

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE**  
**COMUNICACIÓN**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE**  
**INGENIERA EN ELECTRONICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

TEMA:

**“REINGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN DE RED PARA BRINDAR EL  
SERVICIO DE INTERNET DE LA EMPRESA LINE TECHNOLOGY HACIA  
LOS SECTORES DE AZAYA Y ALPACHACA DE LA CIUDAD DE IBARRA  
MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE EQUIPOS MIKROTIK”**

**AUTORA: MARÍA SOLEDAD CALDERÓN AVILA**

**DIRECTOR: ING. CARLOS A. VÁSQUEZ AYALA**

IBARRA-ECUADOR

2018



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

## **AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

### **1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto del Repositorio Digital Institucional, determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participaren este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

---

**DATOS DEL CONTACTO.**

---

**Cedula de identidad.** 100368001-2

---

**Apellidos y nombres.** Calderón Avila María Soledad.

---

**Dirección.** Atuntaqui, Calle García Moreno Barrio San Ignacio 01-64.

---

**Email.** mscalderona@utn.edu.ec

---

**Teléfono Fijo.** 062909-991

---

**Teléfono Móvil.** 0994842674

---

---

**DATOS DE LA OBRA.**

---

**Título.** Reingeniería y administración de red para brindar el servicio de internet de la empresa line Technology hacia los sectores de azaya y Alpachaca de la ciudad de Ibarra mediante la utilización de equipos Mikrotik

---

**Autora.** Calderón Avila María Soledad

---

**Fecha.** 10 de Febrero de 2018

---

**Programa.** Pregrado

---

**Título por el que opta.** Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación

---

**Director.** Msc. Carlos Vásquez

---

## **2.- AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

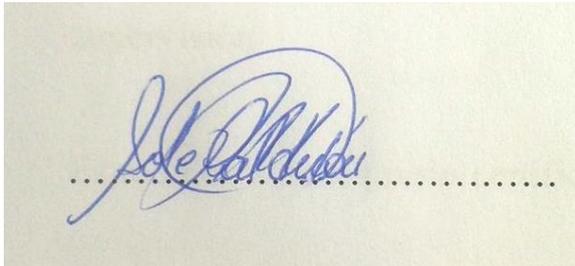
Yo María Soledad Calderón Avila con C.I. 100368001-2 respectivamente, en calidad de autora y titulara de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión en concordancia con la Ley de Educación Superior, artículo 144.

### 3.- CONSTANCIA

Yo, MARIA SOLEDAD CALDERON AVILA, manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que soy titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 10 de Febrero de 2018

**EL AUTOR:**

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a light-colored, slightly textured paper. The signature is cursive and appears to read 'Soledad Calderón'. Below the signature is a horizontal dotted line.

María Soledad Calderón Avila

CI: 100368001-2



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR**  
**DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo María Soledad Calderón Avila, con cedula de identidad Nro. 100368001-2, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, articulo 4,5, y 6 en calidad de autora de trabajo de grado denominado: **“REINGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN DE RED PARA BRINDAR EL SERVICIO DE INTERNET DE LA EMPRESA LINE TECHNOLOGY HACIA LOS SECTORES DE AZAYA Y ALPACHACA DE LA CIUDAD DE IBARRA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE EQUIPOS MIKROTIK”**, que ha sido desarrollado para optar el título de: Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento en que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte

Ibarra, 10 de Febrero de 2018

Firma:.....

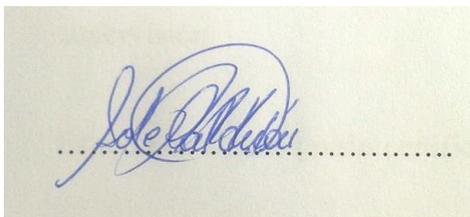
María Soledad Calderón Avila

CI: 100368001-2

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo María Soledad Calderón Avila, con cédula de identidad Nro. 100368001-2, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de Propiedad Intelectual y normativa vigente a la Universidad Técnica del Norte



María Soledad Calderón Avila

CI: 100368001-2

Autora.



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

### CERTIFICACIÓN DEL ASCESOR

MSc. CARLOS VÁSQUEZ, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN

Certifico:

Que, el presente trabajo de titulación “REINGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN DE RED PARA BRINDAR EL SERVICIO DE INTERNET DE LA EMPRESA LINE TECHNOLOGY HACIA LOS SECTORES DE AZAYA Y ALPACHACA DE LA CIUDAD DE IBARRA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE EQUIPOS MIKROTIK” fue realizado en su totalidad por la Srta. María Soledad Calderón Avila, bajo mi supervisión.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

MSc. CARLOS VÁSQUEZ

DIRECTOR DE TESIS.



**LINE TECHNOLOGY INTERNET INALÁMBRICO  
ECONOMICINTERNET S.A.**

Dirección: Calle Chica Narvárez 8-62 Sector El Obelisco

Telf.: 062611002 / 0996243422

Correo electrónico: lyneinternet@gmail.com

Oficio N° 019-2017-G-LTIIE

Ibarra, 4 de Diciembre del 2017

Señores

**UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE**

Presente.-

Reciban un atento y cordial saludo de quienes formamos parte de la empresa “**LINE TECHNOLOGY INTERNET INALÁMBRICO**”, augurándoles el mejor de los éxitos en sus delicadas funciones.

Siendo auspiciantes del proyecto de tesis de la egresada **MARIA SOLEDAD CALDERON AVILA** con CI: 100368001-2, quien desarrollo su trabajo previo a la obtención del título con el tema “**REINGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN DE RED PARA BRINDAR EL SERVICIO DE INTERNET DE LA EMPRESA LINE TECHNOLOGY HACIA LOS SECTORES DE AZAYA Y ALPACHACA DE LA CIUDAD DE IBARRA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE EQUIPOS MIKROTIK**”, me es grato informar que se ha cumplido con el trabajo en beneficio a la empresa de manera satisfactoria, por lo que se recibe el proyecto finalizado por parte de la egresada antes mencionada.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad, la interesada puede hacer uso de este documento para los fines pertinentes en la Universidad Técnica del Norte.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente:

Ing. Karina Yépez  
GERENTE GENERAL



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por permitirme cumplir mis objetivos planteados, haberme dado las fuerzas y la sabiduría necesaria para superar los obstáculos que se me han presentado en el transcurso de mi carrera universitaria, un profundo agradecimiento a mis padres quienes han sido mi apoyo fundamental para poder cumplir esta meta profesional. A mi familia que a pesar de las circunstancias siempre ha permanecido unida y me han apoyado en cada una de mis decisiones.

A los socios que conforman la Empresa LINE TECHNOLOGY INTERNET INALAMBRICO, quienes me abrieron las puertas con agrado para poder trabajar de manera conjunta y lograr con satisfacción el crecimiento de la misma, a la Ing. Karina Yépez y su esposo que fueron los guías para poder cumplir con el desarrollo de este proyecto.

De manera especial agradezco al Ing. Carlos Vásquez por haber aceptado ser el orientador en este proyecto de titulación. Y a mis maestros quienes me han brindado parte de su conocimiento y me enseñaron a desenvolverme personal y profesionalmente.

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de titulación es dedicado a mis padres Remigio Calderón y Emma Avila, quienes me han enseñado que, con esfuerzo y trabajo honesto puedo llegar a ser cada día una mejor persona, me han motivado para seguir adelante sin dejarme caer ante las adversidades que se presenten, y a mi hermano Diego que junto a su familia han estado siempre cerca con su apoyo incondicional.

Aunque las cosas no salen como las esperamos siempre hay una persona especial que busca la manera de robar una sonrisa, Nathy gracias por estar siempre ahí este logro es gracias a ti.

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación se lo desarrollo en la empresa Line Technology Internet Inalámbrico, mismo que consiste en realizar la Reingeniería y Administración de Red para brindar el servicio de internet en los sectores de Azaya y Alpachaca de la Ciudad de Ibarra, mediante la utilización de equipos Mikrotik.

Para el desarrollo de este proyecto se realizó un análisis de la situación actual de la empresa antes mencionada, con el fin de determinar los parámetros necesarios para la elaboración del proyecto, una vez culminado el levantamiento de información se procede a realizar el diseño de reingeniería que cumpla con los estándares correspondientes a redes inalámbricas y, que además se encuentren dentro de las normas y reglamentos del ente de regulación y control (ARCOTEL).

Se incluye en el diseño la utilización de equipos Mikrotik con el objetivo de mejorar el rendimiento de la red, ampliar la cobertura, lograr mayor crecimiento de clientes y brindar un servicio de calidad a los usuarios de internet, para verificar el rendimiento de los enlaces principales de los clientes y el funcionamiento de la red de datos, se utiliza software de monitoreo que permite visualizar el estado en el que se encuentra la red y sus abonados, de esta manera se logra determinar los inconvenientes y se reducir el tiempo de solución.

Se efectúa un estudio de factibilidad que permite analizar el tiempo de recuperación de la inversión realizada por parte de la empresa, finalmente se ejecutan las pruebas de funcionamiento con las que se determina la viabilidad del proyecto y el correcto funcionamiento de la nueva red.

## **ABSTRACT**

This present work was developed with the support of the Line Technology Internet Wireless Company. The principle objective was carrying out the Reengineering and Network Administration to provide the internet service using Mikrotik equipment at Azaya and Alpachaca neighborhoods of Ibarra city.

First, the analysis of the stage of the art and the parameters necessities for developing this Project was made. After that, in order to accomplish the regulations and standards giving by Agency of the Regulation and Control of Telecommunications ARCOTEL (Agencia de Regulación y Control de Telecommunications), I developed the reengineering's design. Which include the using of Mikrotik equipment to improve the network performance, to expand coverage, to increase customers and to offer a better quality of internet service.

Next, to verify the performance of the client's main links and the functioning of the data network, monitoring software were used, which allowed to visualize the state in which network and its subscribers are located, determining the problems faster and reducing the time of solution.

Additionally, a feasibility study is carried out to analyze the recovery time of the investment made by the Company. Finally, running the performance tests with which the viability of the project is determined and the correct functioning of the new network.

## INDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	viii
DEDICATORIA.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPITULO I.....	1
ANTECEDENTES.....	1
1.1. Problema.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos.....	2
1.3. Alcance.....	3
1.4. Justificación.....	4
CAPITULO II.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Introducción.....	7
2.2. Infraestructura de red.....	7
2.3. Estudio de cobertura en una red inalámbrica.....	10
2.3.1. Zona de fresnel.....	11
2.3.1.1. LOS (Line of Sight).....	12
2.3.1.2. NLoS (Near Line of Sight).....	12
2.3.1.3. NLOS (Non Line of Sight).....	12
2.3.2. Capacidad de la red inalámbrica.....	13
2.3.2.1. Velocidad.....	14

2.3.2.2.	Eficiencia Espectral .....	15
2.3.3.	Latencia .....	15
2.3.4.	Ancho de banda en una red inalámbrica .....	16
2.3.5.	Frame Relay .....	16
2.3.5.1.	Parámetros de conexión.....	17
2.3.6.	Espectro Radioeléctrico.....	18
2.4.	Elementos para un radioenlace.....	19
2.4.1.	Frecuencia y longitud de onda.....	19
2.4.2.	Potencia Isotrópica Radiada Equivalente (PIRE).....	20
2.4.3.	Pérdidas de señal en el espacio libre .....	20
2.5.	Comparación técnica entre equipos.....	20
2.5.1.	Alcance comparativo.....	21
2.5.2.	Apreciación general.....	21
2.5.3.	Descripción.....	21
2.5.4.	Sistema .....	22
2.5.5.	Hardware .....	22
2.5.6.	Interfaz con el usuario .....	24
2.5.7.	Software.....	25
2.5.8.	Requerimientos de adaptación.....	25
2.5.9.	Restricciones .....	26
2.5.10.	Plan de manejo de los requerimientos .....	26
2.5.11.	Requerimientos funcionales .....	27
2.5.12.	Requerimientos no funcionales .....	27
2.6.	Wireless local loop (WLL).....	28
2.6.1.	Características .....	28

2.7.	Redes Inalámbricas.....	29
2.7.1.	Estándar 802.11 .....	29
2.7.2.	Descripción general.....	30
2.7.3.	Estándar 802.11g .....	32
2.7.3.1.	OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing).....	33
2.7.4.	Estándar 802.11n.....	33
2.7.4.1.	Capa física .....	34
2.7.4.2.	MIMO (Múltiples Entradas y Múltiples Salidas).....	34
2.7.4.3.	SDM (Multiplexación por división espacial) .....	36
2.7.4.4.	Formato de la trama PLCP .....	36
2.7.4.5.	Trama PLCP HT-MF para 20MHz .....	37
2.7.4.6.	Trama PLCP HT-MF para 40MHz .....	38
2.7.5.	Estándar 802.11ac .....	39
2.7.5.1.	QAM (Modulación de Amplitud en Cuadratura).....	39
2.7.5.2.	Estructura del protocolo .....	40
2.7.5.3.	Subcapa Mac .....	41
2.7.6.	Comparación .....	41
2.1.1.	Requerimientos de adaptación.....	42
2.2.	Análisis del estado actual de ISP en la ciudad .....	43
2.2.1.	Carrier e ISP .....	43
2.2.2.	Carriers .....	44
2.2.3.	ISP en Ibarra.....	45
2.3.	Organismo nacional de regulación y control.....	46
2.4.	Ley Orgánica de Telecomunicaciones .....	46
2.4.1.	Reglamento para SVA.....	47

2.4.2.	Frecuencias de operación .....	48
2.5.	Registro servicio acceso a internet .....	49
2.5.1.	Auditoria y permiso de la empresa.....	49
2.6.	Software de monitoreo .....	50
2.6.1.	Alcance.....	50
2.6.2.	Apreciación general.....	50
2.6.3.	Descripción.....	50
2.6.4.	Interfaz con el sistema .....	52
2.6.5.	Requerimientos de adaptación.....	52
2.6.6.	Restricciones .....	53
2.6.7.	Requerimientos funcionales .....	53
CAPITULO III .....		55
DISEÑO E IMPLMENTACION .....		55
3.1.	Introducción .....	55
3.2.	Situación actual.....	55
3.3.	Levantamiento de información .....	58
3.3.1.	Topología inicial .....	59
3.3.2.	Análisis de la topológica actual .....	62
3.3.3.	Topología lógica .....	63
3.3.4.	Tabla de direccionamiento .....	63
3.3.5.	Topología física .....	64
3.4.	Lugares de cobertura.....	65
3.5.	Equipos utilizados.....	67
3.6.	Requerimiento para nuevos enlaces.....	68
3.7.	Requerimientos de equipos para clientes.....	68

3.8.	Diseño de red para el servicio Inalámbrico.....	69
3.8.1.	Direccionamiento .....	75
3.9.	Topología física de red .....	76
3.9.1.	Topología de enlaces .....	77
3.10.	Estudio de cobertura mediante Radio Mobile.....	77
3.10.1.	Ubicación de los nuevos nodos.....	78
3.10.2.	Cálculo del enlace .....	80
3.10.2.1.	Longitud de onda .....	81
3.10.2.2.	Pérdidas del espacio libre.....	81
3.10.2.3.	Potencia isotrópica radiada equivalente (Pire).....	81
3.10.3.	Estado del enlace .....	82
3.10.4.	Cálculo del enlace .....	85
3.10.4.1.	Longitud de onda .....	85
3.10.4.2.	Pérdidas del espacio libre.....	86
3.10.4.3.	Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) .....	86
3.10.4.4.	Estado del enlace .....	86
3.11.	Formulario de registro para nuevos nodos.....	87
CAPITULO IV .....		91
PRUEBAS Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD .....		91
4.1.	Introducción .....	91
4.2.	Pruebas de Cobertura .....	91
4.2.1.	Enlace punto a punto hacia San Benito de Palermo .....	91
4.1.1.	Enlace punto a punto hacia el Arcángel.....	94
4.2.	Administración de red mediante software .....	96
4.2.1.	The Dude.....	96

4.2.2.	Registros del Sistema.....	96
4.2.3.	Configuración del nodo principal .....	97
4.2.4.	Creación de clientes .....	100
4.3.	Configuración de CACTI.....	101
4.4.	Distribución del recurso.....	103
4.5.	Configuración del ancho de banda para clientes .....	104
4.6.	Tráfico de consumo del servicio .....	105
4.7.	Configuración de Seguridad .....	106
4.8.	Seguridad mediante Protocolo TCP/IP .....	108
4.9.	Seguridad mediante Protocolo PPOE .....	109
4.10.	Solución con los equipos requeridos .....	109
4.11.	Evaluación financiera .....	111
4.11.1.	Determinación de ingresos.....	111
4.11.2.	Determinación de egresos .....	112
4.11.2.1.	Materiales e insumos .....	112
4.11.2.2.	Mano de obra directa .....	113
4.12.	Estados financieros .....	114
4.12.1.	Estado de situación inicial .....	115
4.12.2.	Estado de resultados.....	115
4.13.	Cálculo del valor actual neto (VAN) .....	117
4.14.	Cálculo de la tasa interna de retorno (TIR).....	118
4.15.	Razón beneficio costo B/C .....	119
4.16.	Período de recuperación de la inversión .....	120
	CAPITULO V .....	121
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	121

5.1.	Conclusiones.....	121
5.2.	Recomendaciones .....	122
	GLOSARIO.....	125
	BIBLIOGRAFIA .....	128
	ANEXOS.....	133
	Anexo 1.- Datasheet de Equipos comparados para la adquisición de equipos.....	133
	Anexo 2.- Datasheet de los equipos instalados en el nodo principal.....	136
	Anexo 3.- Datasheet de los equipos requeridos para enlaces y clientes.....	141
	Anexo 4. Interface gráfica de equipos .....	146
	Anexo 5.- Formulario De Registro De Infraestructura.....	148
	Anexo 6.- Permiso De Funcionamiento .....	149
	Anexo 7.- Formulario de implementación de nuevos nodos .....	150
	Anexo 8.- Cálculo de megas consumo mínimo y máximo.....	151
	Anexo 9.- Depreciación de activos fijos.....	152
	Anexo 10.- Estado de Situación Actual.....	154
	Anexos Fotográficos.....	155

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Topología estrella.....	9
Figura 2. 2 Topología en malla.....	9
Figura 2. 3 Formato de la trama Frame Relay .....	17
Figura 2. 4 Frecuencias del Espectro Radioeléctrico .....	18
Figura 2. 5 Análisis de la Infraestructura .....	29
Figura 2. 6 Formato de la trama 802.11 .....	31
Figura 2. 7 Trama PLCP ERP.OFDM.....	33
Figura 2. 8 Sistema MIMO.....	35
Figura 2. 9 Sistema transmit beamforming .....	35
Figura 2. 10 Sistema MIMO/SDM.....	36
Figura 2. 11 Trama de formato mixto de 20MHZ.....	37
Figura 2. 12 Trama en formato mixto HT-MF de 40MHz .....	38
Figura 2. 13 Evolución del protocolo 802.11 .....	40
Figura 3. 1 Organigrama general de las funciones de la Empresa .....	56
Figura 3. 2 Topología inicial de la empresa LINE INTERNET.....	59
Figura 3. 3 diagrama del router RB750GR3.....	60
Figura 3. 4 diagrama del router RB750GR3 activado en modo switch.....	60
Figura 3. 5 Pantalla principal de monitoreo .....	61
Figura 3. 6 Topología Inicial De La Infraestructura Fuente: Departamento técnico LINE INTERNET.....	63
Figura 3. 7 Topología Presentada en los formularios de permiso .....	64
Figura 3. 8 diagrama de diseño del router RB1100AHX4 .....	65
Figura 3. 9 Vista inicial desde el nodo Principal.....	66
Figura 3. 10 Cobertura Inicial Graficada En Radio Mobile .....	66

Figura 3. 11 Megas contratados al proveedor.....	70
Figura 3. 12 Equipos utilizados dentro de la empresa .....	71
Figura 3. 13 Topología Inicial Del ISP.....	76
Figura 3. 14 Topología para nuevos enlaces .....	77
Figura 3. 15 Coordenadas del nodo principal.....	78
Figura 3. 16 Ubicación geográfica del nodo principal .....	79
Figura 3. 17 Coordenadas nodo San Benito .....	79
Figura 3. 18 Ubicación Geográfica del sector San Benito .....	80
Figura 3. 19 Grafica nuevo enlace.....	81
Figura 3. 20 Cálculo primer enlace mediante Radio Mobile.....	82
Figura 3. 21 Cobertura del nuevo enlace .....	83
Figura 3. 22 Zona sin cobertura por falla geográfica .....	83
Figura 3. 23 Coordenadas del nodo Arcángel .....	84
Figura 3. 24 Ubicación geográfica nodo Arcángel.....	84
Figura 3. 25 Grafica del nuevo enlace .....	85
Figura 3. 26 Cálculo de la zona de fresnel entre nodo Arcángel Radio Mobile.....	86
Figura 3. 27 Cobertura total con el nuevo enlace .....	87
Figura 3. 28 Formulario de registro de nuevos nodos .....	88
Figura 4. 1 Comprobación de enlace transmisor .....	92
Figura 4. 2 Comprobación de enlace receptor .....	92
Figura 4. 3 Nuevos clientes del nodo San Benito.....	93
Figura 4. 4 Cobertura alcanzada con el nuevo nodo.....	93
Figura 4. 5 Comprobación de enlace desde el transmisor .....	94
Figura 4. 6 Comprobación de enlace desde el receptor .....	94
Figura 4. 7 Clientes nuevos conseguidos con el nodo arcángel sectorial 1 .....	95

Figura 4. 8 Nuevos clientes conseguidos en el nodo arcángel sectorial 2.....	95
Figura 4. 9 Pantalla de acceso software The Dude.....	97
Figura 4. 10 Configuración inicial y creación de la red .....	98
Figura 4. 11 Esquema para descubrir las redes creadas .....	98
Figura 4. 12 Red principal del ISP y sus nuevos enlaces .....	99
Figura 4. 13 Descubrimientos de los clientes en cada AP.....	100
Figura 4. 14 Clientes reconocidos en uno de los AP.....	101
Figura 4. 15 Identificación del router principal mediante IP de salida.....	102
Figura 4. 16 Asignación de versión y comunidad SNMP .....	102
Figura 4. 17 Características mediante SNMP.....	103
Figura 4. 18 Consumo de cargas y descarga por los clientes .....	103
Figura 4. 19 Distribución del recurso para carga y descarga global.....	104
Figura 4. 20 Distribución del recurso para carga y descarga de clientes.....	104
Figura 4. 21 Árbol de clientes del plan residencial .....	105
Figura 4. 22 Tráfico promedio de consumo .....	106
Figura 4. 23 Creación de VLAN y modo Bridge en el router .....	106
Figura 4. 24 Creación de VLAN y modo Bridge en el AP.....	107
Figura 4. 25 Configuración en una red plana .....	107
Figura 4. 26 Configuración en una red virtual .....	108
Figura 4. 27 Configuración del equipo mediante IP.....	108
Figura 4. 28 Configuración del equipo mediante PPPOE .....	109
Figura. 1 Equipo Mimosa.....	133
Figura. 2 Equipo Mikrotik.....	134
Figura. 3 Equipo Ubiquiti.....	135
Figura. 4 Datasheet router RB750GR3 .....	136

