap-bridge radio-name=\
  "NOMBRE_MULTIPUNTO" scan-list=4900-5900 ssid=SSID_PTMP \
  wireless-protocol=nstreme
/interface wireless nstreme
set wlan1 enable-nstreme=yes framer-policy=best-fit
/interface wireless security-profiles
set [ find default=yes ] authentication-types=wpa2-psk mode=dynamic-keys
\
  supplicant-identity=MikroTik wpa-pre-shared-key=XXXXXXXXX\
  wpa2-pre-shared-key=XXXXXXXXX
/ip dhcp-server
add interface=ether1 lease-time=3d name=dhcp1
add interface=wlan1 lease-time=3d name=dhcp2
/ip ipsec proposal
set [ find default=yes ] enc-algorithms=3des
/system logging action
set 0 memory-lines=100
set 1 disk-lines-per-file=100
set 3 src-address=0.0.0.0
/interface bridge port
add bridge=bridge1 interface=wlan1
add bridge=bridge1 interface=ether1
/ip address
add address=10.20.XXX.XXX/24 interface=wlan1 network=10.20.XXX.XXX
/ip dns
set allow-remote-requests=yes servers=10.20.XXX.XXX
/ip dns static
add address=192.168.88.1 name=router
/ip route
add distance=1 gateway=10.20.XXX.XXX
/system clock
set time-zone-name=America/Guayaquil
/system identity
set name="NOMBRE_AP_PTMP"
/system leds
set 0 interface=wlan1
/system ntp client
set enabled=yes primary-ntp=200.200.200.1
```

## Configuración equipos CPE

### - CPE 2.4 GHz.

```
/interface wireless
set [ find default-name=wlan1 ] band=2ghz-b/g/n channel-width=\
  20/40mhz-ht-above disabled=no frequency-mode=superchannel l2mtu=2290
\
  mode=station-bridge name=wlan1-gateway radio-name="NOMBRE_CLIENTE" \
  scan-list=2300-2600 ssid=ubnt wireless-protocol=nstreme
/interface ethernet
set [ find default-name=ether1 ] name=ether1-local
/interface wireless nstreme
set wlan1-gateway enable-nstreme=yes
/ip neighbor discovery
set wlan1-gateway discover=no
/interface wireless security-profiles
set [ find default=yes ] authentication-types=wpa-psk,wpa2-psk group-
ciphers=\
  tkip,aes-ccm mode=dynamic-keys supplicant-identity=MikroTik \
  unicast-ciphers=tkip,aes-ccm wpa-pre-shared-key=T&tSalNet20 \
  wpa2-pre-shared-key=XXXXXXXX
/ip pool
add name=dhcp ranges=192.168.88.10-192.168.88.254
/ip dhcp-server
add address-pool=dhcp disabled=no interface=ether1-local lease-time=10m
name=\
  default
/queue simple
add max-limit=2536k/2536k name=queue1 target=wlan1-gateway
/ip address
add address=192.168.88.1/24 comment="default configuration" interface=\
  ether1-local network=192.168.88.0
add address=172.20.XXX.XX/24 interface=wlan1-gateway
network=172.20.XXX.0
/ip dhcp-client
add comment="default configuration" dhcp-options=hostname,clientid
interface=\
  wlan1-gateway
/ip dhcp-server network
add address=192.168.88.0/24 comment="default configuration" dns-server=\
  192.168.88.1 gateway=192.168.88.1
/ip dns
set allow-remote-requests=yes servers=172.20.XXX.XXX
/ip dns static
add address=192.168.88.1 name=router
/ip firewall filter
add chain=input comment="default configuration" protocol=icmp
add chain=input comment="default configuration" connection-
state=established
add chain=input comment="default configuration" connection-state=related
add action=drop chain=input comment="default configuration" disabled=yes
\
  in-interface=wlan1-gateway
add chain=forward comment="default configuration" connection-state=\
```