Figura. 5 Mikrotik Routerboard 1100AHX .....	137
Figura. 6 AP Principal - Antenas_Ubiquiti_Airmax_Sectorial 120G .....	138
Figura. 7 Rocketm5_Ds_Airmax_Basestation .....	139
Figura. 8 Rocketm5_Ds_Airmax_Basestation .....	140
Figura. 9 Para enlace 1 Powerbeam_DS .....	141
Figura. 10 Para enlace 2 Mikrotik QRT .....	142
Figura. 11 AP Principales Mikrotik Mant 15s-19s.....	143
Figura. 12 Equipos para clientes Litebeam M5 .....	144
Figura. 13 Equipo para clientes Mikrotik LHG 5.....	145
Figura. 14 Interface gráfica de equipo Mimosa.....	146
Figura. 15 Interface gráfica de equipo Mikrotik.....	146
Figura. 16 Interface gráfica de equipo Ubiquiti .....	147
Figura. 17 Formulario RC-6A registro de equipos y nodos .....	150

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Comparativa de características principales de equipos .....	23
Tabla 2. 2 Software y graficas de configuraciónn .....	24
Tabla 2. 3 Comparatiba de ubicación .....	25
Tabla 2. 4 Restricciones de trabajo.....	26
Tabla 2. 5 Especificaciones de cada estandar .....	41
Tabla 2. 6 Comparacion de características principales.....	42
Tabla 2. 7 Carriers autirozados.....	44
Tabla 2. 8 ISP en Ibarra .....	45
Tabla 2. 9 Comparacion de software .....	51
Tabla 2. 10 Interface de configuracion .....	52
Tabla 2. 11 Restricciones de cada software.....	53
Tabla 3. 1 Equipos con los que inicia la empresa .....	58
Tabla 3. 2 Direccinamiento inicial .....	63
Tabla 3. 3 Equipos registraos de la empresa .....	67
Tabla 3. 4 Equipos requeridos para enlaces .....	68
Tabla 3. 5Equipos requeridos para clientes .....	69
Tabla 3. 6 Clientes iniciales de la empresa.....	71
Tabla 3. 7 Cálculo de negas por planes .....	73
Tabla 3. 8 Cálculo de megas a contratar.....	74
Tabla 3. 9 Asignacion de VLAN .....	75
Tabla 3. 10 Asignacion de puertos en el router .....	76
Tabla 3. 11 Parámetros de configuración San Benito .....	80
Tabla 3. 12 Parámetros de configuración Arcangel .....	85

Tabla 4. 1 Comparación de equipos existentes y nuevos .....	110
Tabla 4. 2 Proyección de crecimiento anual .....	111
Tabla 4. 3 Crecimiento de acuerdo a clientes .....	112
Tabla 4. 4 Detalle de materiales y herramientas.....	113
Tabla 4. 5 Crecimiento de salarios .....	114
Tabla 4. 6 Gastos operacionales y mano de obra .....	114
Tabla 4. 7 Estado de resultados en 5 años.....	116
Tabla 4. 8 Valor actual neto .....	117
Tabla 4. 9 Tasa interna de retorno.....	118
Tabla 4. 10 Relación costo beneficio .....	119
Tabla 4. 11 Recuperacion de la inversión .....	120
Tabla. 1 Cálculo para consumo mínimo por planes .....	151
Tabla. 2 Cálculo para consumo mínimo por planes .....	151
Tabla. 3 Depreciación total de activos fijos en 5 años .....	152
Tabla. 4 Depreciación de activos por año.....	152
Tabla. 5 Flujo de depreciación anual de activos.....	153

## TABLA DE ECUACIONES

Ecu. 2. 1 Cálculo de la Zona de Fresnel .....	13
Ecu. 2. 2 Cálculo de Burst .....	17
Ecu. 2. 3 Cálculo del intervalo de tiempo .....	17
Ecu. 2. 4 Cálculo de la frecuencia .....	19
Ecu. 2. 5 Calculo Para La Longitud De Onda .....	20
Ecu. 2. 6 Cálculo para El PIRE .....	20
Ecu. 2. 7 Cálculo para perdida de la señal en espacio libre.....	20
Ecu. 3. 1 Cálculo de la velocidad para descarga .....	70
Ecu. 3. 2 Cálculo de megas que se requiere .....	72
Ecu. 3. 3 Cálculo para descargas .....	74
Ecu. 3. 4 Cálculo Para cargas .....	74
Ecu. 3. 5 Cálculo de longitud de onda para primer enlace .....	81
Ecu. 3. 6 Cálculo de pérdida del enlace para primer nodo .....	81
Ecu. 3. 7 Cálculo para el PIRE del primer enlace .....	81
Ecu. 3. 8 Cálculo de longitud de onda para segundo enlace .....	85
Ecu. 3. 9 Cálculo de pérdida en el espacio libre para segundo enlace .....	86
Ecu. 3. 10 Cálculo del PIRE para segundo enlace .....	86
Ecu. 4. 1 Cálculo de VAN .....	117
Ecu. 4. 2 Cálculo del TIR .....	118
Ecu. 4. 3 Cálculo de Costo/Beneficio.....	119

## **CAPITULO I**

### **ANTECEDENTES**

#### **1.1. Problema**

Hoy en día el internet es parte de los servicios básicos indispensable en cada domicilio, permite a las personas cumplir con sus actividades académicas, laborales y de entretenimiento, facilita las transacciones comerciales y contribuye a la comunicación sin límite de distancias.

En las localidades de Azaya y Alpachaca, sectores donde la empresa LINE TECHNOLOGY brinda el servicio de internet, se identificó dos problemas importantes como: La zona geográfica presenta varios puntos ciegos y, la ubicación del AP principal en las Lomas de Azaya registra mayor interferencia, lo que limita complementar la cobertura pues se pierde conectividad, que a su vez genera inconformidad en los clientes desencadenando una pérdida de competitividad en el mercado del internet.

Por los problemas tecnológicos expuestos y si a esto, se les suma la falta de políticas en la administración del ancho de banda, además de la alta competitividad de proveedores que brindan este tipo de servicios, la Empresa registra perdida de cartera.

Dentro de la configuración del equipo este no cuenta con limitación alguna respecto al consumo del ancho de banda por usuario, lo que ocasiona, que en horas pico los primeros usuarios que utilizan el recurso consuman el mayor ancho de banda, dejando a los nuevos usuarios una conexión inestable.

Para la administración del recurso actualmente se utiliza el software THUNDER, siendo esta una aplicación de los equipos Mikrotik, la cual no permite controlar de forma

estable la conexión de cada uno de los enlaces, no se puede detectar cuando un usuario excede el ancho de banda y, únicamente permite observar cuando los usuarios se encuentran navegando en la red.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Permitir que la empresa LINE TECHNOLOGY INTERNET pueda brindar el servicio de internet para los sectores de Azaya y Alpachaca ubicados en la ciudad de Ibarra mediante reingeniería y administración de la red utilizando equipos Mikrotik.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Realizar un estudio sobre la tecnología 802.11 en redes inalámbricas.
- Establecer el levantamiento de la información del estado actual de los repetidores y cada uno de los enlaces que tiene la empresa verificando los requerimientos necesarios para el rediseño de la topología dentro del sector.
- Diseñar una nueva topología que permita la implementación de nuevos nodos para aumentar la cobertura.
- Configurar los equipos Mikrotik y el servidor permitiendo tener una mejora en el ancho de banda manteniendo una correcta distribución de los recursos ampliando la cobertura del servicio.
- Monitoreo de red para el control de los enlaces y el consumo del ancho de banda, mediante la configuración del software de administración de red.
- Realizar pruebas del funcionamiento de las nuevas políticas implementadas en el servicio.

- Establecer un análisis de factibilidad económico para la implementación de los nuevos nodos.

### **1.3. Alcance**

Este proyecto tiene la finalidad de poder brindar una mejora al servicio de internet que la empresa Line Technology Internet brinda a los sectores de Alpachaca y Azaya, generando soluciones como el control de ancho de banda, asignación de recursos a los clientes, administración de la red realizando pruebas diarias mediante un software de monitoreo con la utilización de equipos con los que cuenta la empresa.

De acuerdo con el estudio de la tecnología 802.11 se permitirá la aplicación del estándar en redes WLAN a largas distancias permitiendo el uso de algunas frecuencias de forma gratuita, de esta manera se podrá controlar la interferencia de equipos con otras operadoras además de garantizar los permisos adecuados de frecuencias con el ente regulador.

Con el levantamiento de información dentro del ISP se analizará la configuración existente con la que se encuentra brindando el servicio, se verificará el estado actual de los equipos y se realizará un análisis de la cantidad de usuarios existentes conectados a la red y el tráfico que estos generan, la gestión se realizará mediante el software RouterOS (FIREWALL), el cual permitirá identificar cada una de las políticas que se debe cumplir al momento de distribuir el ancho de banda para mejorar el servicio evaluando la operatividad y eficiencia de cada enlace.

Para poder implementar los nuevos repetidores que permitan mejorar la cobertura se propone el uso del software Radio Mobile con el que se podrá verificar la zona geográfica y el estudio de los puntos exactos que mantengan una correcta línea de vista para mejorar el servicio.

Se podrá verificar si el equipo soporta y garantiza la disponibilidad de cada conexión de ser necesario se gestionará la adquisición de nuevos equipos con mejores características que logren soportar el incremento de nuevos usuarios y capacidad de los enlaces.

Para verificar el estado de los enlaces y equipos se realizará un monitoreo constante mediante el software de administración THE DUDE Y CACTI constituyéndose en el software que permite trabajar conjuntamente con los equipos Mikrotik, mediante este control de los equipos se podrá tener una buena referencia de gestión de usuarios y ampliar la cartera de usuarios en la zona norte del país.

Con los cambios que se realicen en los equipos se efectuarán pruebas de funcionamiento desde los puntos de acceso que abarca a los usuarios para monitorear el rendimiento y también pruebas de conectividad de cada enlace.

Realizar un análisis económico del nuevo diseño que se desea implementar dentro de la empresa con el costo de los equipos y la factibilidad de los puntos donde se ubicará cada nodo, y el tiempo que permita recuperar la inversión los valores y se definirá el valor que deben cancelar los usuarios finales por el uso del servicio.

Se realizara las conclusiones y recomendaciones que se hayan presentado en el presente proyecto con la finalidad de poder mejorar el servicio a futuro para ampliar la cobertura.

#### **1.4. Justificación**

La importancia de realizar la reingeniería dentro de la empresa Line Technology Internet surge con la necesidad de brindar un mejor servicio de internet a la ciudadanía especialmente a los sectores de Azaya y Alpachaca; dado que en los últimos años el

servicio de las redes inalámbricas se ha vuelto una necesidad, esto permitirá que los usuarios puedan acceder a la información en línea diariamente.

La empresa brinda este servicio a un bajo costo tomando como prioridad principal la economía dentro de estos sectores que limita el acceso a este servicio; el nuevo diseño de la red permitirá que se pueda aumentar de forma factible la cantidad de usuarios.

La Gestión del recurso permitirá que la conexión sea constante de los diferentes enlaces hacia el servidor principal, los cambios a realizarse en los equipos no presentaran inconvenientes dentro de los usuarios que se encuentran utilizando el servicio, lo que se busca lograr es que los problemas que actualmente se encuentra como la conexión inestable sea superada de forma que el cliente se encuentre conforme con el servicio y de esta manera poder ganar mayor apertura en el mercado.

Los equipos Mikrotik tienen la ventaja de ser más robustos para las conexiones de última milla, y más económicos a comparación de otras marcas que también son utilizadas para brindar este servicio.

Con la correcta administración de la red y el monitoreo de los enlaces se garantizará la disponibilidad del servicio a los usuarios de LINE TECHNOLOGY INTERNET las 24 horas.



## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Introducción**

En este capítulo se detalla las características principales de la infraestructura de un ISP, se establece una comparativa entre los equipos que permite analizar las características de cada uno y verificar cuales pueden ser factibles para la adquisición de los mismos; también se realiza un análisis de los estándares establecidos para los enlaces inalámbricos y, la determinación de un software de monitoreo para el control de la red.

Se realiza un análisis general sobre el estado actual de los ISP dentro del Ecuador y la ciudad de Ibarra, que el cual permite analizar la competitividad que existe, se detallan los requerimientos y normas que se debe cumplir para obtener el permiso de funcionamiento por medio de la ARCOTEL.

#### **2.2. Infraestructura de red**

La infraestructura de red permite la transmisión de datos, la cual depende de una correcta configuración de los equipos y de la parte administrativa para la correcta funcionalidad desde el servidor hacia los clientes, manteniendo un enlace estable que permite brindar un buen servicio, si dentro de la administración existen fallas esto ocasiona la inestabilidad operativa de la red y la baja confiabilidad del usuario al contratar el servicio.

Para que pueda existir una buena conectividad entre el servidor y el cliente los equipos tienen que estar alineados de forma correcta, evitando tener obstáculos que generen interferencia en la señal desde el nodo principal hacia todos los usuarios, en caso de que el nodo principal tenga algún daño este provocará que todos los usuarios se

desconecten de la red generando cortes en el servicio y una molestia en los usuarios; para ello se debe tener en cuenta la utilización de un sistema de backup eléctrico que al momento de falta de energía eléctrica en la red, este se active automáticamente manteniendo a la red activa y en constante funcionamiento los enlaces principales (Medina Yunga, 2014).

Es muy importante que la zona donde se desea implementar los nodos, deben estar ubicados en un lugar que tenga una buena visibilidad desde cualquier punto, que este no tenga obstáculos los cuales generen interferencias; tomando en cuenta que un problema mayor también puede ser el crecimiento de usuarios dentro de la red, ya que cada nodo tendrá un límite de enlaces permitiendo mantener un buen servicio, al momento de cumplir este valor la señal tendrá intermitencias y la inconformidad de los usuarios.

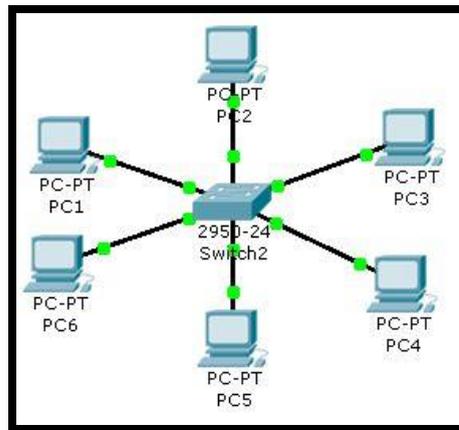
### **2.2.1. Topologías de Red**

Es la interconexión de equipos dentro de una misma red, permitiendo que la información sea transportada de acuerdo a un direccionamiento establecido por el administrador, de esta manera se puede definir el tipo de topología física que va hacer utilizada para la conexión de los equipos y brindar el servicio de internet; para ello según (Diaz, Pacheco, & Castillo, 2013), se pueden utilizar dos tipos de topologías como son: la topología estrella y la topología en malla las cuales se detallan a continuación.

### **2.2.2. Topología estrella**

Si la infraestructura de red es diseñada mediante una topología estrella se toma en cuenta que todos clientes van a estar conectados a un solo punto o nodo como se muestra en la Figura 2.1, este tipo de topología es una de las más utilizadas para los WISP, donde el punto principal está situado en un lugar donde tenga mayor visibilidad para realizar los enlaces, el recurso tiene que ser distribuido de forma equitativa a cada

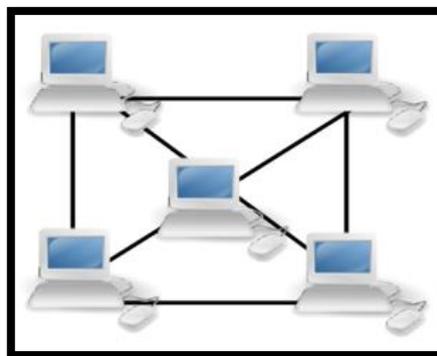
punto de conexión, donde se puede realizar una combinación de topologías como por ejemplo la topología de árbol que permite llegar hacia el interior de los hogares.



*Figura 2. 1 Topología estrella*  
Fuente: (Evelio & Arturo, 2012)

### 2.2.3. Topología en Malla (Mesh)

La topología en malla es más requerida en los sectores urbanos ya que existen la mayor cantidad de obstáculos, los cuales impiden tener una buena conexión con el nodo principal, para esto existe una conexión completa entre todos los nodos directamente, también existe la conexión parcial como lo explican (Evelio & Arturo, 2012), donde los nodos se conectan entre algunos formando una malla pero permite mantener la red estable como se muestra en la Figura 2.2.



*Figura 2. 2 Topología en malla*  
Fuente: (Evelio & Arturo, 2012)

### **2.3. Estudio de cobertura en una red inalámbrica**

Este estudio permite observar de manera eficaz la ubicación de cada nodo para poder brindar el servicio en los sectores establecidos, de esta manera se puede garantizar la estabilidad de la red para acceder hacia cada usuario, con este análisis requiere la implementación de nodos únicamente en lugares donde tenga mayor visibilidad para la interconexión de los equipos.

“Las redes inalámbricas permite resolver la conexión de enlaces evitando varios obstáculos que no permite el acceso cableado y dificultades técnicas de instalación, principalmente regulando y controlando de manera estable las frecuencias a ser utilizadas” (Ipiates Miriam, 2015). Este tipo de redes no sustituyen a las redes cableadas únicamente facilitan mayor alcance ya que en la actualidad la utilización de la fibra óptica ha permitido tener mayor velocidad de transmisión pero con el trabajo conjunto de las redes inalámbricas.

Realizar el estudio de la cobertura permite presentar una planificación estratégica que ayude a optimizar la utilización del recurso, se logre disminuir cada requerimiento de los problemas que se presenten, y maximizar la capacidad de cada enlace y mantener una excelente cobertura al momento de realizar una instalación, por lo cual esto requiere establecer pruebas que aseguren que los resultados sean estables y los criterio planteados para el diseño permitan estar de acuerdo a las normas establecidas. (Moya Hidobro, 2014)

“Se debe osificar que las configuraciones sean exactas y permita que el recurso este bien distribuido de acuerdo con la capacidad que tenga cada nodo para una cierta cantidad de clientes” (Yaagobli Mohemmed El, 2012), se deben identificar frecuencias libres que pueden ser utilizadas, para ello mediante el escaneo desde los equipos las menos utilizadas por otros ISP, así se logra mantener una conexión estable e indefinida

manteniendo un constante monitoreo que permita evitar la interferencia de equipos de otras empresas, quienes pueden causar daños e inestabilidad de la red y no llegar de manera fiabilidad del enlace.

El área que se planea cubrir son distancias largas identificadas como una red de area metropolitana conocida como (MAN), mediante las cuales se puede proporcionar la integración de múltiples servicios permitiendo que los nodos se puedan conectar remotamente estableciendo un mejor enlace.

### **2.3.1. Zona de fresnel**

Al realizar el diseño de un enlace inalámbrico es importante determinar varios factores en la propagación de la señal donde se envía información entre el Transmisor (TX) y la Receptor (RX), siendo una onda electromagnética que no supera los  $180^\circ$  en la primera fase formando una elipsoide, seguida de una segunda fase que puede llegar hasta los  $360^\circ$  y contiene a la primera fase, existiendo una zona superior que abarca las dos zonas anteriores, y permite tener una obstrucción de un 40% y, la misma no influya en la primera fase.

La señal mínima es un rayo que permite la comunicación entre los dos extremos, el cálculo de la zona permite verificar y evitar pérdidas de la señal, evadir los obstáculos que invaden la transmisión (Tx) de la señal; el objetivo principal de la zona de Fresnel es la difracción que existe en la propagación de las ondas de radio, como lo definen (Leija, Iturri, & López, 2014), donde se indica que al existir atenuación de la señal al momento de encontrarse con diferentes obstáculos esto genera una pérdida de potencia, es decir, que al tener una pérdida de 6 dB equivale a un 75% de la señal perdida en la Tx de datos.

Debido a las interferencias que existe en la antena receptora donde puede recibir varias señales desde su TX, o desde otros puntos existirá un mayor retardo que ha sido

generado por la refracción al momento de transmitir la señal, de acuerdo a las interferencias se ha dividido en tres tipos de señales como son: Las líneas de vista sin obstrucción(LOS), líneas de vista con poca obstrucción (NLoS) y líneas de vista con obstrucción (NLOS).

#### **2.3.1.1. LOS (Line of Sight)**

Línea de vista sin obstrucción, este tipo de señal nos indica que la zona de Fresnel se encuentra despejada totalmente sin ninguna obstrucción, es decir, una línea de vista limpia permitiendo que la Tx y Rx sea confiable y no tenga ningún retardo, sin inconvenientes de ruido e interferencias.

#### **2.3.1.2. NLoS (Near Line of Sight)**

Línea de vista con poca obstrucción, es decir, existe una línea de vista directa entre el TX y RX no tendrá mayor retardo de señal pero parcialmente se encuentra con un obstáculo el cual no permitirá que la Tx sea estable constantemente, tendrá una sensibilidad de conexión mayor pero existe el enlace.

#### **2.3.1.3. NLOS (Non Line of Sight)**

Línea de vista obstaculizada, no existe una visibilidad directa entre el TX y RX, dentro de la zona establecida, el área se encuentra totalmente obstruida por tal motivo esto requiere establecer un punto intermedio que permita la transmisión entre los dos puntos, o realizar varios saltos para poder obtener un enlace seguro.

Para llevar a la práctica con exactitud los cálculos de la zona de fresnel y lograr mayores alcances con los equipos de radiofrecuencia, dentro de la area debe existir por lo menos un 80% libre de obstáculos e interferencias, para lograr mantener una transmisión libre de cualquier pérdida y retardos.

En equipos de radiofrecuencia todo depende de la curvatura de la tierra y de un factor  $k$ , como se plantea en la Ecuación 2.1, este factor permite establecer el estudio de cada una de las fases y las interferencias que pueden existir, por lo tanto se establece dentro de la primera zona que el factor  $k$  equivale a  $4/3$  de la primera fase, donde debe estar completamente despejada, en cambio en la segunda fase  $k$  equivale a  $2/3$ , logrando una zona despejada del 60% a razón de la primera fase, para ello se debe establecer la línea de vista que une los focos de cada antena, el radio del elipsoide que permite establecer las distancias entre el obstáculos y la frecuencia del TX como se indica (Vargas Luz, 2015).

Dando a conocer la fórmula para el cálculo de la zona de Fresnel es:

$$R_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \quad \text{Ecu. 2. 1 Cálculo de la Zona de Fresnel}$$

Dónde:

$R_n$  = radio de la  $n$ ésima zona de Fresnel. ( $n=1, 2, 3, \dots$ ).

$\lambda$  = longitud de onda de la señal transmitida en m.

$d_1$  = distancia desde el transmisor al objeto en km.

$d_2$  = distancia desde el objeto al receptor en km.

### 2.3.2. Capacidad de la red inalámbrica

El crecimiento de los dispositivos inalámbricos y aplicaciones que requieren mayor utilización del Ancho de Banda (AB), genera conflictos con la velocidad y la capacidad de transmisión de datos, por lo que se desea ampliar el objetivo de brindar a los usuarios un servicio cumpliendo los parámetros de Calidad de Servicio (QoS), según la opinión de (Ipiates Miriam, 2015). Para ello es necesario tomar en cuenta las

aplicaciones que correrán en la red y tener una idea del crecimiento de usuarios en cada nodo, estos dos parámetros serán muy importantes para poder realizar un mejor dimensionamiento de la capacidad de la red.

Para poder cumplir con la exigencia de cada usuarios en la utilización del recurso se debe mantener una idea general de la capacidad del AB, que necesita contratar un Proveedor de servicio de internet (ISP), identificar los canales que pueden ser utilizados permitiendo una navegación sin inconvenientes de saturación, y poder identificar las frecuencias que se encuentren libres las cuales puedan ser utilizadas de acuerdo al cumpliendo que establece el estándar 802.11n (Escudero Pascal, 2013).

Uno de los principales inconvenientes dentro de la capacidad y la velocidad del internet, son las horas pico que se encuentran dentro de un intervalo de tiempo donde se conectan la mayoría de los usuarios quienes intentan navegar y realizar descargas al mismo tiempo generando molestias; por lo tanto, en cada nodo se debe establecer un límite de clientes y del recurso que pueda mantener una velocidad estable y evite un desacuerdo con el servicio que está contratado.

Para mejorar la capacidad se puede realizar una migración de cada equipo y trabajar en combinación con los estándares 802.11ac y 802.11n esto permitirá aumentar la capacidad significativamente incrementando la velocidad en la transmisión de datos (Escudero Pascal, 2013).

### **2.3.2.1. Velocidad**

Es el tiempo que tarda un servidor en realizar una transmisión para enviar un paquete de datos y su valor es calculado en bits, en el estándar 802.11n la velocidad de transmisión de los datos alcanza hasta los 600Mbps, los resultados de la capacidad depende de cómo se utiliza el recurso en clientes y también de la distancia de las antenas,

el administrador mantendrá un revisión constante de los canales libres que se pueda utilizar para mantener la red estable.

### **2.3.2.2. Eficiencia Espectral**

Es un parámetro de calidad que permite medir la modulación digital, donde se puede identificar el número de bits que se puede transmitir de acuerdo al AB del canal utilizado; en la actualidad los canales más utilizados son las bandas de 2,4 GHz y la menos congestionada la banda de 5GHz, existe menor interferencia experimentando una mejor tasa de transmisión. Permitiendo aumentar la capacidad (ARCOTEL, Espectro Radioeléctrico, S-f).

### **2.3.3. Latencia**

Identifica el tiempo de retardo en la transmisión de un paquete, al momento de realizar un enlace se verifica que exista la menor latencia, de acuerdo con el lugar donde se encuentre ubicado el TX y RX, es decir, mientras la línea de vista sea más directa menor latencia existirá; dentro de las conexiones inalámbricas poseen mayor latencia debido al control de errores que se tiene para evitar conflictos y siguiendo el requerimiento a los protocolos (Carlos & Mauricio, 2016).

Para una mejor transmisión de paquetes dentro de la comunicación debe existir menor retardo al momento de la conexión y la descarga de aplicaciones; existen varios parámetros que influyen para que la latencia sea mayor o menor, esto se rige a la distancia entre los equipos y el tamaño de los paquetes transmitidos y también por el número de usuarios que se encuentren conectado a cada nodo.

#### **2.3.4. Ancho de banda en una red inalámbrica**

Se basa a la cantidad de paquetes que se pueden enviar a través de la red en un determinado tiempo estos son medidos en bits por segundo, se conoce más como la tasa de transferencia de datos logrando llevar suficiente información hacia su destino, existen varios factores que pueden afectar la limitación del ancho de banda como lo explica (Paztuña Espinoza, 2014); volviéndola menos confiable ya que depende del tipo de conexión y el estado en que estas se encuentren en caso de que en una conexión exista retardos que genera cuellos de botella ocasionando mayor demora en la comunicación.

Para la conexión inalámbrica el AB depende del número de conexiones, el tamaño de las tramas que van a ser enviadas y el retardo de las respuestas desde el servidor hacia el cliente, de esta manera se podrá limitar a cada cliente el ancho de banda de acuerdo con el plan contratado.

#### **2.3.5. Frame Relay**

Es un protocolo de red de área inalámbrica (WAN) que realiza su trabajo dentro de la capa física y enlace basada al modelo OSI; siendo una tecnología de conmutación de paquetes que permite varias conexiones virtuales compartiendo un mismo medio de Tx, su capacidad de transmisión depende del AB que demande su necesidad.

Dentro de su trama como se encuentra en la Figura 2.3, la cabecera principal es la encargada de verificar si existen tramas perdidas y realizar una retransmisión de datos en caso de ser requerida.

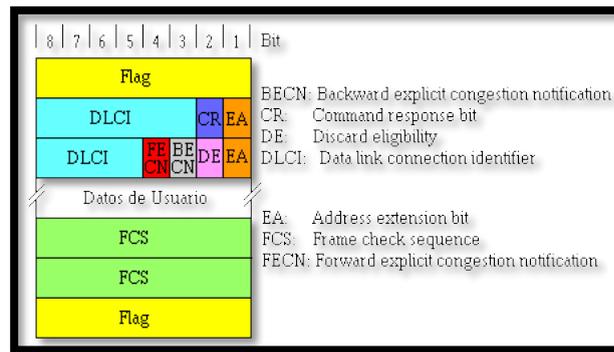


Figura 2. 3 Formato de la trama Frame Relay  
Fuente: (Diane Teare, 2015)

### 2.3.5.1. Parámetros de conexión

Según a UIT I.233 como explica en (Diane Teare, 2015), existen cuatro parámetros para la administración de los recursos en las conexiones virtuales como son: CIR, Bc, Be, Tc; quienes permitirán verificar la velocidad y el tiempo de respuesta para el envío de tramas en los enlaces realizados a los clientes.

- **Committed Information Rate (CIR).**- Es la velocidad promedio en la transmisión de datos que se debe transmitir en condiciones normales, es decir, cuando se encuentren en un mínimo consumo.
- **Committed Burst Rate (Bc).**-Son la cantidad máxima de datos transmitida en (bps) como se indica en la Ecuación 2.2, que la red se compromete en transmitir en el intervalo de tiempo definido.

$$Bc = CIR * Tc \quad \text{Ecu. 2. 2 Cálculo de Burst}$$

- **Committed Rate Measurement Interval (Tc).**- Es el intervalo de tiempo que el usuario está permitido transmitir, siendo la suma entre la cantidad máxima de datos transmitidos y la velocidad promedio como indica la Ecuación 2.3:

$$Tc = Bc + Be \quad \text{Ecu. 2. 3 Cálculo del intervalo de tiempo}$$

- **Excess Burst Rate (Be).**- Se identifica como la máxima cantidad de datos que puede exceder  $B_c$  durante el tiempo estimado por  $T_c$ , cuando la se superen los datos  $B_c + B_e$  serán descartados y serán medidos en Mbps.

### 2.3.6. Espectro Radioeléctrico

El espectro constituye un subconjunto de ondas electromagnéticas como se muestra en la Figura 2.4, que trabajan por bajo de los 3000 GHz que se encuentran propagadas en el espacio sin necesidad de tener una guía o dirección exacta, a través del cual se puede brindar diferentes servicios que ayudan al crecimiento empresarial y desarrollo social, en las telecomunicaciones mediante conexiones inalámbricas permiten llegar a lugares de difícil acceso mediante conexiones cableadas logrando de esta manera mantener a todo el país comunicado.

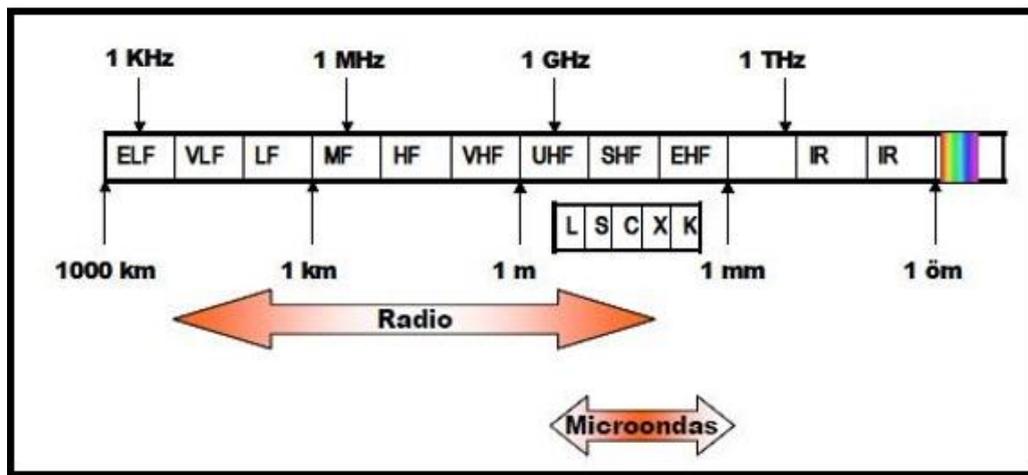


Figura 2. 4 Frecuencias del Espectro Radioeléctrico  
Fuente: (Ferrando & Alejandro, s-f)

Este se encuentra “compuesto de un conjunto de frecuencias asignados para las comunicaciones, únicamente pueden ser utilizados de acuerdo a un permiso o licencia por prestación de servicios de comunicación inalámbrica, ya que permite la utilización de varios servicios de radiodifusión como: televisión, radio, telefonía, internet; también los de radio navegación, servicios radioeléctricos y radio aficionados”, como se encuentra dentro del reglamento del (CONATEL-SENATEL, 2012), entonces para la utilización del

espectro y su funcionamiento de manera correcta se distribuyen las bandas específicamente que puedan utilizar los usuarios autorizados ya que permiten la garantía de normalizar el funcionamiento y la calidad en el servicio que estos pueden operar.

En la actualidad la utilización del espectro ha sido considerada como un sector estratégico que permite el crecimiento dentro de la comunicación, por este motivo se reserva el derecho de administración regulando y controlando que sea utilizado para beneficio de la sociedad cumpliendo con los reglamentos presentados mediante la constitución.

De esta manera las frecuencias que conforman el espectro son de recurso natural limitado por el estado que pueden utilizar uno o más servicios mediante un determinado control y las frecuencias son asignadas a determinados usuarios los cuales deben pagar por el uso (ARCOTEL, Espectro Radioeléctrico, S-f).

## **2.4. Elementos para un radioenlace**

Para poder calcular un enlace y la factibilidad del servicio es necesario realizar un análisis estimado que permita identificar las pérdidas o fallas que pueden existir, para ello se describe los siguientes elementos.

### **2.4.1. Frecuencia y longitud de onda**

La frecuencia es el número de ciclos que se repite en un periodo de tiempo en el que la onda tarda en poder completar un ciclo. La frecuencia se representa con la letra “F” y su unidad de medida en “Hz” (Vela Remache, 2015), que se representa en la *Ecu. 2.4*.

$$f = \frac{\text{cantidad de vueltas}}{\text{tiempo}} \text{ (Hz)} \quad (\text{Ecu. 2. 4 Cálculo de la frecuencia})$$

La longitud de onda es la distancia que se demora en recorrer una onda electromagnética en un determinado tiempo, el cálculo se representa en la *Ecu.2.5*.

$$\lambda = \frac{c}{f} \text{ (m)} \quad (\text{Ecu. 2. 5 Cálculo Para La Longitud De Onda})$$

Donde,  $c$  es conocida como la velocidad de la luz.

#### 2.4.2. Potencia Isotrópica Radiada Equivalente (PIRE)

El PIRE es la potencia que se debe irradiar de una antena hacia otra de acuerdo a la dirección que se encuentran alineadas como lo describe (Flores Espinoza, 2015), es decir, que la potencia debe irradiar varias veces su potencia normal para poder alcanzar la misma densidad de la potencia de la otra antena como se indica en la *Ecu. 2.6*.

$$PIRE = P_{TX} + G_{ANTENA} - L \quad (\text{Ecu. 2. 6 Cálculo para El PIRE})$$

#### 2.4.3. Pérdidas de señal en el espacio libre

Mientras la señal se encuentra transmitiendo en el espacio libre hasta llegar a su receptor sufre de atenuaciones dentro del medio estas pérdidas se producen en función de la frecuencia que se utiliza para el enlace que se demuestra en la *Ecu. 2.7*, y la distancia que se encuentran ubicados los nodos (Flores Espinoza, 2015).

$$FSL = 20 \log(d) + 20 \log(f) + k \quad (\text{Ecu. 2. 7 Cálculo para perdida de la señal en espacio libre})$$

Donde  $k$  es una constante que varía de acuerdo a las unidades de la distancia y la frecuencia:

$$\text{Si } d=\text{m}; f=\text{Hz} \rightarrow k=187.5$$

$$d=\text{Km}; f=\text{GHz} \rightarrow k=92.4$$

$$d=\text{Km}; f=\text{MHz} \rightarrow k=32.45$$

### 2.5. Comparación técnica entre equipos

Para realizar una comparación de equipos inalámbricos que permita mejorar el diseño del ISP, se realiza enlaces punto a punto con los que se pueda brindar el servicio

de internet y soporten una conexión a largas distancias, trabajen en frecuencias libres de acuerdo con el rango establecido por la Agencia de regulación y control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL). De acuerdo con el protocolo 29148 que permite crear un análisis persuasivo de las características principales de cada uno de los equipos que se van a implementar dentro de la red.

### **2.5.1. Alcance comparativo**

Permite analizar diferentes marcas de acuerdo al costo y características de los equipos inalámbricos, siendo el objetivo principal realizar enlaces punto a punto a largas distancias, para lo cual se toma en consideración las marcas UBIQUITI, MIKROTIK y MIMOSA, las cuales son de mayor adquisición dentro del país siendo más accesibles para la obtención de las mismas.

### **2.5.2. Apreciación general**

La idea principal para desarrollar esta comparación es tener una visión de manera general tener como finalidad cumplir con el propósito de la comparación de equipos buscando la manera más factible de adquirir equipos de manera que la inversión sea viable y de mayor durabilidad.

Tener una perspectiva de cada producto y marca que serán tomadas en consideración: la funcionalidad, falencias o restricciones que puedan tener, realizando una comparación de requerimientos funcionales y no funcionales de cada equipo, detallar de una manera clara los equipos dando una explicación detallada.

### **2.5.3. Descripción**

Esta sección busca describir las diferentes características del producto, sus restricciones de memoria, modos de operación y los requerimientos necesarios de

funcionalidad; para ello se toma en consideración los datasheet de cada equipo y marca que son detallados en el Anexo 1.

#### **2.5.4. Sistema**

Tienen un diseño orientado a la conexión de enlaces, con este fin el técnico puede configurarlo de manera rápida y sencilla para establecer un servicio estable hacia los clientes.

#### **2.5.5. Hardware**

Se da a conocer las características principales que se observa técnicamente en cada equipos para su implementación en diferentes enlaces buscando la una opción más factible para la empresa. Para la comparación de los equipos que de desea utilizar se plantea varios parámetros dentro da la Tabla 2.1, donde se toma cada característica importante de los equipos, de esta manera se analiza la mejor opción para la implementación de ISP.

Tabla 2. 1  
Comparativa de las Características principales cada marca de equipos

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>MIMOSA</b>	<b>MIKROTIK</b>	<b>UBIQUITI</b>
<b>Fuente de alimentación POE (V)</b>	56	24	12-34
<b>Latencia (ms - us)</b>	Baja 2 + ms	1-2 ms	6.6 us
<b>Protocolo Wireless</b>	TDMA, TDMA- FD	NV2	MIMO
<b>Rendimiento</b>	4X4 MIMO	2X2 MIMO	2X2 MIMO
<b>Rango de frecuencias (MHz)</b>	5050-5875		2425- 2450
<b>Banda de operación (GHz)</b>	2.4 , 5	2.4 , 5.2 , 5.8	2.4
<b>Potencia máxima (dBm)</b>	30 , 27	28	17, 20, 27
<b>Ganancia (dBi)</b>	25	30	20
<b>Distancia máxima (km)</b>	150	70	70
<b>Consumo máximo de potencia (W)</b>	20	3	6
<b>Resistencia de viento</b>	200km/h	Diferentes condiciones	Diferentes condiciones de aire , viento o lluvia
<b>Localización GPS</b>	GNSS-1 GPS+GLONASS	GPS	GPS
<b>Estándar</b>	802.11 ac	802.11 a/b/g/n	802.11 a/b/g/n ; 802.11 ac
<b>Licencia</b>	NO	SI	SI
<b>Software</b>	Mimosa	RouterOS	AirOS
<b>Administración</b>	Cloud+ plus	WIMBOX	SSID y claves con restricciones, actualización de cada AP

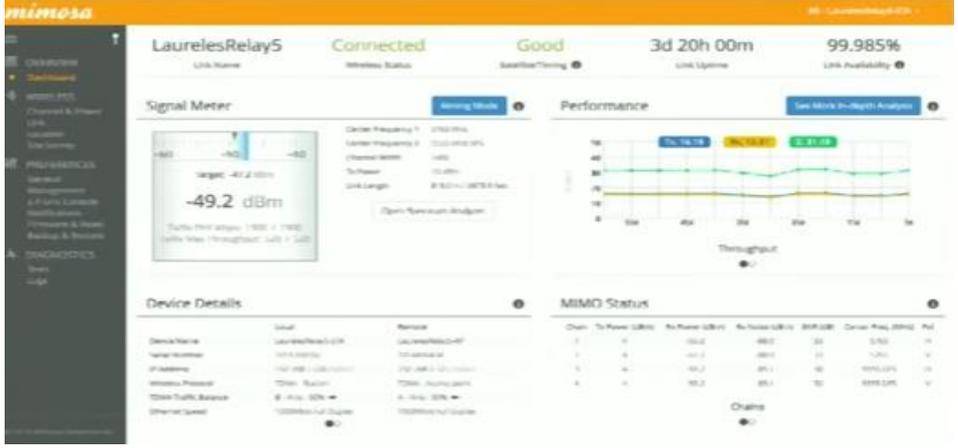
Fuente: (MIKROTIK N. , 2017) (MIMOSA, 2017) (UBIQUITI, 2017)\_ Anexo 1

### 2.5.6. Interfaz con el usuario

Se describe en la Tabla 2.2, la facilidad de configuración de cada uno de los equipos para establecer el enlace dentro de la red, se demuestra la interfaz gráfica donde se podrá realizar las configuraciones de manera rápida y sencilla.

Tabla 2. 2  
Software y Gráficas de configuración

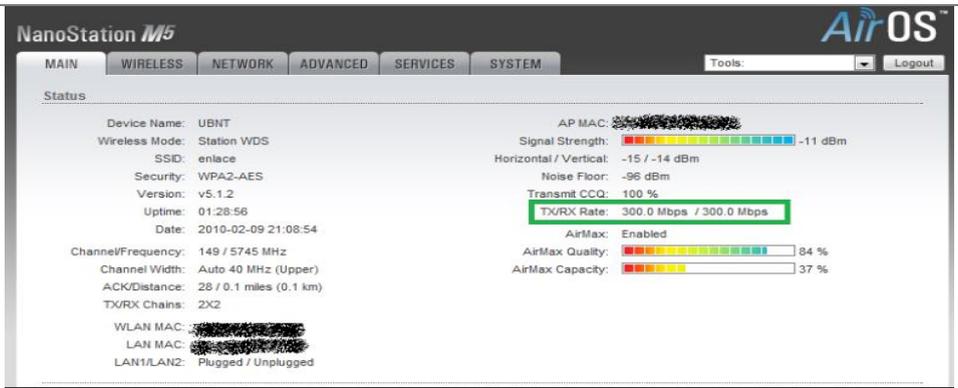
**MIMOSA**



**MIKROTIK**



**UBIQUITI**



Fuente: (MIKROTIK N., 2017) (MIMOSA, 2017) (UBIQUITI, 2017) \_Anexo4\_

### 2.5.7. Software

Para el funcionamiento del sistema se tiene las siguientes características de software de cada uno descritas en la Tabla 2.3:

Tabla 2. 3

Comparación de ubicación geográfica

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>MIMOSA</b>	<b>MIKROTIK</b>	<b>UBIQUITI</b>
<b>UBICACIÓN</b>	Tiene tecnología GPS + GLONASS para su ubicación y utilización de canales		Permite ubicar cada punto utilizando Google Maps
<b>REPORTES DE USUARIO</b>	Gestión de tráfico de subida y bajada	Consumo de ancho de banda en cada cliente	Consumo de tráfico de clientes conectados
<b>REPORTES DE RADIO</b>	Balanceo de cargas entre radios	Provee grabado tipo FLASH con disco incorporado	Generar reportes de cada radio
<b>ADMINISTRACIÓN</b>	Sistema de monitoreo incorporado mimosa cloud+ plus	Trabaja conjuntamente con WIMBOX para monitoreo de la red	SSID y claves con restricciones, para actualización de cada AP

Fuente: (MIKROTIK N. , 2017) (MIMOSA, 2017) (UBIQUITI, 2017) \_ Anexo1

### 2.5.8. Requerimientos de adaptación

En los diferentes equipos únicamente requiere la instalación de los equipos estableciendo un enlace permanente para que el usuario pueda conectarse de manera constante y realizar la administración desde el servidor

### 2.5.9. Restricciones

Existen las restricciones técnicas que puede tener de acuerdo con las frecuencias en las que cada producto puede trabajar que están descritas en la Tabla 2.4.

Tabla 2. 4  
Restricciones de trabajo

<b>MARCA</b>	<b>RESTRICCIONES</b>
<b>MIMOSA</b>	<i>De acuerdo con el equipo que se vaya a trabajar existen rangos de frecuencias que están restringidos y sus bandas se habilitan de acuerdo al país donde estos vayan a ser implementados</i>
<b>MIKROTIK</b>	<i>Se puede trabajar con la funcionalidad completa sin licencia por 24 horas, o de 3 a 8 días mientras el equipo no se apague ya que al reiniciarse solicitara licencia para continuar con el trabajo. Su velocidad varía de acuerdo a las características de los equipos al que se encuentra conectado.</i>
<b>UBIQUITI</b>	<i>Sus bandas de trabajo son muy congestionadas, tiene mayor interferencia si en la línea de vista existe algún otro equipo, a distancias más largas requiere un equipo de mayor potencia</i>

Fuente: (MIKROTIK N. , 2017) (MIMOSA, 2017) (UBIQUITI, 2017) Anexo1\_

### 2.5.10. Plan de manejo de los requerimientos

Se requiere en análisis de las características funcionales y no funcionales revisando los procesos planteados en cada comparación.

### **2.5.11. Requerimientos funcionales**

Para establecer las características funcionales de cada equipo de acuerdo a la utilización y adquisición de los mismos:

- De acuerdo al análisis de los costos y manera de adquisición de los equipos dentro nuestro país se trabaja en la comparativa de precios.
- Las características de los equipos permiten verificar la facilidad de instalación.

Primero se analiza el tiempo de entrega de equipos y los costos, y desde ese punto de vista se ha logrado ver equipos que cumplan los requisitos para establecer que marca puede ser la mejor.

En cada análisis realizado se ha logrado establecer que los equipos MIKROTIK AP principales, y los UBIQUITI para los clientes por cuanto son equipos que se van adquirir en mayor cantidad y son de bajo costo y tiene mayor demanda en nuestro país y su trabajo ha sido eficiente.

Para la administración se decide utilizar MIKROTIK ya que se tiene mayor capacitación de trabajo y son más utilizados en la utilización para la implementación de ISP y en costo es más accesible.

### **2.5.12. Requerimientos no funcionales**

Respecto a la obtención de los requerimientos no funcionales, con los análisis hechos con anterioridad se establece que por mayor eficiencia de los equipos MIMOSA pero su costo es más alto, de tal manera que para poder tener una equidad en gastos no son tomadas en cuenta pero se conoce que su funcionamiento es mejor.