```

    established
add chain=forward comment="default configuration" connection-
state=related
add action=drop chain=forward comment="default configuration" \
    connection-state=invalid
/ip firewall nat
add action=masquerade chain=srcnat comment="default configuration" \
    out-interface=wlan1-gateway
/ip route
add distance=1 gateway=172.20.XXX.XXX
/ip upnp
set allow-disable-external-interface=no
/system clock
set time-zone-name=America/Guayaquil
/system identity
set name="NOMBRE_RADIO_CLIENTE"
/system leds
set 0 interface=wlan1-gateway
/system ntp client
set enabled=yes primary-ntp=200.200.200.1
/tool mac-server
set [ find default=yes ] disabled=yes
add interface=ether1-local
/tool mac-server mac-winbox
set [ find default=yes ] disabled=yes
add interface=ether1-local

```

- **CPE 5.8 GHz.**

```

/interface wireless
set [ find default-name=wlan1 ] band=5ghz-a/n disabled=no frequency=5320
\
    frequency-mode=superchannel l2mtu=2290 name=wlan1-gateway radio-
name=\
    "NOMBRE_CLIENTE" scan-list=4900-5900 ssid=AP_DEL_SECTOR wireless-
protocol=\
    nstreme
/interface ethernet
set [ find default-name=ether1 ] name=ether1-local
/interface wireless nstreme
set wlan1-gateway enable-nstreme=yes
/interface wireless security-profiles
set [ find default=yes ] authentication-types=wpa-psk,wpa2-psk group-
ciphers=\
    tkip,aes-ccm mode=dynamic-keys supplicant-identity=MikroTik \
    unicast-ciphers=tkip,aes-ccm wpa-pre-shared-key=T&tSalNet20 \
    wpa2-pre-shared-key=XXXXXXXXX
/ip ipsec proposal
set [ find default=yes ] enc-algorithms=3des
/ip pool
add name=dhcp ranges=192.168.88.10-192.168.88.25
/ip dhcp-server
add address-pool=dhcp disabled=no interface=ether1-local lease-time=3d
name=\

```

```

    default
/queue simple
add max-limit=2M/2M name=queue1 target=wlan1-gateway
/system logging action
set 0 memory-lines=100
set 1 disk-lines-per-file=100
set 3 src-address=0.0.0.0
/ip address
add address=192.168.88.1/24 comment="default configuration" interface=\
    ether1-local network=192.168.88.0
add address=172.20.XXX.XXX/24 interface=wlan1-gateway
network=172.20.XXX.XXX
/ip dhcp-client
add comment="default configuration" dhcp-options=hostname,clientid
interface=\
    wlan1-gateway
/ip dhcp-server network
add address=192.168.88.0/24 comment="default configuration" dns-server=\
    192.168.88.1 gateway=192.168.88.1 netmask=24
/ip dns
set allow-remote-requests=yes servers=172.20.XXXX.XXX
/ip dns static
add address=192.168.88.1 name=router
/ip firewall filter
add chain=input comment="default configuration" disabled=yes
protocol=icmp
add chain=input comment="default configuration" connection-
state=established \
    disabled=yes
add chain=input comment="default configuration" connection-state=related
\
    disabled=yes
add action=drop chain=input comment="default configuration" disabled=yes
\
    in-interface=wlan1-gateway
add chain=forward comment="default configuration" connection-state=\
    established disabled=yes
add chain=forward comment="default configuration" connection-
state=related \
    disabled=yes
add action=drop chain=forward comment="default configuration" \
    connection-state=invalid disabled=yes
/ip firewall nat
add action=masquerade chain=srcnat comment="default configuration" \
    out-interface=wlan1-gateway
/ip route
add distance=1 gateway=172.20.XXX.XXX
/ip service
set api disabled=yes
/system clock
set time-zone-name=America/Guayaquil
/system identity
set name="NOMBRE_RADIO"
/system leds
set 0 interface=wlan1-gateway
/system ntp client

```