## **2.6. Wireless local loop (WLL)**

Es una red en telecomunicaciones que permite la conexión con la utilización de un radio más el cable normal que se utiliza para los enlaces, se utiliza cuando existen una red dentro del área donde se requiere implementar una infraestructura conmutada mediante una conexión cableada o por fibra; su costo de conexión es alto pero permite que el enlace sea seguro y la conexión no se pierde, un enlace inalámbrico es útil en estos casos ya que requiere una menor utilización de recursos su costo es menor como lo describe (Anguís Horno, 2012)

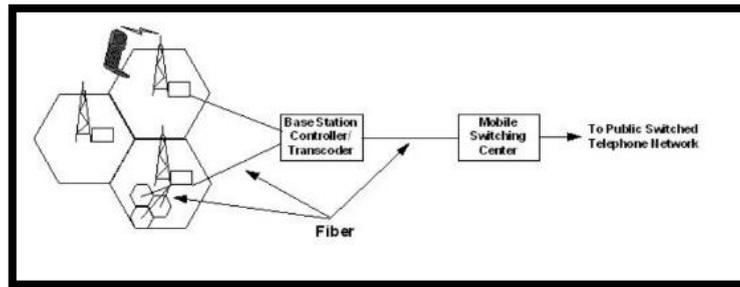
Este tipo de conexión permite el acceso a las áreas rurales que requieren el servicio, es utilizado como un sistema full dúplex.

### **2.6.1. Características**

El acceso a este medio se encuentra basada en la misma tecnología utilizada actualmente por la telefonía, Sistema global para las comunicaciones móviles (GSM), Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), y Multiplexación por división de código, acceso múltiple por división de código (CDMA).

La infraestructura se encuentra formada de varias celdas desde el proveedor principal hacia el ISP, la creación de nodos repetidores permiten cubrir un área mayor como se representa en la Figura 2.5, lo que permite llegar de manera eficiente hacia cada uno de los usuarios.

Su estructura se encuentra diseñada por sus terminales que son conectados mediante cable o fibra y estaciones de radio que permiten variar los grados de inclinación de los AP para establecer una conexión estable (Orbe Ordoñez, 2017).



*Figura 2. 5 Análisis de la Infraestructura*  
*Fuente: (Orbe Ordoñez, 2017)*

## 2.7. Redes Inalámbricas

El estándar 802.11 está considerado como una conexión inalámbrica que permite tener múltiples accesos, teniendo una comparación como la conexión a Ethernet cada uno de los estándares; dentro de 802.11 se encuentran basados a la misma forma de acceso, de acuerdo a la tecnología que sea utilizado su ancho de banda puede asegurar una transmisión estable y confiable de los datos (Ipiales Miriam, 2015).

### 2.7.1. Estándar 802.11

Como la tecnología Wifi, en la actualidad es un medio de comunicación muy utilizado en los enlaces que se realizan para brindar el servicio dentro de un ISP, se debe tomar en cuenta los diferentes estándares que definen por diferentes características, velocidades y el alcance de la conexión (Anguís Horno, 2012), siendo un estándar que se encuentra con cambios constantemente ya que existen grupos de investigación que buscan mejoras del estándar de acuerdo a las especificaciones originales.

Es necesario realizar una comparación entre los estándares inalámbricos, de tal manera que podamos reconocer las ventajas que tiene cada uno de los ellos y las restricciones a los que están sometidos los equipos que se van a utilizar en la conexión, de esta manera poder cumplir el requerimiento de los mismos.

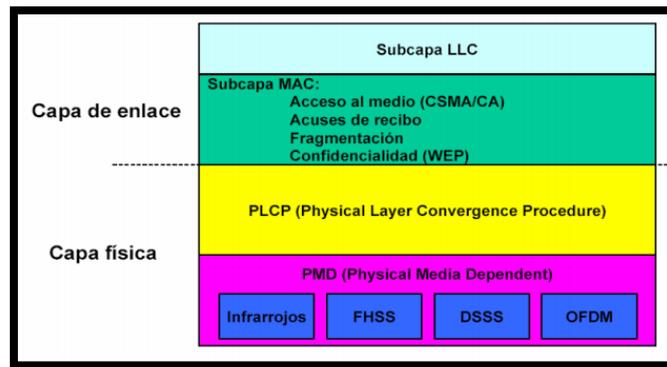
Tomando en consideración que para el trabajo dentro del estándar hay que considerar los términos que serán utilizados para el modelo de comunicación inalámbrica que se desea implementar como son:

- **Estación.**- el componente principal donde se establecerá la comunicación inalámbrica.
- **BSS** (Basic service set).- siendo el conjunto de estaciones que se comunican entre sí de acuerdo a los parámetros que sean establecidos, considerando que pueden existir BSS fijos y BSS móviles.
- **ESS** (Extended service set).- permite la conexión de varios DSS mediante una distribución del sistema para dar lugar a un conjunto de servicios ampliados.

De acuerdo con cada lineamiento planteado cada estándar ha sido una actualización de un estándar anterior, se podrá identificar los equipos que se van a utilizar para establecer un servicio de internet fiable para la sociedad, y cumplir con las normas para los que equipos logren mayor alcance mejor el rendimiento.

### **2.7.2. Descripción general**

Dentro de este estudio se hace un análisis de la capa física y capa enlace del estándar mencionado las cuales permiten que pueda ser utilizado en distintos métodos de transmisión. Como se indica en la Figura 2.6, la capa física se encuentra subdividida en dos subcapas como son: PLCP la cual permite el mapeo de tramas que a su vez limita a la subcapa MAC de la física y PMD quien se encarga de transmitir las tramas.



*Figura 2. 6 Formato de la trama 802.11  
Tomado de: (Yunqueira Torres)*

Dentro de la trama 802.11 incluye una capa MAC y dos capas físicas FHSS (Espectro ensanchado por salto de frecuencia), transmite los datos en una determinada frecuencia por un intervalo de tiempo, después esta cambia de frecuencia y DSSS (Espectro expandido por secuencia directa) donde los datos son mezclados para ser transmitidos en diferentes frecuencias.

Se realiza un análisis comparativo de los estándares IEEE 802.11g, IEEE802.11n y IEEE 802.11ac, los cuales actualmente se utilizan en los enlaces inalámbricos y trabajan conjuntamente entre ellos de acuerdo a su velocidad y las técnicas de transmisión de cada uno.

En las redes inalámbricas WLAN se puede identificar dos tipos de configuración para poder establecer una conexión como son:

- **RED AD HOC.-** Las cuales únicamente trabajan mediante la comunicación de una tarjeta inalámbrica y se encuentra dentro del alcance que tenga la red con una distancia mínima de un dispositivo a otro.
- **RED DE INFRAESTRUCTURA.-** Es un punto de acceso donde se pueden conectarse varias estaciones dentro del radio establecido por el punto principal.

### 2.7.3. Estándar 802.11g

Es una extensión de 802.11b dentro de la capa física aumentando su velocidad siendo como objetivo mantener su velocidad no menor a los 20Mbps pero su velocidad llega hasta los 54Mbps.

Este estándar trabaja en la banda de 2.4 GHz, a diferencia de su estándar anterior puede trabajar en OFDM en lugar de DSSS mientras su velocidad sea mayor a los 11Mbps sigue siendo compatible con el estándar anterior manteniendo la coexistencia dentro de la misma red, generando una actualización sin inconvenientes hacia los usuarios.

Gracias a este estándar las empresas proveedoras permiten que sus usuarios puedan acceder al servicio con una mayor velocidad sin necesidad de realizar cambios en la infraestructura, con estas nuevas mejoras se ha tratado de que el estándar domine a los anteriores siendo una de las opciones más acertadas que se pueda considerar como opción dentro de sus redes establecidas; existiendo como un problema la interferencia y la población de usuarios y proveedores.

En la Figura 2.7, se muestra el formato de la trama del estándar la cual también es utilizada en 802.11a en la mayoría el PDU y PLCP aplicado a este estándar donde dentro de datos está formado por el número de variables de símbolo OFDM la cual es transmitida por la velocidad especificada y contiene los siguientes subcampos.

- **Servicio.-** tiene 16bits, los 7 primeros son establecidos por 0, mientras los restantes son reservados para el futuro también siguen siendo 0.
- **PSDU.-** datos entregados por medio de la capa MAC.
- **Cola.-** son 6 bits en cero y son utilizados para reiniciar el codificador.
- **PAD.-** es el relleno cuando el campo de datos no es múltiplo de OFDM.

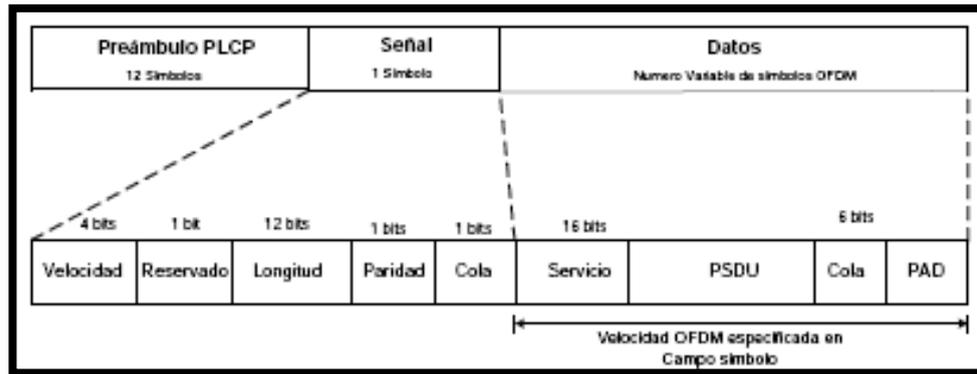


Figura 2. 7 Trama PLCP ERP OFDM  
Tomado de: (Herrera, Díaz, & Calafate, s-f)

### 2.7.3.1. OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

Multiplexación por división de frecuencia ortogonal siendo una tecnología más adecuada ante las interferencias que se presentan en el medio, permite la modulación de datos en diferentes subportadoras donde únicamente serán las que se encuentren afectadas en la transmisión y los datos que se pierden pueden ser recuperados en una retransmisión mediante la corrección de errores.

Mediante la utilización de OFDM permite una sincronización de control de errores en un determinado tiempo siendo muy común dentro del sistema de intercambio elevado de envío de tasas de datos.

### 2.7.4. Estándar 802.11n

Para la creación de este nuevo estándar el objetivo es lograr alcanzar velocidades hasta los 100 Mbps hacia el punto de acceso del servicio dentro de la capa MAC, logrando la implementación en él envío de paquetes y mejoras en el protocolo de Block Ack que ayuda a la transmisión de un bloque de tramas de manera consecutiva confirmados mediante un solo ACK.

Con la investigación realizada se intenta llegar a mantener velocidades hasta los 600Mbps ya que en las aplicaciones que actualmente se utilizan en el medio tienen un

consumo mayor de ancho de banda con la utilización de streaming, y lograr aumentar el radio de operación hasta los 50m.

#### **2.7.4.1. Capa física**

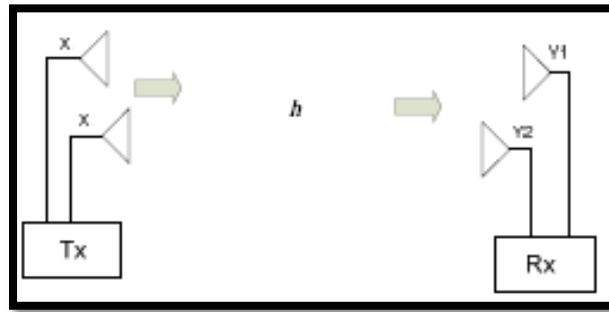
A los estándares anteriores se añade como técnica de trabajo la tecnología MIMO para poder cumplir las velocidades establecidas en su estudio para lo cual se requiere múltiples antenas tanto en la Tx como en la Rx, que ayudan a brindar mayor robustez mediante la codificación de espacio temporal por bloques STBC (Space-Time Block Coding) mediante el cual permite aprovechar los paquetes recibidos con mayor fiabilidad la recepción de datos.

Se ha logrado aumentar un nuevo canal de código de paridad de baja densidad LDPC (Low Density Parity Code) que permite la corrección de error lineal dentro de la transmisión de un mensaje por un canal ruidoso, y con el aumento de dispositivos móviles se mantiene un método de acceso dentro del canal que ayuda a soportar el número de estaciones con un nuevo método de ahorro de energía PSMP (Power-Save Multi-Poll).

Mediante la modulación OFDM este estándar trabaja a 4ms su número de subportadoras por cada canal de 20MHz aumenta la tasa de transmisión de datos de 54 a 65Mbps para la transmisión de tal manera que al trabajar dentro del canal de 40MHz la transmisión en las subportadoras aumentaría a 108 un sistema compuesto MIMO.

#### **2.7.4.2. MIMO (Múltiples Entradas y Múltiples Salidas)**

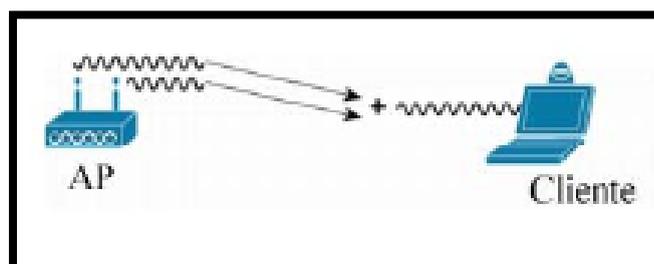
Siendo un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas el cual está compuesto de un transmisor de varias antenas y un receptor de la misma manera, logrando sacar provecho durante una transmisión de múltiples caminos incrementando la tasa de Tx.



*Figura 2. 8 Sistema MIMO  
Tomado de: (Meden Peralta, s-f)*

Siendo una parte fundamental para el trabajo del estándar lograr por este medio cumplir con velocidades hasta los 600Mbps, y que la cantidad de información que puede ser transmitida únicamente depende de la potencia de la señal y el ruido que excede el receptor, es decir, mientras mayor sea la relación de señal ruido mayor será la cantidad de información que puede ser transmitido hacia el receptor.

Existen varias técnicas para enviar múltiples señales desfasadas y luego estas puedan ser recibidas por el receptor como se muestra en la figura 2.9, al realizar una transmisión con varias antenas la señal puede ser coordinada para que su recepción sea llegue sin inconvenientes.



*Figura 2. 9 Sistema transmit beamforming  
Tomado de: (Herrera, Díaz, & Calafate, s-f)*

Debido a la distancia que se encuentran las antenas de Tx la señal llega en desfase lo cual esta diferencia afecta a la potencia total de la señal en el receptor por lo que únicamente requiere un ajuste en el desfase para poder aumentar la relación señal ruido, para poder evitar este inconveniente se requiere que el receptor pueda enviar información

de acuerdo a las señales recibidas; esta técnica solo se desarrolla en la existencia de un solo receptor.

### 2.7.4.3. SDM (Multiplexación por división espacial)

Se define como la Multiplexación de una señal con mayor AB en señales con menor Tx, la señal emitida de las antenas llegan en distintos intervalos de tiempo de tal manera que el receptor podrá identificar cada una de las señales recibidas; en la Figura 2.10 se muestra como el receptor capta varias señales recibidas mediante MIMO/SDM, es decir que la tasa de datos aumenta de acuerdo al número de antenas en la TX como en la RX.

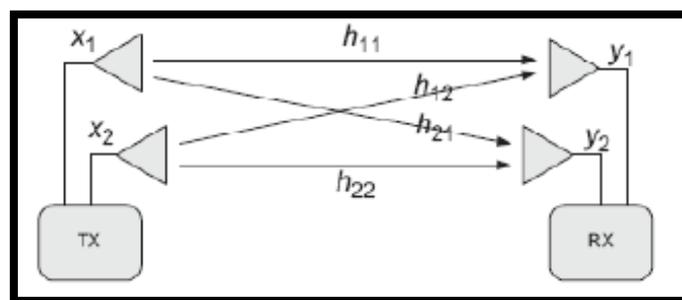


Figura 2. 10 Sistema MIMO/SDM  
Tomado de: (Herrera, Díaz, & Calafate, s-f)

En la figura se muestra que de acuerdo al número de antenas de Tx debe existir en la Rx, para lograr la velocidad máxima dentro del sistema se debe incrementar simétricamente los flujos independientes de datos.

### 2.7.4.4. Formato de la trama PLCP

Dentro del modo de operación de este estándar debe existir una compatibilidad hacia los dispositivos anteriores de acuerdo con el esquema que se encuentra dentro del rendimiento de los dispositivos dentro de la subcapa que se detallan a continuación.

- **Non-HT format.-** se encuentra estructurado en 802.11 a/g siempre que se trabaje en frecuencias de 2,4 y canales de 20 MHz y 40 MHz.

- **HT mixed format.-** los formatos son compatibles con dispositivos de rendimiento medio.
- **HT Greenfield format.-** los datos que no son compatibles con ningún modo anterior.

#### 2.7.4.5. Trama PLCP HT-MF para 20MHz

Para la transmisión dentro de este canal inicia en la cabecera establecida en el estándar 802.11a que permite asegurar la compatibilidad, la trama se encuentra dividida en tres partes que son detallados a continuación y se muestran en la Figura 2.11.

- **PREÁMBULO LEGADO.-** permite detectar los dispositivos que no tienen un alto rendimiento.
- **PREÁMBULO DE ALTO RENDIMIENTO.-** se encuentra formado por cuatro campos donde indica los campos que van a ser utilizados donde:
  - **HT-SIG1.-** permite verificar los datos a transmitir, el AB que establece para realizar su trabajo y la longitud del paquete.
  - **HT-SIG2.-** donde permitirá la transmisión beamforming.
  - **HT-STF.-** permite ajustar el control automático de ganancia dentro de la antena receptora.
  - **HT-LTF.-** permite estimar el canal MIMO, es decir que a partir de aquí el receptor aplicara un proceso inverso.

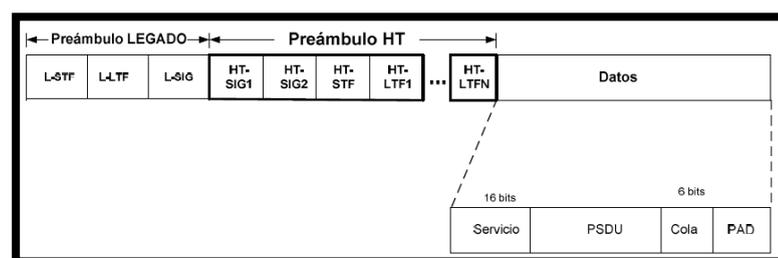


Figura 2. 11 Trama de formato mixto de 20MHZ  
Tomado de: (Herrera, Díaz, & Calafate, s-f)

#### 2.7.4.6. Trama PLCP HT-MF para 40MHz

Para poder tener una operar se parte desde el preámbulo del formato mixto de 20 MHz con los mismos argumentos como se indica en la Figura 2.12, donde únicamente se duplica la banda de tal manera que cualquier dispositivo de los dos canales puedan ser procesados respectivamente sin ningún inconveniente, por lo tanto los dispositivos que estén dentro de OFDM pueden trabajar conjuntamente con los BSS y los dispositivos que se encuentren en el canal de 40 MHz.

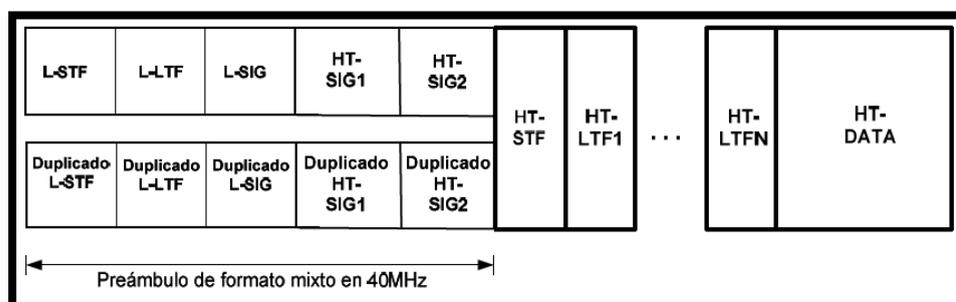


Figura 2. 12 Trama en formato mixto HT-MF de 40MHz  
Tomado de: (Herrera, Díaz, & Calafate, s-f)

De la misma manera los campos anteriormente especificados en la Figura 2.11 tienen su misma función pero dentro de los 40 MHz solo permite que cada dispositivo decodifique su señal para poder continuar con su transmisión, el AB permite mejorar la eficacia del radio conocido como su eficiencia espectral.

En el canal de 40MHz se logra aprovechar varias técnicas y trabajar como en dos canales a la vez logrando conseguir velocidades hasta de 108Mbps, se aprovecha que cada canal de 20MHz tiene algunas frecuencias reservadas por lo tanto ayuda a evitar interferencias en el momento de transmisión.

### **2.7.5. Estándar 802.11ac**

Mantiene varias propiedades del estándar 802.11n como por ejemplo la codificación MIMO a diferencia que trabajara en canales de 80Mhz y 160MHz con varias antenas trabajando con multiusuarios. Al igual que los estándares anteriores este se encuentra diseñado para que pueda seguir siendo compatible y no genere mayores inconvenientes, el propósito de este estándar es poder brindar a un solo usuario 600 Mbps y cuando existan múltiples usuarios lograr alcanzar 1Gbps.

Una de sus mejoras es la ampliación del AB hasta 160MHz Con el sistema MU-MIMO que tiene múltiples usuarios dentro del sistema MIMO de esta manera se puede trabajar desde un solo punto transmisión para varios usuarios simultáneamente sin generar inconvenientes.

Su trabajo será desarrollado de acuerdo a la transmisión beamforming, es decir, que permite a los AP y Routers dirigir las señales de radiofrecuencia y estas sean direccionadas por un camino preciso y sea conveniente que permita mejorar la recepción; trabaja en la banda de 5 GHz la cual permite utilizar más canales de Tx sin interferencias por lo que permite generar una mejor estabilidad a la conexión.

#### **2.7.5.1. QAM (Modulación de Amplitud en Cuadratura)**

Es una técnica que permite transportar dos señales independientes mediante una modulación de señal portadora sin interferencias entre sí con un desfase de  $90^\circ$ , en las señales digitales como trabaja con un flujo de datos binarios que se encuentran en grupos de bits por lo que requiere generar un numero de estados de modulación; los valores comunes que se pueden encontrar son 16-QAM,64-QAM y 256-QAM al poder cambiar de un valor a otro se pueden transmitir mayor cantidad de bit, a diferencia de los

estándares los puntos de enlace deben estar más cerca ya que son susceptibles al ruido y tiene una tasa de error más alto.

El estándar 802.11ac permite trabajar de mejor manera con streaming por su resolución por AB permite visualizar videos en HD, facilidad de trabajo en VozIP.

### 2.7.5.2. Estructura del protocolo

En la Figura 2.13, podemos analizar la similitud de los cambios que han conseguido con la evolución del estándar 802.11 ya que se ha enfocado al trabajo de las redes inalámbricas también sigue siendo compatible con Ethernet en la capa enlace de datos.

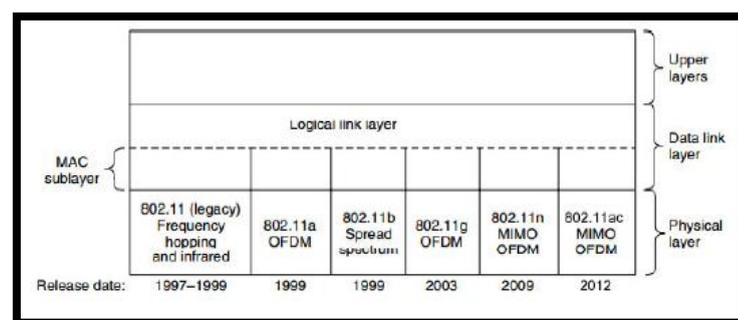


Figura 2. 13 Evolución del protocolo 802.11  
Tomado de: (Meden Peralta, s-f)

De acuerdo a la estructura del modelo OSI la capa física sigue siendo la misma tanto para clientes como para AP, sus frecuencias de trabajo están entre 2,4 GHz o también en la de 5GHz las cuales no requieren licencia para trabajar estando disponibles para la utilización de manera correcta para los enlaces de Tx; mediante la demanda de dispositivos móviles ha generado que la banda de 2,4GHz es por eso que las redes Wifi se encuentran en un cuello de botella y de la misma manera aumentar a este inconveniente las interferencias que ocasionan los mismos disminuyendo el rendimiento en la transmisión de datos.

En la bandas de 5GHz es una banda menos común por la cual los dispositivos conectados experimentan menor interferencia logrando conseguir mayores velocidades de Tx utilizando los canales anteriormente mencionados, al ofrecer alcanzar velocidades de 1Gbps permite optimizar las condiciones para que puedan llegar hasta su límite en velocidad tomando en consideración varios factores como la distancia y la versión de actualización de cada dispositivo conectado.

### 2.7.5.3. Subcapa Mac

A diferencia de Ethernet su factor fundamental es que los radios no pueden transmitir y recibir señales al mismo tiempo en una sola frecuencia, dentro del estándar se trata de evitar colisiones trabajando de manera aleatoria generando un retroceso en la información siempre y cuando el canal no se encuentre utilizado este inactivo.

### 2.7.6. Comparación

Con el análisis previo realizado a cada uno de los estándares que actualmente han sido utilizados quienes permiten mejorar el servicio que se entrega a los usuarios se realiza una primera comparación de los equipos como se muestra en la Tabla 2.5.

Tabla 2. 5  
Especificaciones de cada estándar

	<b>802.11g</b>	<b>802.11n</b>	<b>802.11ac</b>
<b>VELOCIDAD</b>	54 Mbit/s	600 Mbit/s	1 Gbps
<b>ANCHO DE BANDA</b>	20 MHz	20/40 MHz	80/60 MHz
<b>FRECUENCIA</b>	2,4 Ghz	2,4 / 5,4 Ghz	5,4 Ghz
<b>ALCANCE</b>	460 m	820 m	(menor alcance)

Fuente: (Anguís Horno, 2012)

La necesidad de la actualización de cada uno de los estándares es mejorar la velocidad del servicio así como también la utilización de las diferentes tecnologías quienes permitirán mayor conexión y acceso de los usuarios, las características principales que se toma como referencia en cada estándar que son descritos en la Tabla 2.6, la compatibilidad que existe en cada actualización y el remplazo a cada uno en los equipos con sus nuevos datos.

Tabla 2. 6  
Comparación de características principales

	<b>802.11g</b>	<b>802.11n</b>	<b>802.11ac</b>
<b>TECNOLOGÍA</b>	<i>SISO</i>	<i>MIMO</i>	<i>MIMO/MU-MIMO</i>
<b>TASA DE TRANSFERENCIA</b>	<i>54Mbit/s</i>	<i>600Mbit/s</i>	<i>1 Gbit/s</i>
<b>INTERFERENCIA</b>	<i>Mayor cantidad de puntos de accesos</i>	<i>Implica utilizar mayor cantidad de receptores para aumentar el alcance</i>	<i>Utilizar múltiples usuarios dentro del sistema MIMO</i>
<b>SUSTITUYE</b>	<i>Trabaja en la misma frecuencia que 802.11b</i>	<i>Tiende a trabajar que veces más que 802.11b y 802.11g</i>	<i>Remplazando a 802.11n mejorando el rendimiento</i>

Fuente: (Anguís Horno, 2012)

### 2.1.1. Requerimientos de adaptación

A medida que los estándares se actualizan mejora la calidad de la comunicación inalámbrica, esto permite que un nuevo estándar pueda trabajar con una versión anterior sin tener complicaciones en la conexión, ya que facilita la adquisición de nuevos equipos.

La mayoría de equipos trabajan dentro del estándar 802.11n que se encuentra disponible en los dispositivos modernos, puede configurarse para usar solo 20 MHz de AB y así prevenir interferencias en una zona congestionada de acuerdo con el análisis realizado por (Anguís Horno, 2012).

El estándar 802.11ac, es una nueva actualización que permite trabajar dentro de las interferencias pero con menos alcance teniendo mayor potencia de trabajo, mejora el rendimiento y logra tener un enlace más estable.

## **2.2. Análisis del estado actual de ISP en la ciudad**

Dentro de la agencia de regulación ARCOTEL se mantiene un sistema estadístico y control de telecomunicaciones (SIETEL), donde se registran los datos de proveedores de servicio de internet en el país aquí se puede identificar a los Carriers quienes tienen la facultad de entregar el servicio de internet a los ISP.

### **2.2.1. Carrier e ISP**

Los Carriers son quienes tienen acceso a la conexión intercontinental mediante el cable submarino de fibra óptica, el cual ha permitido el acceso a la información mundial por la red, siendo de manera confiable y permitiendo el transporte de datos de manera rápida y segura.

Nuestro país tiene una desventaja ante la comunicación intercontinental ya que únicamente posee solo una salida a través del cable panamericano ubicado en Punta Carnero ubicado en la Provincia de Santa Elena, debido a este inconveniente se tiene presente un cuello de botella para la transmisión de datos.

### 2.2.2. Carriers

En la Tabla 2.7, se puede ubicar a los proveedores de servicio de internet autorizados para distribuir el servicio a los proveedores más pequeños dentro de las ciudades, el siguiente listado se encuentra actualizada hasta junio del 2017.

Tabla 2. 7  
Carriers autorizados para ser proveedores a ISP.

No.	PRESTADOR	ACTUALIZADO	TOTAL	N° de AB Fijo
1	CONSORCIO ECUATORIANO DE TEL. S.A. CONECEL	01-jun-17	780	657
2	CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR CELEC EP	01-jun-17	19	15
3	CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP	01-jun-17	937219	6726
4	CONECEL S.A. (ex ECUADOR TELECOM)	01-jun-17	140540	136118
5	EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A.	01-jun-17	769	13
6	ETAPA EP.	01-jun-17	71179	3309
7	GILAUCO S.A.	01-jun-17	70	58
8	GRUPO BRAVCO CIA. LTDA.	01-jun-17	107	87
9	LEVEL 3 ECUADOR LVL T S.A. (GLOBAL CROSSING)	01-jun-17	701	610
10	MEGADATOS S.A.	01-jun-17	171456	165214
11	NEGOCIOS Y TELEFONIA (NEDETEL) S.A.	01-jun-17	620	619
12	OTECEL S.A.	01-jun-17	871	851
13	PUNTO NET S.A.	01-jun-17	46890	15409
14	SERVICIO DE TEL. OROBLA S.A.	01-jun-17	75	2
15	TELCONET S.A.	01-jun-17	16245	15552
16	TURBONET S.A.	01-jun-17	87	0
17	TUVENTURA S.A.	01-jun-17	79	7
18	UNIVISA S.A.	01-jun-17	12601	0
19	ZENIX S.A. SERVICIOS DE TEL. SATELITAL	01-jun-17	47	47
Operad. Móviles	CONECEL S.A.	01-jun-17	4.758.918	
	CNT EP.	01-jun-17	941.613	
	OTECEL S.A.	01-jun-17	2.406.804	

Fuente: tabla actualizada hasta Junio del 2017 en la (ARCOTEL, AGENCIA DE REGULACION Y CONTROL DE TELECOMUNICACIONES, 2017)

El servicio de internet dentro del Ecuador es más costoso a comparación de otros países, siendo este una opción de mercado muy competitivo su costo para la adquisición de megas para los ISP, su principal inconveniente es la conexión directa hacia la salida internacional provocando valores extremadamente altos.

### 2.2.3. ISP en Ibarra

Dentro de la ciudad de Ibarra existen varios proveedores locales y a su vez provinciales que brindan el servicio de internet como se muestra en la Tabla 2.8, siendo una gran competencia ya que, de acuerdo a costos y paquetes que actualmente se han ofrecido los usuarios buscaran un bajo costo y un buen servicio.

Tabla 2. 8  
Prestadores del Servicio de Internet en la Provincia de Imbabura

<b>Nº</b>	<b>PRESTADOR</b>	<b>ACTUAL</b>	<b>TOTAL CUENTAS</b>	<b>Nº de AB</b>
1	AIRMAXTELECOM SOLUCIONES TECNOLOGICAS S.A.	01-jun-17	778	19
2	CADENA GUILLEN CHRISTIAN RICARDO	01-jun-17	112	0
3	CALDERON PEREZ MARCELO DANIEL	01-jun-17	1206	1
4	DOMINGUEZ LIMAICO HERMAN MAURICIO	01-jun-17	30	7
5	FLORES BONILLA VICTOR HUGO	01-jun-17	32	0
6	LINE TECHNOLOGY INTERNET INALAMBRICO ECONOMICINTERNET S.A.	01-jun-17	129	1
7	MORAN VILLARREAL NUBIA SUSANA	01-jun-17	64	1
8	NET SERVICE	01-jun-17	65	1
9	PACHECO PALADINES NICOLAY FABIAN	01-jun-17		
10	RAMIREZ FUENTES JESUS MARCELO	01-jun-17	71	0
11	ROSERO CUASPA FREDDY MARLON	01-jun-17		
12	SOLUCIONES AVANZADAS INFORMATICAS Y TELECOMUNICACIONES SAITEL	01-jun-17	12117	471
13	CARRANCO GOMEZ NARCISA DE JESUS	01-dic-16	49	0
14	ASEFINCO S.C.	01-mar-16	3	0

Fuente: Sistema de información y estadística del servicio de telecomunicaciones actualizado hasta junio del 2017 (SIETEL, 2017)

### **2.3.Organismo nacional de regulación y control**

La Arcotel será el organismo rector dentro de las telecomunicaciones remplazando las funciones de la SUPERTEL, SENATEL y CONATEL como ha sido anunciado en él (TELEGRAFO, 2015).

Dentro de nuestro país la ARCOTEL tiene como trabajo principal hacer cumplir las leyes dentro de las telecomunicaciones y la utilización de frecuencias para el servicio de valor agregado, tratando de mantener un ordenado labor equilibrado dentro del mercado de las redes de comunicación, cuidando el beneficio de las empresas como el de los usuarios, su objetivo es la administración y regulación del espectro radioeléctrico y a su vez la gestión del mismo dentro de todos los aspectos técnicos que se instalen y operen las empresas. (ARCOTEL, 2016)

### **2.4.Ley Orgánica de Telecomunicaciones**

Dentro de la ley su objetivo principal es desarrollar un régimen general de las telecomunicaciones en la utilización del espectro y la distribución del servicio en sectores estratégicos, tomando como referencia principal para la empresa los siguientes artículos de la ley que se debe tomar en consideración para un correcto funcionamiento:

Dentro del Título II, que toma como referencia a las redes y prestación de servicios de telecomunicaciones, en el Capítulo I el cual describe el establecimiento y explotación de redes, Art. 9 Redes de telecomunicaciones, decreta que “La implantación de la infraestructura de telecomunicaciones debe cumplir todas las normas técnicas y políticas nacionales tomando en consideración el servicio será de una empresa privada”; el cual notifica que una empresa que desea implementar sus servicios debe cumplir todas las normas y reglamentos dentro de la ley vigente, llevar un registro de su actividad y cumplir a los requerimientos que expande la Arcotel.

En el Capítulo II, el cual contiene a la prestación de servicios de telecomunicaciones el Art. 20 se refiere a las obligaciones y limitaciones indica: “Se tiene por obligación entregar a los abonados un servicio que garantice la calidad y una expansión mediante la prestación en condiciones preferenciales para garantizar un acceso igualitario”, la agencia realiza un control preventivo, el cual les permitirá verificar que la empresa cumpla con el servicio que entrega a sus clientes dentro de cada uno de sus planes vigentes.

Y en el Título III, describe sobre los derechos y obligaciones el Capítulo I hace referencia a los Abonados, clientes y usuarios donde el Art. 22 item 1.- menciona que “Los abonados tiene la libertad pedir un plan de servicio de acuerdo a su necesidad, obteniendo información precisa que le permita encontrarse en conformidad para que la regularización emitida por la ARCOTEL sea favorable para la empresa”. Si un abonado no está de acuerdo con el servicio que ha contratado o no ha sido atendido a su requerimiento, tiene esta en la completa libertad de realizar su denuncia directamente a la agencia y será quien se encargue de verificar los inconvenientes que se ha presentado desde la empresa hacía en abonado, y en caso de ser necesario se notificara su respectiva sanción.

Tomando como prioridad a estos artículos para iniciar una operación e implementación del ISP permite considerar que el trabajo a realizarse debe estar siempre enfocado para el trabajo en beneficio de la sociedad (ASAMBLEA\_NACIONAL, 2015).

#### **2.4.1. Reglamento para SVA**

De acuerdo con la ley de telecomunicación se debe obtener normas y procedimientos aplicables para la prestación de servicios, así como también cumplir los deberes y derechos del prestador de servicio hacia los usuarios. “En la obtención del título

habilitante será de 10 años de acuerdo con el Art. 5 los cuales pueden ser prorrogables de acuerdo a solicitudes emitidas por parte de los interesados” (Conatel, 2012)

El título únicamente servirá para cobertura nacional la cual será expuesta dentro de los permisos, el área que la empresa desea cubrir manteniendo en cuenta su estructura inicial.

Mediante las condiciones del título habilitante expuesto en el capítulo 3, Art. 18 “el solicitante tendrá un plazo de 6 meses para poner en puesta de operación su infraestructura, de no cumplir con este tiempo el título entregado por la agencia no tendrá validez”. (Conatel, 2012); Por cuanto el proveedor deberá tener en consideración que debe regirse a los planteamientos que presenta la ARCOTEL.

#### **2.4.2. Frecuencias de operación**

En el plan nacional de frecuencias que se encuentra vigente desde el 2012, las atribuciones de usos de frecuencias se encuentra dividido en 3 regiones y, el Ecuador se encuentra en la región 2 la cual trabaja en las frecuencias desde los 5,1 GHz hasta la 5,8GHz, las cuales son consideradas como frecuencias libres que permite operar a los equipos para enlaces inalámbricos sin inconvenientes según lo expuesto desde el (CONATEL-SENATEL, 2012); estas pueden ser utilizadas sin previa autorización pero de igual manera será controlada mediante la ARCOTEL, tomando en cuenta que no es permitido que el proveedor registre la utilización de frecuencias ICM (frecuencias pagadas), debido a que el permiso adquirido no le otorga la posibilidad de utilizar, si la empresa llega a infringir puede llegar a ser sancionados de acuerdo a la ley.

## **2.5.Registro servicio acceso a internet**

Este será un registro donde estará en constancia que la empresa solicitante queda inscrita para la prestación de servicios, obteniendo los permisos necesarios para iniciar su funcionamiento, donde cuenta con los datos principales de la empresa y su ubicación, el nombre de su representante legal quien será notificado en cualquier momento para que presente informes de funcionalidad y se encuentre cumpliendo cada una de las normativas presentes; la notificación será realizada de manera personal como publicada en la página de la agencia de regulación y control (ARCOTEL, 2016).

Dentro del proyecto a realizar se plantea el implemento de la cobertura para lo cual se requiere adquirir nuevos nodos, de acuerdo con los entes reguladores los nodos implementados deben ser registrados para su respectivo control de la utilización de equipos los mismos que deben estar dentro del registro general caso contrario realizar el trabajo de homologación y registro.

### **2.5.1. Auditoria y permiso de la empresa**

La auditoría que debe tener la empresa corre a partir de los primeros seis meses de funcionamiento que tiene para implementar la infraestructura, de acuerdo a los datos inscritos en cada solicitud, dentro de este periodo se deben presentar información del servicio que se está entregando a los usuarios, esto permitirá que la agencia de regulación y control tengan el conocimiento del funcionamiento de la misma (Conatel, 2012). Al cumplir con las solicitudes emitidas hacia la empresa, esta será notificada una visita de los técnicos quienes supervisaran la infraestructura y el servicio que se está brindando a los usuarios en este tiempo no se pueden modificar equipo demostrando que tiene un constante crecimiento es factible.

## **2.6. Software de monitoreo**

Para la administración de la red del ISP es importante tener un software que permita realizar un control diario del funcionamiento de la red inalámbrica para evitar tener problemas y quejas de los usuarios, también puede mantener en alerta al momento que un equipo pierda la conexión y de la misma manera el servidor.

### **2.6.1. Alcance**

Indicar de manera general los software que se han considerado, para realizar una comparación entre los mismos tomando en cuenta la facilidad de instalación, licencia y que permitan observar varias características de la red, para ello se dará una breve explicación de los software que se puede utilizar para el monitoreo de la red.

### **2.6.2. Apreciación general**

Al realizar una comparación de cada software permite verificar las herramientas que pueden ser útiles en la administración y el monitoreo de la red, que permita de la ver el estado de la red en tiempo real y dar solución de manera inmediata.

Determinar los problemas que pueden ocurrir dentro de cada usuario y los nodos implementados, controlar el AB y los tiempos de respuesta de cada enlace.

Teniendo que todos los softwares tienen el mismo objetivo de verificar el estado de la red, con su diferencia en el momento de instalación y la interface de trabajo de esta manera se analiza los que mejor se acoplen al sistema.

### **2.6.3. Descripción**

La facilidad de adquirir el software y las funciones que cada uno permite realizar el control de la red y los tiempos de respuesta en caso de ocurrir daños y poder entregar

una solución de manera efectiva como se describe en la Tabla 2.9, donde se ha tomado en consideración de los siguientes softwares:

- The Dude
- Cacti
- Nagios
- Zenos

Tabla 2. 9  
Comparación de características generales de cada software

<b>MARCA</b>	<b>TOPOLOGIA</b>	<b>NOTIFICACION</b>	<b>LICENCIA</b>	<b>DISEÑO</b>
<b>THE DUDE</b>	Descubrimiento de la red	Genera notificaciones en la topología	No	Permite realizar el diseño mediante gráficos
<b>CACTI</b>	Visualiza la red de cada equipo con los consumos de ancho de banda	Las notificaciones se generan de acuerdo al tiempo de que el administrador configure	GPL	De acuerdo a la conexión de la red
<b>NAGIOS</b>	Descubrimiento de la red	Realiza notificaciones mediante correos	GPL	Su red se va creando de acuerdo a la conexión de los equipos
<b>ZENOS</b>	Diseño de la red de manera remota	Envía notificaciones diarias	GPL	Los host se van creando de acuerdo a su conexión

Fuente: (Royo Joaquin, 2016)

#### 2.6.4. Interfaz con el sistema

El diseño de cada software como se demuestra en la Tabla 2.10, permite trabajar de manera rápida para el descubrimiento de la topología, ya que tienen interfaz gráfica la cual facilita el trabajo en la configuración de cada equipo.

Tabla 2. 10  
Interface De Configuración de cada Software

<b>MARCA</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>REPORTES</b>	<b>PROTOCOLOS</b>
<b>THE DUDE</b>	Tiene su panel cerca de la gráfica de la red para la configuración	Realiza un reporte de cuando se ingresó a su realizar administración de los enlaces	Soporta SNMP, ICMP, TCP
<b>CACTI</b>	Tiene su panel donde se puede realizar la configuración del sondeo de la red	Graficas del estado actual y el consumo del recurso	SNMP
<b>NAGIOS</b>	Su panel se encuentra al alcance del administrados para su configuración	definir manejadores de eventos que se generen para solución de problemas proactivos	SMTP, POP3, HTTP, NTTP, ICMP, SNMP
<b>ZENOS</b>	Permite acceder de forma manual a cada equipo y realizar su restricción	Crea una base de datos para realizar los registros de los servidores y las redes	SNMP

Fuente: (Royo Joaquin, 2016)

#### 2.6.5. Requerimientos de adaptación

Con cada software requiere tener un control constante de la red y la utilización del recurso que es adquirido por cada usuario, verificar tiempos de respuesta, y de esta manera

poder brindar un servicio estable en caso de problemas, para poder solucionar de manera rápida y efectiva.

### 2.6.6. Restricciones

De acuerdo a la utilización de los software se obtiene alguna restricción presentadas en la Tabla 2.11, que genera inconvenientes al momento del monitoreo.

Tabla 2. 11  
Restricciones de configuración y licencias

<b>MARCA</b>	<b>RESTRICCIONES</b>
<b>THE DUDE</b>	<i>Es el tiempo que tarda en escanear la red. Esto implica retardos e ineficiencia en la monitorización de la red, su tiempo puede variar en minutos</i>
<b>NAGIOS</b>	<i>Al momento de configuración e implementación de un nuevo equipo dentro de la red el sistema debe ser reiniciado para tener respuesta a la conexión</i>
<b>CACTI</b>	<i>Requiere automatizar la configuración de las herramientas y los script al momento de una actualización, su configuración puede ser tediosa</i>
<b>ZENOS</b>	<i>El trabajar con la licencia gratuita evita tener el acceso a todas las herramientas que este software nos ofrece</i>

Fuente: (Royo Joaquín, 2016)

### 2.6.7. Requerimientos funcionales

Para analizar cada requerimiento se ha tomado en cuenta la facilidad que cada software proporciona para su configuración y administración de la red, así se logra mantener un control contante de la red.

- El primer criterio tomado en cuenta son las licencias que cada software puede utilizar si son necesarios para la utilización de sus herramientas.
- La complejidad en el momento de la configuración para establecer la red y la topología de toda la infraestructura de la red.
- Las características que se puede analizar en cada programa de administración que nos permite visualizar, y la compatibilidad de estos software con los equipos que se van a utilizar para la adecuación de la red.

De acuerdo con cada punto que se ha tomado en consideración el software THE DUDE, por ser una herramienta que puede ser integrada a los equipos MIKROTIK, ayuda a visualizar el momento del enlace y su tiempo de reporte es menor a los 5 min, así se puede identificar algún inconveniente que se presente.

Para evitar tener demoras en el tiempo de respuesta a un daño que se encuentre en la red también se toma en cuenta el software CACTI, ya que la funcionalidad es similar al DUDE, y adicional nos permite verificar el rendimiento del equipo principal.

## **CAPITULO III**

### **DISEÑO E IMPLMENTACION**

#### **3.1. Introducción**

En este capítulo se detalla una recopilación de la información actual de la infraestructura del ISP, mediante una situación inicial nos permite analizar el nuevo diseño y los cambios que se requiere para mejorar el servicio a los usuarios, mediante configuraciones o cambio de equipos en caso de ser necesario.

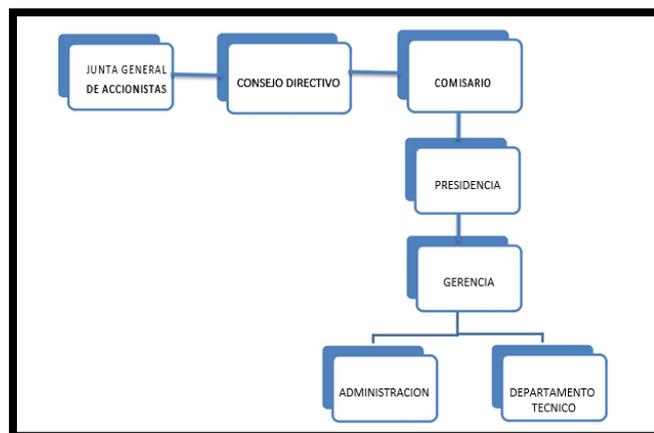
Analizar la cobertura actual y realizar la ampliación de la misma para llegar a los lugares inaccesibles que se mantiene con el nodo actual, para ello se utiliza un software que permita calcular la ubicación de nuevos nodos, y mantener el control del AB limitando la utilización del recurso a cada uno de los clientes de acuerdo a sus planes contratados, y mantener la prestación de servicio de manera simétrica sin inconvenientes.