```
set enabled=yes primary-ntp=200.200.200.1
/tool mac-server
set [ find default=yes ] disabled=yes
add interface=ether1-local
/tool mac-server mac-winbox
set [ find default=yes ] disabled=yes
add interface=ether1-local
```

## - Configuración Router cliente

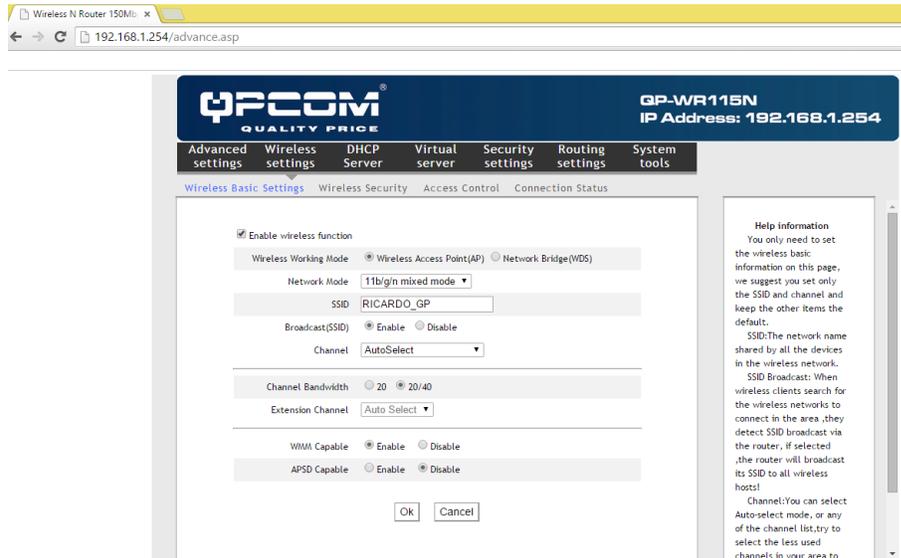
Una vez configurado y enganchado el cliente al punto de acceso correspondiente al sector, se procede con la configuración del router del cliente para que pueda conectarse en varios dispositivos vía WIFI.

Primero nos enganchamos al router al nombre que viene por defecto

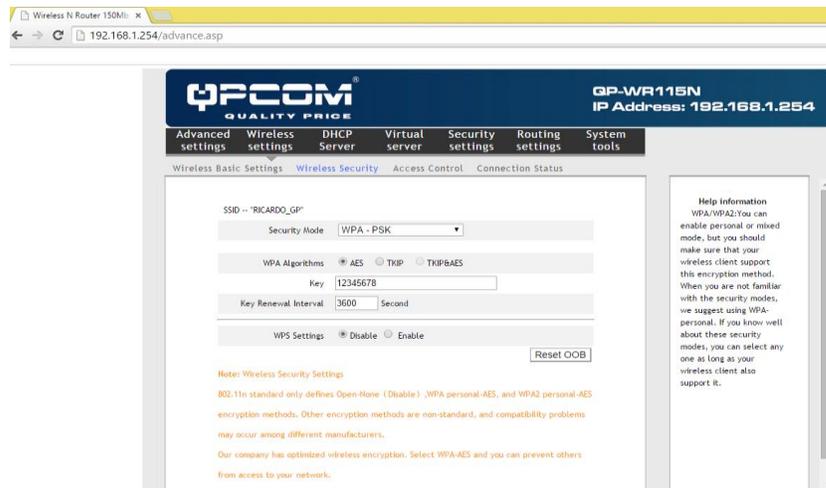


Entramos al router con la ip por defecto en cualquier navegador que disponga con la siguiente ip [192.168.1.254](http://192.168.1.254)