#### **3.2. Situación actual**

La empresa LINE TECHONOLGY INTERNET ECONOMICINTERNET S.A inicia con su objetivo principal brindar el servicio de internet a un sector vulnerable, quienes no tienen fácilmente el acceso a este recurso, iniciando con los sectores de Azaya y Alpachaca para seguir creciendo con su cobertura a nivel provincial.

De acuerdo con la reseña de la empresa inicia en el año 2015 en la calle Bolívar se reúnen por primera vez los ciudadanos: Sr Vantroy Jiménez, Sra. Mariela Guerra, Sr. Juan Carlos Jaramillo, Sra. Silvia Guzmán, Sr. Alejandro Jácome, Sr. Alexander Jácome, Sr Alexander Vinueza y el Sr. Vicente Vinueza, luego de intercambiar criterios y opiniones concuerdan en instalar una asamblea constitutiva con el fin de formar una

Compañía, que brinde servicios de internet; para lo cual se nombra un presidente provisional y un secretario quienes lideraran la primera asamblea, con la esperanza que la reunión permita consolidar ideas para poder emprender la actividad económica, lograr propósitos comunes con mayor éxito que son más factibles conseguirlos entre un grupo de emprendedores que realizarlo individualmente. Animados por un principio democrático en la reunión se constituye en una Asamblea Constitutiva, y resuelven: constituir una Compañía, y la razón social de brindar el servicio de internet a los sectores rurales, de acuerdo con esta idea iniciada la empresa queda establecida con diferentes dignidades como se muestra en la Figura 3.1, quienes su labor principal será el de fiscalizar el trabajo realizado por parte del Gerente nombrado.



*Figura 3. 1 Organigrama general de las funciones de la Empresa  
Tomado de: LINE INTERNET*

Iniciando las solicitudes y requerimientos para obtener su título habilitante que son emitidos desde la ARCOTEL, se realiza el levantamiento de su infraestructura a inicios del 2015, con un problema dentro de la configuración de su red, demostrando que a cada uno de los usuarios se llega con un servicio inestable y lento siendo un inconveniente desde el nodo principal, por su incorrecta ubicación de los equipos que no mantienen una seguridad y con riesgo de sufrir daños, esto ha llegado a generar inconformidad y quejas de los usuarios, sin poder entregar una solución satisfactoria para

el cliente; dentro de los problemas ya presentes se encontraba que los equipos no tenían un mantenimiento adecuado, existiendo fallas tanto eléctricas como cableadas por lo tanto inicialmente se realiza una adecuación y reubicación de equipos utilizando las normas de seguridad como se muestran en el Anexos fotográficos.

Al obtener los permisos de la Arcotel el 16 de abril del 2016 como se indica en el Anexo 6, y teniendo como nuevos socios al Dr. Bladimir Benavides, Dr. Edward Benavides, Dr. Guillermo Nejer, Dr. Vicente Vinueza, Ing. Juan Carlos Jaramillo y Ing. Vantroy Jiménez; quienes realizaron varios cambios de funciones dentro de la empresa nombrando como nuevo presidente el Dr. Bladimir Benavides el 26 de Agosto del 2016, mediante el trabajo realizado en el transcurso de ese tiempo y logrando solucionar los inconvenientes con el nombramiento a la Ing. Karina Yépez como Gerente General el 17 Marzo del 2017, quien acepta y propone varios cambios para poder lograr el crecimiento de la empresa en la actualidad se ha logrado incrementar la cobertura con un convenio realizado con varias empresas.

### **MISION**

Ofrecer el servicio de internet a un precio accesible para los usuarios dentro y fuera de la provincia de Imbabura, respetando los estándares y reglamentos de funcionamiento mediante tecnología actualizada, con un equipo de trabajo capacitado y respetuoso, logrando satisfacer las necesidades de los clientes.

### **VISION**

Expandir la cobertura al norte del País, logrando brindar varios servicios dentro del marco de telecomunicaciones, que nos permita ser una de las primeras opciones empresariales para el usuario.

### 3.3. Levantamiento de información

Se plantea como solución un cambio tanto en configuración, reubicación de servidores y la instalación de software de monitoreo que permitan controlar la utilización del recurso, de esta manera plantear nuevas políticas de instalación en cada uno de los clientes de acuerdo con la ubicación de sus domicilios, así se puede lograr limitar a cada cliente y utilizar únicamente el AB requerido que se presentó en el plan de venta.

Para poder iniciar los cambios dentro de la parte técnica se realiza un análisis de los equipos existentes, con los que inicia su funcionamiento los cuales se presentan en la Tabla 3.1:

Tabla 3. 1  
Equipos con los que inicia el funcionamiento la Empresa

<b>EQUIPO</b>	<b>CANT</b>	<b>MARCA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>ROUTER</b>	1	Routerboard	Router de acceso	880 MHz CPU/ 256
<b>MIKROTIK</b>		RB750GR3	última milla	MB de RAM y 5 puertos
<b>SWITCH</b>	2	SWITCH TP LINK	Conexión de AP y distribución	8 puertos RJ45, 10/100Mbps,
<b>UPS</b>	1	Tripp Lite, Modelo: SMART1000RMXL2U	Sistema Back up de energía	
<b>PCS</b>	1	Clon, Core i7	Administración y control de usuarios	Gestiones de oficina y atención al cliente
<b>BASESTATION</b>	2	UBIQUITTI / ROCKET M5	/ 5GHz / AIRMAX BaseStation	5GHz / AIRMAX BaseStation / 150Mbps
<b>ANTENA SECTORIAL</b>	2	UBIQUITTI / AIRMAX MIMO	Transmisión broadcast a usuarios	AIRMAX MIMO Sectorial 120 grados,
<b>EQUIPOS PARA CLIENTES</b>		LOCO NANOSTATION M5	Transmisión de datos	Router Ubiquiti exterior 5GHz Wi-Fi WISP

Fuente: (MIKROTIK N. , 2017) (UBIQUITTI, 2017), Anexo 2

### 3.3.1. Topología inicial

Dentro del análisis de equipos con los que inicio su funcionamiento la empresa, se presenta al departamento técnico los recursos que cuenta en ese momento, se realiza la topología inicial, mediante este diagrama que se presenta en la Figura 3.2, se plantea un análisis para verificar los inconvenientes que se están presentando.

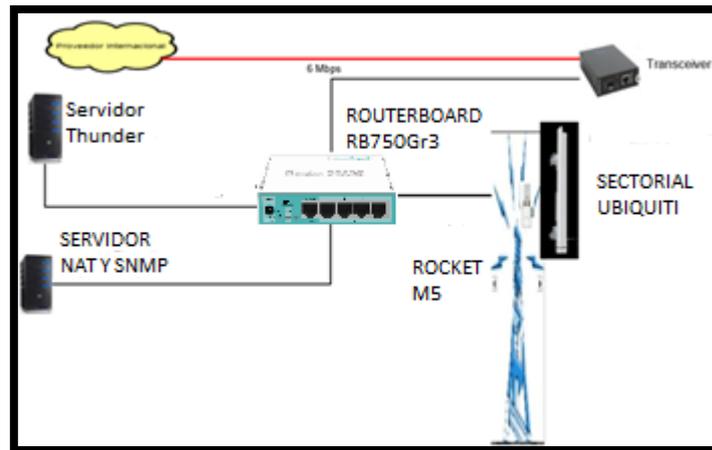


Figura 3. 2 Topología inicial de la empresa LINE INTERNET  
Fuente: LINE INTERNET

Con el diagrama se puede describir la situación y por qué existen inconvenientes, estos se han venido presentando desde el equipo inicial donde se encuentra toda la configuración completa y la distribución del recurso, el ROUTER RB750GR3 que se detalla a continuación en las Figura 3.3, y en el datasheet en el Anexo 1 nos indica que el rendimiento del CPU del equipo excederá su trabajo, ya que el comportamiento del equipo debe mantenerse menor al 30% para que su funcionamiento no tenga ningún problema.

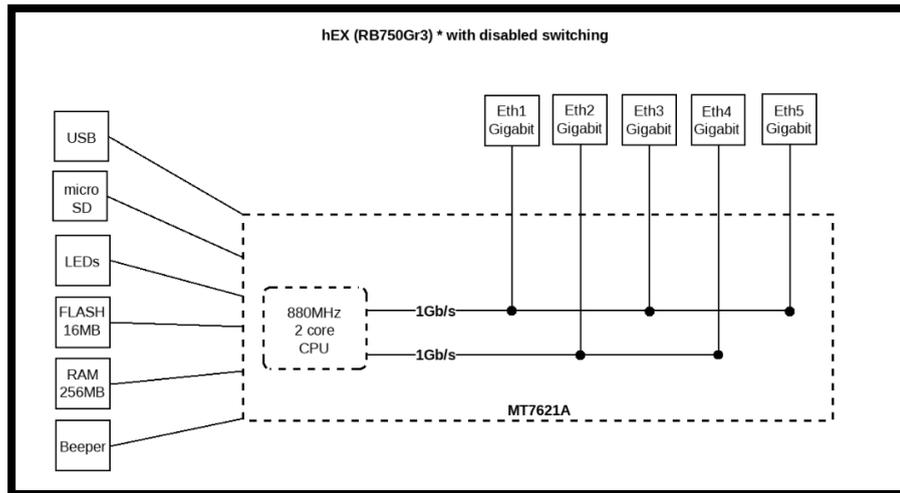


Figura 3. 3 diagrama del router RB750GR3  
Tomado de: (MIKROTIK N. , 2017) Anexo 2

Para poder realizar una segmentación de la red se necesita trabajar activando el modo switch como se indica en la Figura 3.4, donde se puede analizar que consumirá toda la memoria del procesador ocasionando que su rendimiento supere al valor estimado generando inconvenientes dentro de la red.

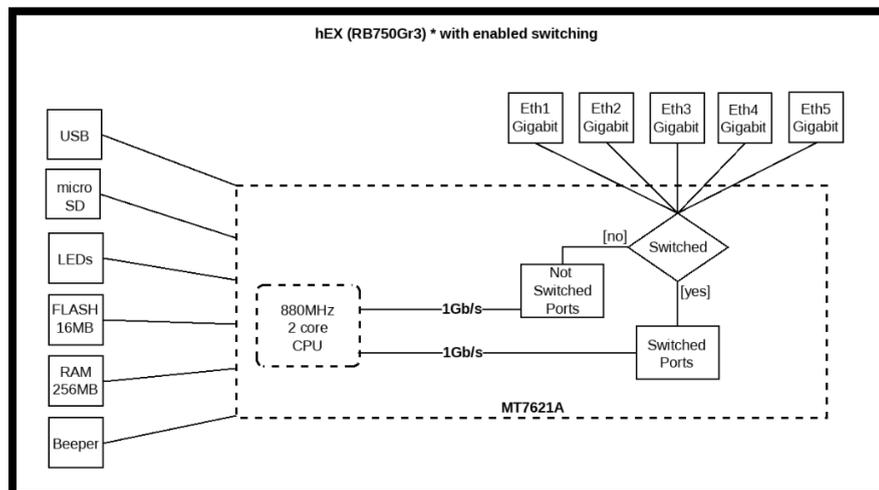


Figura 3. 4 diagrama del router RB750GR3 activado en modo switch  
Tomado de: (MIKROTIK N. , 2017) Anexo 2

En la configuración actual que se encuentra para la administración con el incremento de clientes la memoria no es suficiente, y su procesador trabajara al máximo siendo su límite de usuarios con los que cuentan actualmente estos ya se encuentran en saturación; empresa cuenta con 70 clientes iniciales de los cuales más del 60% de ellos se

encuentran inconformes, con ayuda herramienta de monitoreo THUNDERCACHE como se muestra en la Figura 3.5, este software permite verificar el funcionamiento las páginas más visitadas y el consumo de los cliente de manera global.



*Figura 3. 5 Pantalla principal de monitoreo  
Tomado de: Software de monitoreo THUNDERCACHE*

Ante un análisis realizado esta herramienta permite tener un almacenamiento de las páginas más visitadas dentro de un servidor que se tiene instalado, es decir, en cuanto los clientes visiten las páginas que están almacenadas no requiere tener el acceso a la internet, sino únicamente al almacenamiento que mantiene el Thundercache como se muestra en la figura antes mencionada; pero mientras existe el aumento de usuarios el valor de la licencia ira aumentando, este software lleva el registro de los clientes que van manteniendo acceso. Para iniciar no es necesario ya que al ISP esto le genera mayor gasto y su almacenamiento no es lo suficiente como para poder controlar el consumo del servicio, y también genera una saturación dentro del router principal.

Para los equipos de los clientes se han utilizado las Nanostation loco M5, dentro del datasheet de este equipo indica que su funcionamiento puede llegar hasta los 5km de

distancia, pero en la práctica son más recomendables el uso de estos equipos para distancias cortas; tienen varios inconvenientes cuando se encuentran instalados en lugares donde existen equipos diferentes de mayor potencia, es decir, que el servicio puede llegar a ser inestable y el enlace no puede soportar la conexión.

Al momento que se trabaja en el servicio técnico el porcentaje de reclamos llegaba a ser de forma masiva superando el 50% de clientes inconformes y las queja de ser un servicio lento e inestable, las soluciones que se entregaban en un inicio no eran lo suficiente para solventar a los usuarios y siempre se encontraban inconformes.

También se manifestaba fallas en las instalaciones de los usuarios, la base donde se encontraban ubicadas las antenas y el lugar donde se dejaba ubicado el equipo, debe encontrarse en un lugar estable, sin movilidad en ningún momento y debe estar seguro con una línea de vista que no se encuentre obstaculizada.

### **3.3.2. Análisis de la topológica actual**

Para poder adquirir los permisos se realizó el cambio del equipo principal dentro de la topología inicial, donde se encuentra el diagrama de conexión de los equipos como se encuentra en la Figura 3.6, indicando que la última milla del proveedor el cual llega con un enlace de fibra hacia los equipos terminales, que tendrá la configuración establecida, siendo el nodo principal ubicado en las Lomas de Azaya en el cantón Ibarra, este enlace permite la conexión de los usuarios, tomando en consideración los servidores para monitorear la utilización del recurso.

### 3.3.3. Topología lógica

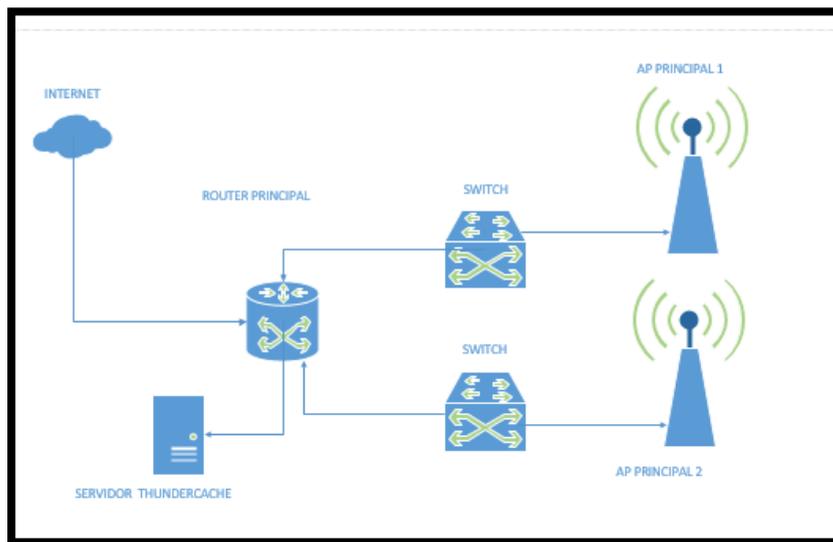


Figura 3. 6 Topología Inicial De La Infraestructura  
Fuente: Departamento técnico LINE INTERNET

### 3.3.4. Tabla de direccionamiento

En la Tabla 3.2, el direccionamiento inicial se presenta la distribución de los puertos de router principal, con el software de monitoreo THUNDER, los AP principales y el puerto de entrada de servicio de internet.

Tabla 3. 2

Direccionamiento inicial del ISP

PUERTO	DISPOSITIVO	DIRECCION	MASCARA	GATEWAY	NOMBRE
ROUTER		IP			DEL AP
PUERTO 1	PROVEEDOR	xxx.xxx.xxx		xxx.xxx.xxx	INTERNET
PUERTO 2	THUNDER	xxx.xxx.xxx		xxx.xxx.xxx	MONITOREO
PUERTO 3	SWITCH 1	192.168.15.3	/24	192.168.15.1	AP1
PUERTO 4	SWITCH 2	192.168.30.4	/24	192.168.30.1	AP2 , AP3

Fuente: Departamento Técnico LINE INTERNET

### 3.3.5. Topología física

Luego del análisis dentro de la topología inicial se realizó el cambio de equipos que daban los inconvenientes y fallas al servicio, en la Figura 3.7, se indica el cambio del router principal, siendo la topología que se presenta en las solicitudes para el permiso de funcionamiento, indicando como se encuentra la distribuido el servicio dentro del nodo principal y la distribución hacia los usuarios con las configuraciones iniciales.

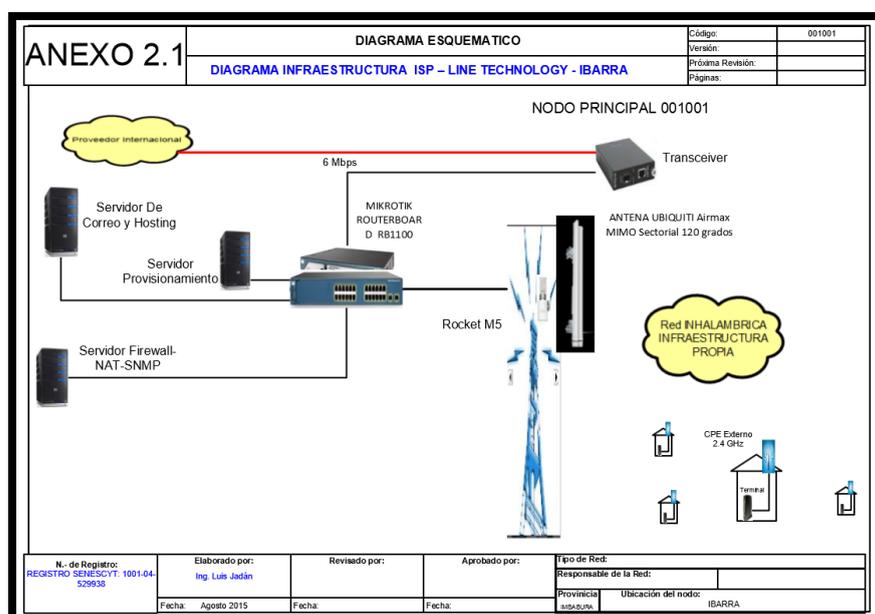


Figura 3. 7 Topología Presentada en los formularios de permiso  
Elaborador Por: Ing. Luis Jadán  
Fuente: Diagrama esquemático Anexo 5 Solicitud de permisos

El equipo requerido para iniciar los cambios de configuración es el router RB1100 el cual se ha considerado por el análisis realizado para su cambio, de acuerdo a sus características que nos muestra en el Anexo 1, permite trabajar de manera que evite saturar el rendimiento del procesador, como se indica en la Figura 3.8, el router tiene mayor facilidad implementando en la configuración el modo bridge, de tal manera que el trabajo entre las redes creadas únicamente sea procesado por uno de los núcleos de manera más efectiva y evitando el mayor consumo del procesador.

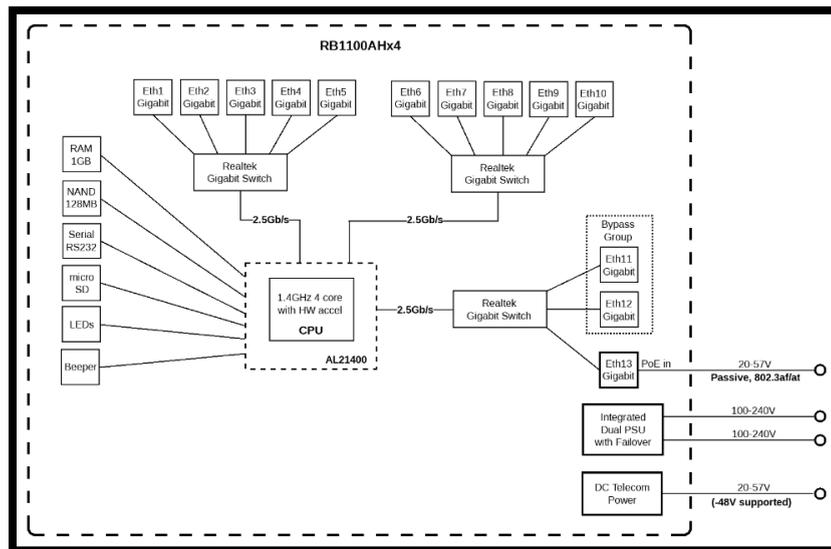
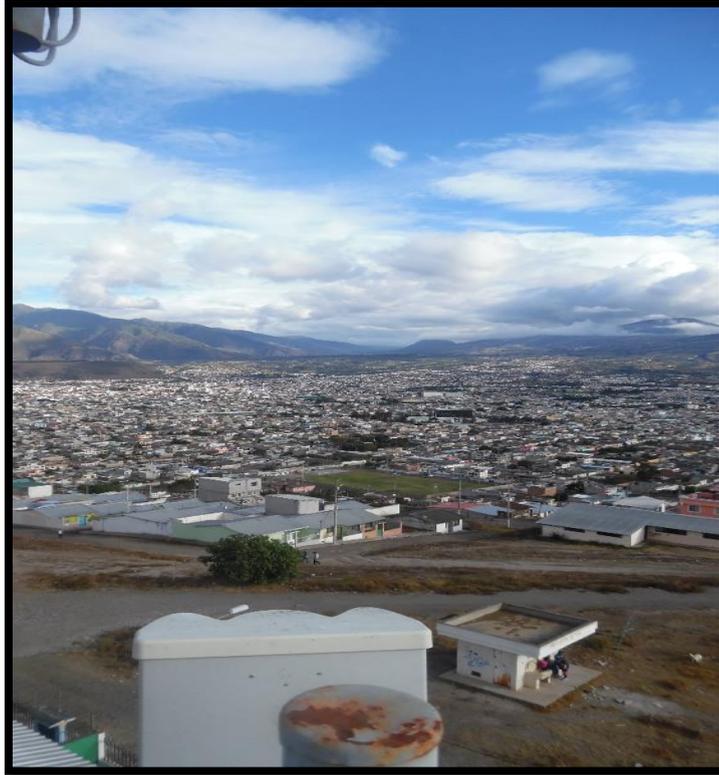


Figura 3. 8 diagrama de diseño del router RB1100AHX4  
Tomado de: (MIKROTIK N. , 2017) Anexo 1

La estructura que se muestra en la Figura 3.7, es una conexión en serie, es decir, que al momento de una falla, la red quedará inhabilitada por lo que se mantiene presente la observación del sistema de backup el cual va a permitir mantener la red estable hasta que los equipos vuelvan a mantener su estado activo; es recomendable ante situaciones adversas que se presentan constantemente los equipos mantengan mayor disponibilidad y confiabilidad logrando tener la supervisión de eventualidades, con un control de rendimiento en los nodos vayan implementando en la red para el incremento de la cobertura.

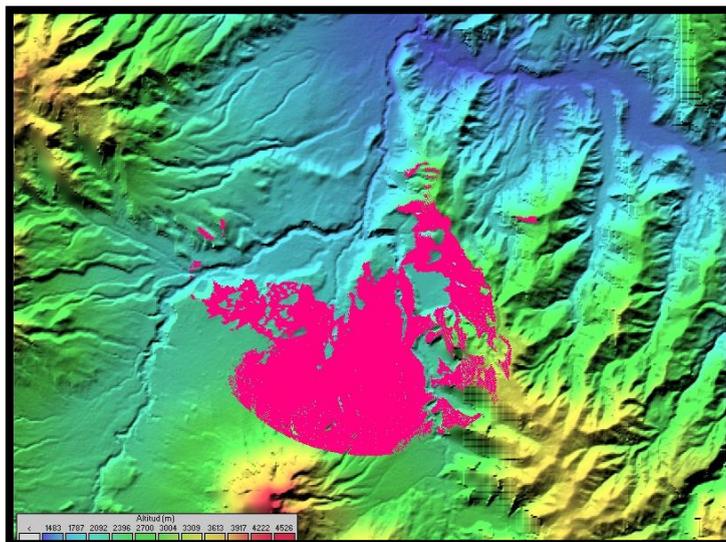
### 3.4. Lugares de cobertura

La cobertura inicial del servicio de internet es en la ciudad de Ibarra con su nodo principal ubicado en las Lomas de Azaya parroquia Guayaquil de Alpachaca como se muestra en la Figura 3.9, con la ubicación geográfica latitud: 0°22'12,602 N longitud: 78°7'48.938 O; con cobertura únicamente dentro de esta parroquia dependiendo de la ubicación del cada domicilio.



*Figura 3. 9 Vista inicial desde el nodo Principal  
Fuente: Directa*

La cobertura como se muestra en la Figura 3.10, podrá ir aumentando de acuerdo a la implementación de repetidores dentro de la ciudad dependiendo la factibilidad del estudio que se vaya realizando, que permita encontrar ubicaciones específicas para obtener mayor cantidad de usuarios.



*Figura 3. 10 Cobertura Inicial Graficada En Radio Mobile  
Tomado de: Software Radio Mobile*

### 3.5. Equipos utilizados

Los equipos que a continuación son detallados en la Tabla 3.3, están homologados dentro de los registrados en la Arcotel para seguir con su funcionamiento y buscando mejoras para el ISP; los equipos pueden ser cambiados o modificados de acuerdo con las necesidades que se presente para aumentar la cobertura y realizar mejoras del servicio, cada cambio debe ser registrados dentro del SIETEL, por cada equipo nuevo que se vaya incorporando.

Tabla 3. 3  
Equipos utilizados dentro de la empresa

<b>EQUIPO Y SOFTWARE</b>	<b>CANT</b>	<b>MARCA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>ROUTER</b>	1	MIKROTIK / RB1100	Router de acceso Internacional	RourterBoard RB11 800Mhz/ 1Gb.
<b>UPS</b>	1	Tripp Lite, Modelo: SMART1000RMX L2U	Sistema Back up de energía	
<b>PCS</b>	1	Clon, Core i7	Administración y control de usuarios	Gestiones de oficina y atención al cliente
<b>BASESTATION</b>	2	UBIQUITI / ROCKET M5	5GHz / AIRMAX BaseStation	5GHz / AIRMAX BaseStation / 150Mbps
<b>ANTENA PANEL SECTORIAL</b>	2	UBIQUITI / AIRMAX MIMO	Transmisión broadcast usuarios	AIRMAX MIMO Sectorial 120 grados, AIRMAX Sector 2G- 15-120

Fuente: (MIKROTIK N. , 2017) (UBIQUITI, 2017) el Anexo 2

### 3.6. Requerimiento para nuevos enlaces

Con los cambios propuestos y realizados se identifica que varios clientes se encuentran conformes con la mejora del servicio y, se plantea la implementación de nuevos que permita cubrir sectores de difícil acceso con el nodo actual, dentro del análisis de comparación realizados en el Capítulo 1 en la Tabla 2.1, se detalla los equipos que se requieren para los nuevos enlaces como se describen en la Tabla 3.4.

Para tomar en consideración estos equipos se ha toma en cuenta la potencia de trabajo de cada uno y la respuesta en momentos de interferencia para evitar inestabilidad de los enlaces, también se toma en cuenta para la capacidad de transmisión de cada uno de los equipos de acuerdo al datasheet se disminuye un 30% del rendimiento de su trabajo.

Tabla 3. 4  
Equipos requeridos para nuevos enlaces

<b>EQUIPOS</b>	<b>CANT.</b>	<b>MARCA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>ANTENA</b>	2	<b>MIKROTIK / QRT</b>	5GHz / AIRMAX 27 dBi	Para enlaces a distancias mayores a 4 Km.
<b>ANTENA</b>	2	<b>UBIQUITTI/ POWERBEAM M5</b>	5GHz / AIRMAX 25 dBi	Para enlaces a distancias mayores a 2 Km.
<b>ANTENA SECTORIAL AL</b>	3	<b>MIKROTIK MANT 15S /</b>	Transmisión broadcast usuarios	<b>AIRMAX MIMO Sectorial a 120 grados, AIRMAX Sector 15S-120</b>
<b>SWITCH</b>	1	<b>SWITCH POE</b>	Cisco 8 puertos	8 puertos RJ45 de auto- negociación 10/100Mbps, y conexión directa hacia los equipos

Fuente: (MIKROTIK N. , 2017) (UBIQUITI, 2017) Anexo 3

### 3.7. Requerimientos de equipos para clientes

En el análisis realizado de las diferentes marcas, costos y facilidad de adquirir de equipos, como resolución de acuerdo con la Tabla 2.1, se ha considerado hacer los

requerimientos de MIKROTIK y UBIQUITI por la compatibilidad existente entre estas dos marcas de acuerdo a su actualización de firmware, los estándares en los que trabajan 802.11 comparados en la Tabla 2.5, por tanto no tendrá inconveniente en los enlaces establecidos. Por esta razón los equipos solicitados para los clientes variaran de acuerdo a las distancias y ubicación de los usuarios que se detalla en la Tabla 3.5.

Los equipos detallados son requeridos por el trabajo a largas distancias, interferencias de ruido ante otros equipos de empresas que trabajan en la misma area, y de acuerdo con su potencia de trabajo que depende para una mejor transmisión de datos.

Tabla 3. 5  
Equipos Solicitados para instalación en los clientes

<b>EQUIPOS</b>	<b>CANT</b>	<b>MARCA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTANDAR</b>
<b>LITEBEAM</b>	10	UBIQUITI	/ 5GHz / AIRMAX	802.11 a/c
<b>M5</b>		AIRGRID M5 HP	23 dBi	compatible con 802.11 n
<b>MIKROTIK</b>	6	MIKROTIK LHG5	5GHz / 25 dBi	802.11 ac /n
<b>LGH5</b>				
<b>AIRGRID</b>	6	UBIQUITI	/ 5GHz / AIRMAX	802.11 n
<b>M5</b>		AIRMAX MIMO	27 dBi	

Fuente: (MIKROTIK N. , 2017) (UBIQUITI, 2017) el Anexo 3

### 3.8. Diseño de red para el servicio Inalámbrico

Para el diseño de la red primero se identifica el consumo en descargas que los usuarios utilizan dentro del servicio las aplicaciones solicitadas son: el tráfico de la web y el correo electrónico, para ello y de acuerdo a la investigación de (Paztuña Espinoza, 2014), se considera como el tamaño máximo de una página web: 150KB, un tiempo de descarga máximo de 10s y un consumo mínimo del 25% del su plan contratado.

$$velocidad\ de\ descarga = \frac{tamaño\ de\ pag\ x\ consumo}{tiempo\ de\ descarga}$$

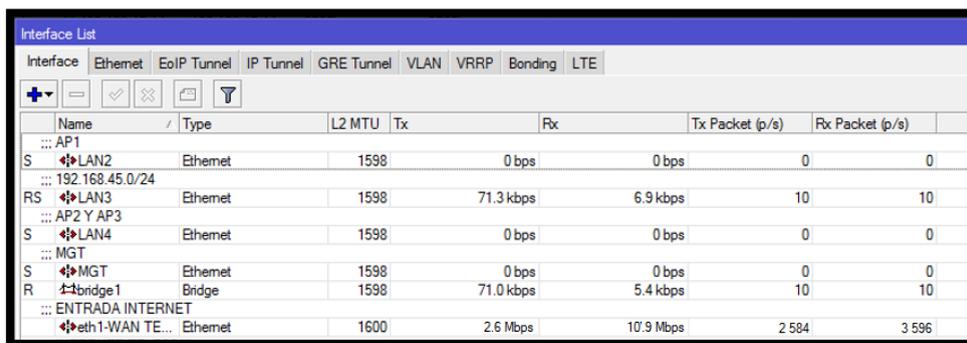
Ecu. 3. 1 Cálculo de la velocidad para descarga

$$velocidad\ de\ descarga = \frac{150KB\ x\ 25\%}{10s}$$

$$velocidad\ de\ descarga = 150\ kbps$$

Cuando existe el trabajo simultaneo de computadores un equipo trabaja a 32 kbps podrá realizar una descarga de 4Mb en 20 min, al asignar una capacidad de 256 Kbps por cada 8 usuarios la descarga de un archivo de música tomaría como mínimo 3 min, especificando un tráfico promedio de 32 kbps.

De acuerdo con la última referencia tomada del ISP la cantidad de usuarios existentes antes de realizar los cambios es de 70 usuarios que son un valor mínimo porcentual dentro del sector a brindar el servicio, con un plan contratado al proveedor de 10Mbps como se muestra en la Figura 3.11.



Interface	Name	Type	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)
S	AP1						
	LAN2	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	0	0
	192.168.45.0/24						
RS	LAN3	Ethernet	1598	71.3 kbps	6.9 kbps	10	10
	AP2 Y AP3						
S	LAN4	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	0	0
	MGT						
S	MGT	Ethernet	1598	0 bps	0 bps	0	0
R	bridge1	Bridge	1598	71.0 kbps	5.4 kbps	10	10
	ENTRADA INTERNET						
	eth1-WAN TE...	Ethernet	1600	2.6 Mbps	10.9 Mbps	2584	3596

Figura 3. 11 Megas contratados al proveedor  
Tomado de: Software de monitoreo departamento técnico

Donde la configuración del equipo principal los clientes que accedían al servicio tenían una compartición 1 : 1, como se indica en la figura 3.12, la configuración se encuentra planteado en un árbol simple con el direccionamiento que se indicó en la Tabla

3.2, es decir que se puede utilizar todo el ancho de banda que se les ofrece pero sin la compartición ofertada en el plan.

#	Name	Target	Upload Max Limit	Download Max Limit	Packet Marks	Total Max Limit B/s
0	192.168.15.10	192.168.15.10	2560k	2560k	0	0bps
1	192.168.15.11	192.168.15.11	2560k	2560k	0	0bps
2	192.168.15.12	192.168.15.12	2560k	2560k	46.533	1948.9
3	192.168.15.13	192.168.15.13	2560k	2560k	7.108.6	0bps
4	192.168.15.14	192.168.15.14	2560k	2560k	113.32	360bps
5	192.168.15.16	192.168.15.16	2560k	2560k	2.184.6	0bps
6	192.168.15.17	192.168.15.17	2560k	2560k	23.116	62.4kb
7	192.168.15.18	192.168.15.18	2560k	2560k	63.421	711.1k
8	192.168.15.19	192.168.15.19	2560k	2560k	0	0bps
9	192.168.15.20	192.168.15.20	2560k	2560k	38.396	360bps
10	192.168.15.21	192.168.15.21	2560k	2560k	0	0bps
11	192.168.15.22	192.168.15.22	2560k	2560k	0	0bps
12	192.168.15.23	192.168.15.23	3072k	3072k	13.411	0bps
13	192.168.15.24	192.168.15.24	2560k	2560k	32.101	93.1kb
14	192.168.15.25	192.168.15.25	2560k	2560k	0	0bps
15	192.168.15.15	192.168.15.15	2560k	2560k	0	0bps
16	192.168.15.26	192.168.15.26	2560k	2560k	50.427	161.8k
17	192.168.15.27	192.168.15.27	2560k	2560k	30.942	9.8kbps
18	192.168.15.28	192.168.15.28	2560k	2560k	79.101	1908.6
19	192.168.15.29	192.168.15.29	2560k	2560k	76.668	88bps
20	192.168.15.30	192.168.15.30	2560k	2560k	5.908.3	456bps
21	192.168.15.31	192.168.15.31	2560k	2560k	0	0bps
22	192.168.15.32	192.168.15.32	2560k	2560k	22.611	0bps
23	192.168.15.33	192.168.15.33	2560k	2560k	37.776	88bps
24	192.168.15.34	192.168.15.34	2560k	2560k	122.97	2.1Mbps
25	192.168.15.35	192.168.15.35	2560k	2560k	12.429	661.7k
26	192.168.15.36	192.168.15.36	2560k	2560k	0	0bps
27	192.168.15.37	192.168.15.37	2560k	2560k	42.452	0bps
28	192.168.15.38	192.168.15.38	2560k	2560k	66.616	2.1Mbps
29	192.168.15.39	192.168.15.39	2560k	2560k	1.396.3	0bps
30	192.168.15.40	192.168.15.40	2560k	2560k	0	0bps
31	192.168.15.41	192.168.15.41	2560k	2560k	0	0bps
32	192.168.15.42	192.168.15.42	2560k	2560k	0	0bps
33	192.168.15.43	192.168.15.43	2560k	2560k	0	0bps
34	192.168.15.44	192.168.15.44	2560k	2560k	0	0bps
35	192.168.15.45	192.168.15.45	2560k	2560k	20.861	0bps

Figura 3. 12 Equipos utilizados dentro de la empresa  
Tomado de: Software de monitoreo departamento Técnico

Con este esquema se puede identificar en la Tabla 3.6, la cantidad de clientes actuales y los planes que han contratado, donde también se indica que ellos no tienen compartición por lo cual de acuerdo a esto existe una saturación del servicio y por lo tanto las quejas son mayores.

Tabla 3. 6  
Clientes Actuales de acuerdo al plan contratado

PLANES	AB	COMPARTICION	CLIENTES
	CONTRATADO		ACTUALES
<b>BASICO</b>	2048 kbps	- -	68
<b>CYBER</b>	4096kbps	- -	2

Fuente: Dep. Técnico LINE INTERNET

De acuerdo con los datos adquiridos por medio del software se realiza una demostración donde se indica la saturación del servicio, para lo cual se considera que un 60% de clientes se encuentran consumiendo el servicio simultáneamente, y de acuerdo con los datos que se plantea en la Ecuación 3.2, donde únicamente se toma como

referencia a los usuarios del plan básico; por lo cual se demuestra que el plan actual contratado al proveedor no puede satisfacer a la demanda existente.

$$\mathbf{Megas} = \frac{\#CLIENTES*PLAN}{COMPARTICION} \times 0,6 \quad \text{Ecu. 3. 2 (Cálculo de megas que se requiere)}$$

$$\mathbf{Megas} = \frac{68*2 \text{ Mbps}}{8} \times 0,6$$

*Total de megas requeridas = 15 Mbps.*

El crecimiento puede ser factible de acuerdo a las estrategias de venta y ofertas para conseguir mayor cantidad de usuarios, y la meta que se plantea de acuerdo al estudio realizado es de 120 clientes durante el año en curso sin considerar a los clientes existentes.

Los nuevos planes que se va a ofertar la empresa requiere aumentar el contrato de megas para el incremento de usuarios planteado, tomando en cuenta el tráfico de paquetes que van a ser transmitidos dentro del ISP, para no tener saturación en el consumo del AB, se considera mantener megas de respaldo en caso de un aumento masivo de clientes.

Para el cálculo se toma en cuenta que un usuario consumirá su plan al máximo, es decir, trabaja en saturación como se muestra en la Tabla 3.7, de esta manera se trata de solventar el servicio a los abonados.

Tabla 3. 7  
Cálculo de megas según compartición

<b>TIPOS DE PLANES</b>	<b>PLANES</b>	<b>CONSUMO DE BAJADA</b>	<b>CANALES</b>	<b>USUARIOS POR MEGA</b>
<b>HOME</b>	<b>BASICO</b>	427kbps	$x = \frac{1 \text{ Mbps}}{427 \text{ kbps}}$ $x = 2 \text{ canales}$	2 canales x 6(1:6) 12 clientes por Mega
	<b>GENIAL</b>	548kbps	$x = \frac{1 \text{ Mbps}}{548 \text{ kbps}}$ $x = 1 \text{ canales}$	1 canales x 6(1:6) 6 clientes por Mega
	<b>PREMIUM</b>	768kbps	$x = \frac{1 \text{ Mbps}}{768 \text{ kbps}}$ $x = 1 \text{ canales}$	1 canales x 6(1:6) 6 clientes por Mega
<b>CYBER</b>	<b>CYBER 1</b>	1028kbps	$x = \frac{1 \text{ Mbps}}{1028 \text{ kbps}}$ $x = 1 \text{ canales}$	1 canales x 4(1:4) 4 clientes por Mega
	<b>CYBER 2</b>	1280kbps	$x = \frac{1 \text{ Mbps}}{1208 \text{ kbps}}$ $x = 1 \text{ canales}$	1 canales x 4(1:4) 4 clientes por Mega

Tomando como valores iniciales la compartición de cada plan y como referencia el valor de un mega para el cálculo del mínimo de usuarios

Se puede apreciar el recurso que debe ser utilizado de acuerdo a la cantidad de usuarios que se vayan incrementando, se limita de acuerdo al plan contratado, y se requiere analizar el AB requerido para el momento de saturación y el crecimiento de clientes que existan a un futuro.

De acuerdo a las cargas (UP), y descargas (DOWN) que van a realizar los usuarios se identifica el recurso que va a requerir como se detalla en el Anexo 8, tomando en cuenta cada plan como se indica en la Tabla 3.7, y considerando el incremento de usuarios de acuerdo a la planificación para el transcurso del año se analiza el valor de megas a contratar al proveedor como se detalla en la Tabla 3.8.

Tabla 3. 8  
Cálculo de megas a contratar

	<b>PLANES</b>	<b>CLIENTES</b>	<b>DOWN</b>	<b>UP</b>
<b>HOME</b>	2,5 M	12	3	2,1
	3,5 M	6	2,1	1,47
	4,5 M	6	2,7	1,89
<b>CYBER</b>	4 M	4	1,6	1,12
	5 M	4	2	1,4
<b>TOTAL MEGAS</b>		<b>32</b>	<b>11,4</b>	<b>7,98</b>

Cálculo del AB para la distribución de la carga y descarga

Para realizar el cálculo de UP y DOWN se toma en consideración las siguientes fórmulas donde sus datos principales son:

$$DOWN = \frac{\#CLIENTES * PLAN}{COMPARTICION} \times 0,6 \quad (\text{Ecu. 3. 3 Cálculo para descargas})$$

$$UP = \frac{\#CLIENTES * PLAN}{COMPARTICION} \times 0,42 \quad (\text{Ecu. 3. 4 Cálculo Para cargas})$$

Los valores constantes que se detallan en la Ecu. 3.3 y Ecu. 3.4, de 0,6 en la descarga y 0,42 en la carga son factores de reutilización o margen de error de acuerdo a un porcentaje de utilización del servicio de los usuarios, es decir, que se toma en consideración el porcentaje de usuarios que se encontraran consumiendo el servicio al mismo tiempo.

El cálculo realizado en la Tabla 3.8, se puede considerar que para empezar con el mínimo de clientes por cada plan se requiere por lo menos 14 Mbps, esto quiere decir que en momentos de saturación los usuarios consumirán 11Mbps y tendremos 3Mbps como reserva y no empiece a generar inconvenientes en el servicio.

### 3.8.1. Direccionamiento

Para la configuración de equipos se debe establecer modos de seguridad para evitar el hackeo de la red, para ello se establece la configuración de VLAN dentro del router y los AP principales, de esta manera los clientes no tendrá acceso o respuesta de los equipos administrativos.

Entonces en la configuración como se muestra en la Tabla 3.9, se identifica las VLAN para administración y clientes las cuales estarán conectadas mediante un modo bridge.

*Tabla 3.9  
Asignación de VLAN para la red*

<b>VLAN</b>	<b>RED</b>	<b>PUERTA DE ENLACE</b>	<b>ASIGNACIÓN</b>
<b>VLAN 10</b>	192.168.30.0 /24	192.168.30.1	ADMINISTRACION
<b>VLAN 20</b>	192.168.15.0/24	192.168.15.1	CLIENTES
<b>VLAN 30</b>	192.168.45.0/45	192.168.45.1	CLIENTES
<b>VLAN 40</b>	172.16.20.0 /24	172.16.20.1	ENLACES

*Tomando de: Departamento Técnico Line Internet*

De acuerdo con la tabla de enrutamiento inicial de los valores obtenidos en la Tabla 3.2 y el requerimiento de equipos nuevos determinados en la Tabla 3.4, tanto para nuevos enlaces, clientes y el nodo principal los cambios para el nuevo direccionamiento se detalla en la Tabla 3.10, donde se indica la asignación de puertos.

Tabla 3. 10  
Distribución de puertos del router

PUERTO	DISPOSITIVO	DIRECCION IP	GATEWAY	DESCRIPCION
PUERTO 1	PROVEEDOR	xxx.xxx.xxx	xxx.xxx.xxx	INTERNET
PUERTO 2	PROVEEDOR BACKUP	xxx.xxx.xxx	xxx.xxx.xxx	INTERNET
PUERTO 3	PRUEBA			VERIFICACION DE NODO
PUERTO 4	ENLACE	172.16.20.2	172.16.20.1	SAN BENITO
		172.16.20.4	172.16.20.1	ARCANGEL
PUERTO 6	AP1	192.168.30.2	192.168.30.1	NODO PRINCIPAL
PUERTO 7	AP2	192.168.30.3	192.168.30.1	
PUERTO 8	AP3	192.168.30.4	192.168.30.1	

Fuente: Departamento Técnico Line Internet detalle del nuevo direccionamiento dentro del router principal

### 3.9. Topología física de red

Con los cambios realizados en los equipos se presenta una topología física de cómo se brinda el servicio y los enlaces en la Figura 3.13, que se han planteado realizar para el aumento de la cobertura.