Luego nos dirigimos a Wireless setting, en donde le colocaremos el nombre para la red Wifi del cliente



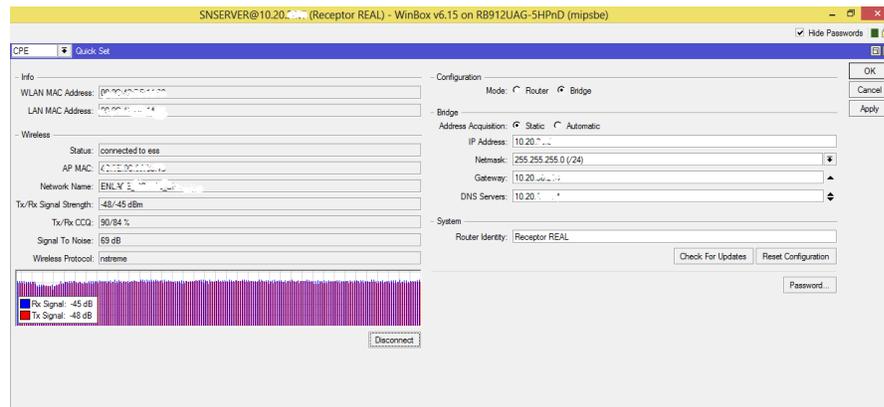
Y a continuación se le asigna una contraseña de 8 caracteres como mínimo entre letras y número. Y listo aplicamos y nos volvemos a conectar con la contraseña asignada.



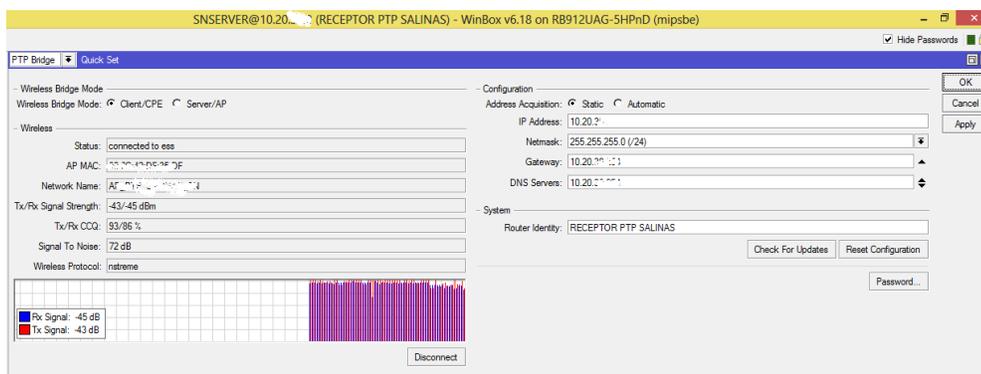
## Anexo 7

### RESULTADO DE ENLACES PUNTO A PUNTO

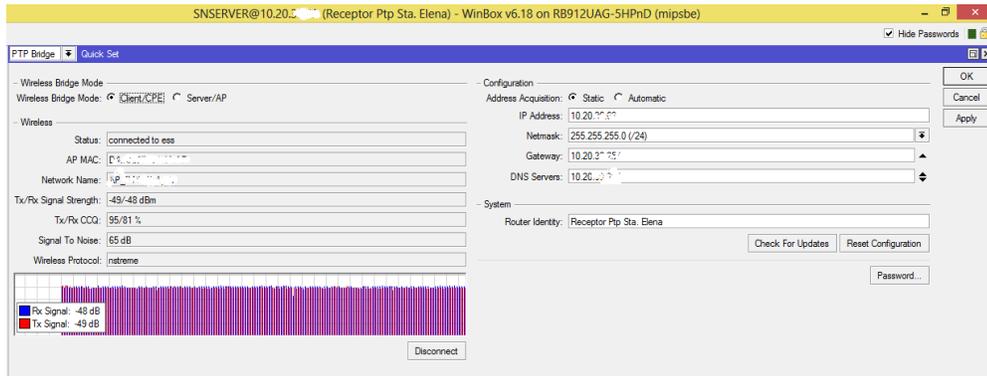
En las siguientes figuras se presentan los resultados obtenidos de los enlaces punto a punto.



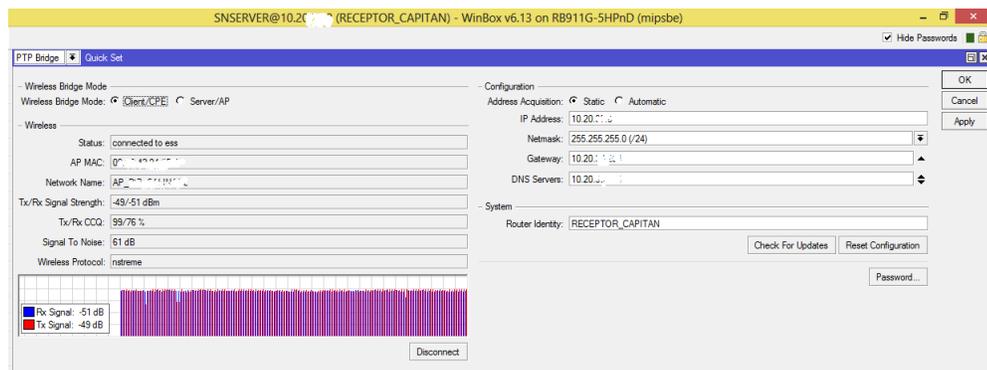
Enlace PTP La Libertad – Real Alto



Enlace PTP La Libertad – Salinas



### Enlace PTP La Libertad – Santa Elena



### Enlace PTP La Libertad – El Capitán