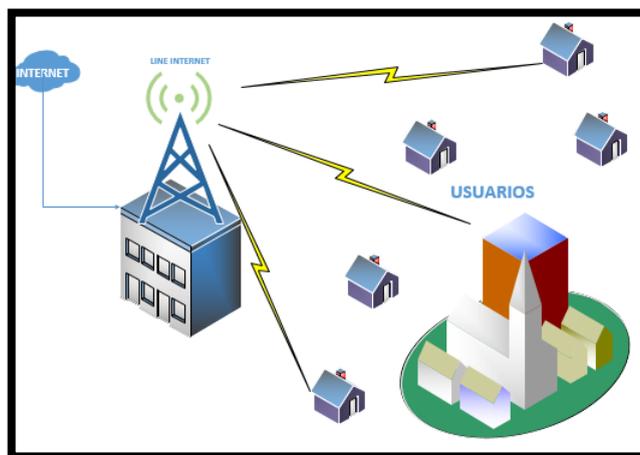
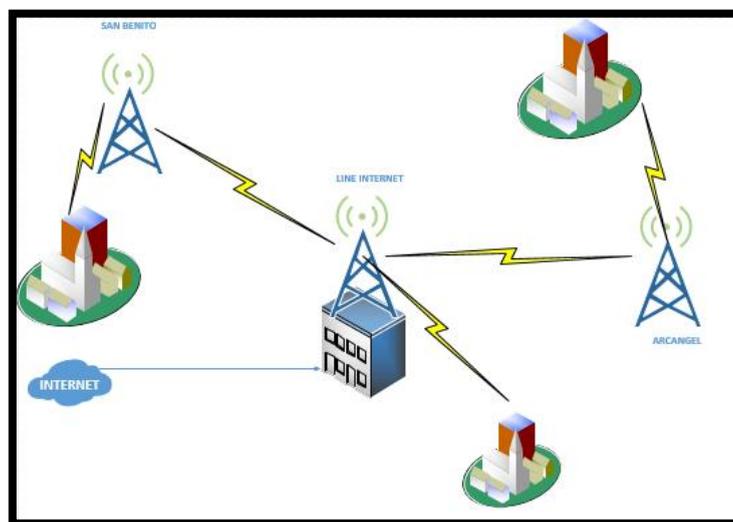


Figura 3. 13 Topología Inicial Del ISP  
Elaborador por: investigador  
Fuente: Departamento Técnico Line Internet

### 3.9.1. Topología de enlaces

De acuerdo con el análisis previo de los enlaces que permiten la ampliación de la cobertura y con el estudio con el software planteado en este proyecto, se verifica las distancias establecidas de cada uno de los lugares como se muestra en la Figura 3.14, como también la situación geográfica de los puntos exactos donde se ubicaran las torres, se realiza un análisis previo y una topología de como quedarán los enlaces realizados.



*Figura 3. 14 Topología para nuevos enlaces  
Elaborador por: investigador  
Fuente: ISP LINE INTERNET*

Para lograr la implementación de los nuevos nodos se considera la factibilidad de usuarios que desean contratar el servicio, ya que requiere un mínimo para poder recuperar en menor tiempo la inversión, es decir, con los aportes de cada uno de los clientes se podrá ir realizando mejoras en los nuevos nodos.

### 3.10. Estudio de cobertura mediante Radio Mobile

En la cobertura de la red es necesario estudiar la ubicación de los nuevos nodos verificar que existe una línea de vista y sin obstáculos o interferencias de otros equipos,

analizar la ubicación de los nodos de las operadoras que también trabajan brindando el mismo servicio dentro de la ciudad; para ello se realiza el cálculo de la zona de fresnel que permite calcular de manera eficaz los puntos que pueden ser eficientes para cubrir la mayor parte de la ciudad.

Radio Mobile nos permitirá estudiar las líneas de vista de cada nuevo nodo que deseamos implementar, para ello debemos tener las coordenadas de cada uno de los nuevos puntos y la ubicación de nuestro nodo principal.

La configuración dentro de este software se trabaja conjuntamente con Google Earth y Google Maps de donde se obtiene las coordenadas y, con Google Earth visualizaremos la ubicación del nodo principal.

### 3.10.1. Ubicación de los nuevos nodos

En la ciudad de Ibarra en el sector de Guayaquil de Alpachaca con latitud  $0^{\circ}22'16.12''N$  y longitud  $78^{\circ} 7'51.54''O$  como se indica en la Figura 3.15, ubicamos el NODO PRINCIPAL donde llega la última milla el proveedor principal y se distribuye a los clientes como se muestra en la Figura 3.16, que se grafica en Google Earth.

Nombre:	NODO PRINCIPAL	
Latitud:	0°22'16.12"N	
Longitud:	78° 7'51.54"O	

*Figura 3. 15 Coordenadas del nodo principal  
Elaborador por: investigador  
Fuente: Software Google Earth*



*Figura 3. 16 Ubicación geográfica del nodo principal*

*Elaborador por: investigador*

*Fuente: Software Google Earth*

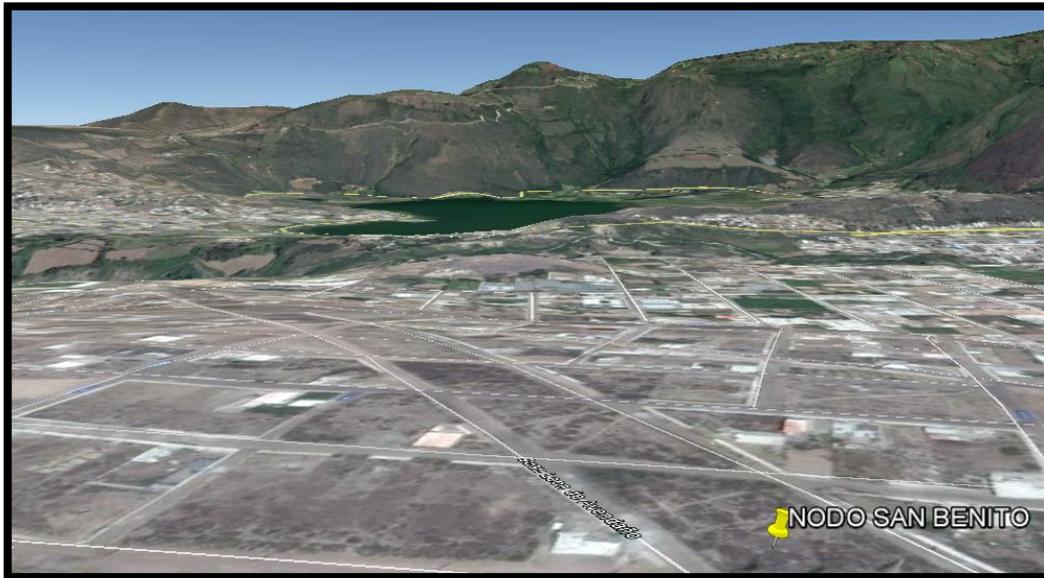
Con la implementación del nodo se llega hacia los sectores de Azaya y Alpachaca teniendo dificultad para entregar el servicio por su ubicación y la residencia de los usuarios por lo que se implementa un nodo considerando la el acceso en el sector de azaya se ha ubicado con las coordenadas que se representadas en las Figuras 3.17 y Figura 3.18, latitud  $0^{\circ}22'22.91''N$  y longitud  $78^{\circ} 7'56.14''O$ , con este punto se logra cubrir a San Benito de Palermo que se encuentra al final de Azaya también parte del Olivo; Priorato, y la parte norte de la ciudad de Ibarra.

Nombre:	<input type="text" value="NODO SAN BENITO"/>	
Latitud:	<input n"="" type="text" value="0°22'22.91"/>	
Longitud:	<input o"="" type="text" value="78° 7'56.14"/>	

*Figura 3. 17 Coordenadas nodo San Benito*

*Elaborador por: investigador*

*Fuente: Software Google Earth*



*Figura 3. 18 Ubicación Geográfica del sector San Benito  
Elaborador por: investigador  
Fuente: Software Google Earth*

En la *Tabla 22*, se detalla los datos nominales del primer enlace donde se obtiene los parámetros al momento de conexión NODO PRINCIPAL - SAN BENITO:

*Tabla 3. 11  
Parámetros de configuración del enlace a San Benito*

<b>PARÁMETROS</b>	<b>VALORES</b>
<b>POTENCIA</b>	8,5 W
<b>GANANCIA</b>	25dBi
<b>SENSIBILIDAD</b>	-42dBm
<b>FRECUENCIA</b>	5,5 GHz
<b>DISTANCIA</b>	0,6 Km

*Elaborador Por: investigador  
Fuente: Equipos Nanobeam instalados para el enlace*

### **3.10.2. Cálculo del enlace**

Se hace referencia con los datos adquiridos mediante el Radio Mobile como se indica la *Figura 3.19*, y se realizar los cálculos tanto del enlace como las pérdidas en el espacio libre.

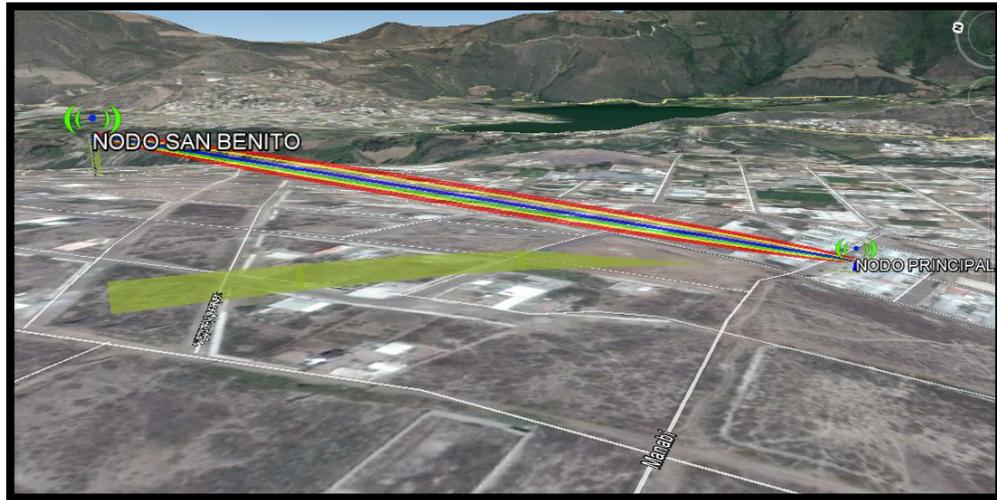


Figura 3. 19 Grafica nuevo enlace  
 Elaborador por: investigador  
 Fuente: Software Google Earth

Para los cálculos a realizar a continuación se toma las ecuaciones descritas en el Capítulo 1 del ítem 2.4.

### 3.10.2.1. Longitud de onda

$$\lambda = \frac{1}{f} = \frac{1}{5,14 \text{ GHz}} = 0,12(\text{nm})$$

Ecu. 3. 5 Cálculo de longitud de onda para primer enlace

### 3.10.2.2. Pérdidas del espacio libre

$$FSL = 20 \log(d) + 20 \log(f) + k$$

Ecu. 3. 6 Cálculo de pérdida del enlace para primer nodo

Tomando como referencia los valores de k en la Ecu. 2.7.

$$FSL = 20 \log(0,25) + 20 \log(5,14) + 92.4$$

$$FSL = 94,57 (\text{db})$$

### 3.10.2.3. Potencia isotrópica radiada equivalente (Pire)

$$PIRE = P_{TX} + G_{ANTENA} - L$$

Ecu. 3. 7 Cálculo para el PIRE del primer enlace

$$PIRE = 23 \text{ dBm} + 25 \text{ dBi} - 0$$

$$PIRE = 48 \text{ dBm}$$

De acuerdo a la tesis de (Flores Espinoza, 2015), se tomando en consideración que existen pérdidas por el cable que se utiliza, se conoce que entre más distancia exista mayor será la atenuación y entre una distancia menor la pérdida será mínima los valores varían entre  $1 \text{ dB/m} < 0,1 \text{ dB/m}$ ; existen pérdidas también de acuerdo a los conectores, es decir, que por cada conector la pérdida es de  $0,25 \text{ dB}$ .

### 3.10.3. Estado del enlace

Con Radio Mobile realizamos la zona de fresnel que se indica en la Figura 3.20, se verifica si existen obstáculos que obstruyan la línea de vista esto permite verificar que el enlace sea estable y no tenga intermitencias para evitar inconvenientes con los nuevos usuarios que se conecten al nodo.

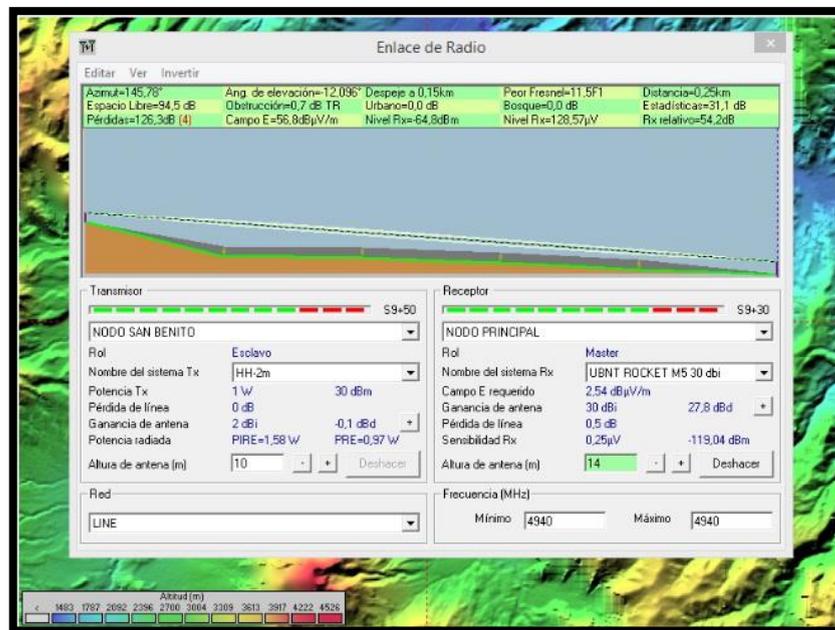
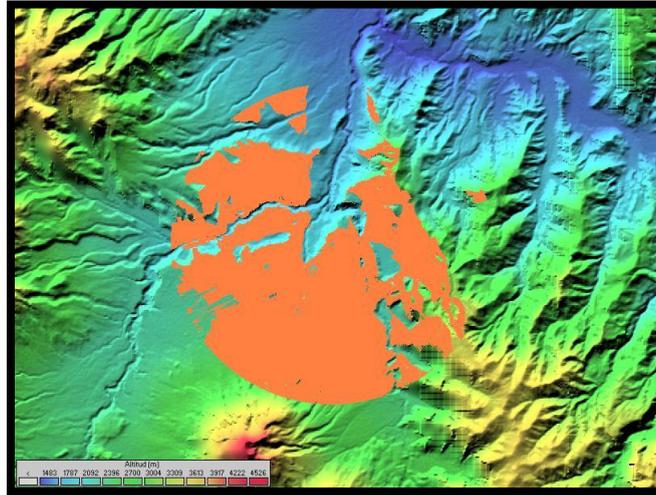


Figura 3. 20 Cálculo primer enlace mediante Radio Mobile  
Elaborador por: investigador  
Fuente: Software Radio Mobile

Con este enlace se aumenta ha logrado llegar a los sectores que no se tenía línea de vista y los nuevos usuarios podrán acceder con el servicio, logrando aumentar la cobertura y usuarios de manera permanente como se grafica en la Figura 3.21.



*Figura 3. 21 Cobertura del nuevo enlace*

*Elaborador por: investigador*

*Fuente: Software Radio Mobile*

Con la ubicación geográfica de los sectores principales la parte noreste de Alpachaca ubicados desde las calles Guayaquil y Tulcán hasta José Miguel Vaca y Guayas como se indica en la Figura 3.22, se encuentra ubicado en un agujero que no se puede llegar totalmente con el servicio.

Siendo geográficamente imposible mantener una línea de vista, impidiendo a los usuarios contratar el servicio, delimitando la cobertura que actualmente se ha logrado.



*Figura 3. 22 Zona sin cobertura por falla geográfica*

*Elaborador por: investigador*

*Fuente: Software Google Maps*

Se planifica la implementación de un nuevo nodo con el que se trata de lograr no solo la cobertura total de todo el sector, sino también llegar del centro de la ciudad de Ibarra y sectores aledaños, por tal motivo se hace el estudio para verificar una zona adecuada y se considera el sector del Arcángel con las coordenadas de latitud  $0^{\circ}20'58.73''N$  y longitud  $78^{\circ}6'5.27''O$ , como se indica en la Figura 3.23 y Figura 3.24

A screenshot of a Google Maps interface showing a form to add a location. The form has three input fields: 'Nombre:' with the text 'NODO ARCANGEL', 'Latitud:' with the text '0°20'58.73"N', and 'Longitud:' with the text '78°6'5.27"O'. A yellow pushpin icon is visible to the right of the name field.

*Figura 3. 23 Coordenadas del nodo Arcángel  
Elaborador por: investigador  
Fuente: Software Google Earth*



*Figura 3. 24 Ubicación geográfica nodo Arcángel  
Elaborador por: Autoría del investigador  
Fuente: Software Google Earth*

Con los datos encontrados después de lograr el enlace con éxito se detalla en la *Tabla 23*, los datos nominales del segundo enlace NODO PRINCIPAL- ARCANGEL:

Tabla 3. 12  
Parámetros de configuración del nodo Arcángel

<b>PARÁMETROS</b>	<b>VALORES</b>
<b>POTENCIA</b>	316 mW
<b>GANANCIA</b>	28dBi
<b>SENSIBILIDAD</b>	-60dBm
<b>FRECUENCIA</b>	4940 MHz
<b>DISTANCIA</b>	4 Km

Fuente: datasheet de equipos Lhg5 Mikrotik descritos en el Anexo 3

### 3.10.4. Cálculo del enlace

Con los datos adquiridos en la *Figura 27*, se procede a realizar los cálculos tanto del enlace como las pérdidas en el espacio libre.

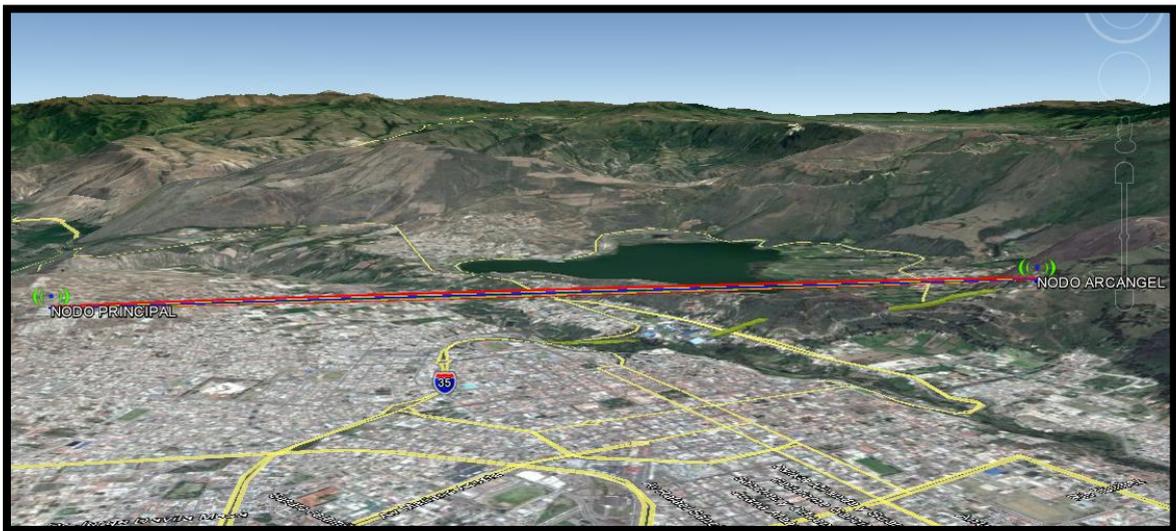


Figura 3. 25 Grafica del nuevo enlace  
Elaborador por: investigador  
Fuente: Software Google Earth

#### 3.10.4.1. Longitud de onda

$$\lambda = \frac{1}{f} = \frac{1}{5,490\text{MHz}} = 0,20(\text{nm})$$

Ecu. 3. 8 Cálculo de longitud de onda para segundo enlace

### 3.10.4.2. Pérdidas del espacio libre

$$FSL = 20 \log(d) + 20 \log(f) + k$$

Ecu. 3.9 Cálculo de pérdida en el espacio libre para segundo enlace

Tomando como referencia los valores de k en la Ecuación 2.7

$$FSL = 20 \log(4) + 20 \log(5490) + 32.45$$

$$FSL = 119,26 \text{ (db)}$$

### 3.10.4.3. Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE)

$$PIRE = P_{TX} + G_{ANTENA} - L$$

Ecu. 3.10 Cálculo del PIRE para segundo enlace

$$PIRE = 25 \text{ dBm} + 28 \text{ Bi} - 0$$

$$PIRE = 53 \text{ dBm}$$

### 3.10.4.4. Estado del enlace

Se verifica el análisis realizado anteriormente de acuerdo con el software Radio Mobile como se indica en la *Figura 3.26*, se revisa el estado en el que queda el nuevo enlace.

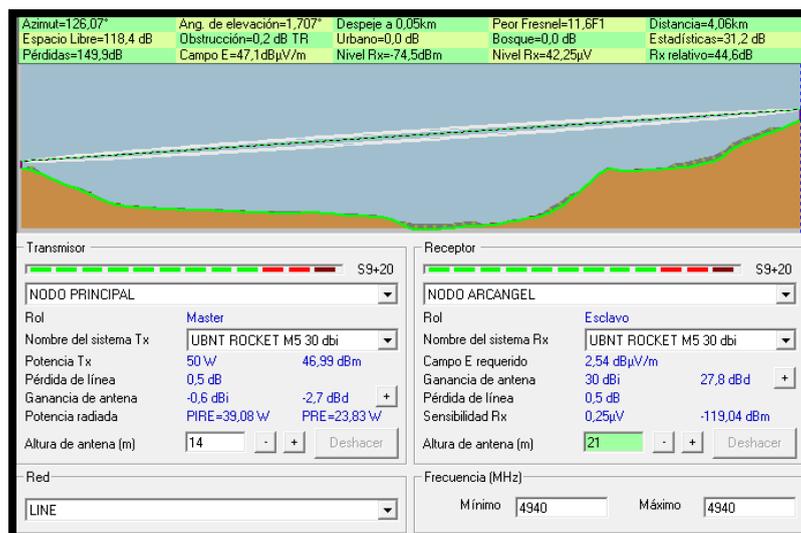
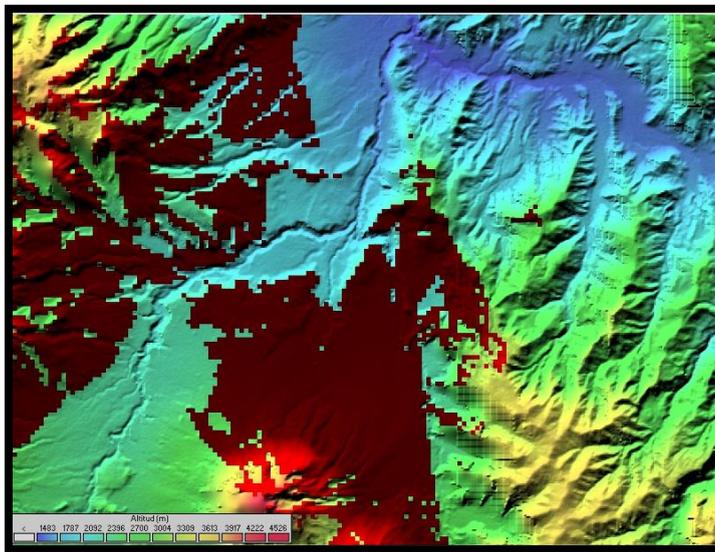


Figura 3. 26 Cálculo de la zona de fresnel entre nodo principal y Arcángel mediante Radio Mobile  
Fuente: Software Radio Mobile

Se logra cumplir con el objetivo del área que no se podía llegar y de esta manera se puede cubrir más sectores dentro de la ciudad como indica la Figura 3.27, sobrepasando y cumpliendo el reto de lograr la cobertura planificada, de acuerdo con los trabajos realizados de instalación como se indica en el Anexo fotográfico.



*Figura 3. 27 Cobertura total con el nuevo enlace  
Elaborador Por: investigador  
Fuente: Software Radio Mobile*

### **3.11. Formulario de registro para nuevos nodos**

Dentro del registro de la empresa para el funcionamiento del ISP en la ARCOTEL, se requiere presentar el registro de los nuevos nodos implementados como se muestra en la Figura 3.28 y el formulario presentado como se indica en el Anexo 7, la implementa que se realiza para beneficio de ISP esto le permite llevar un control por parte de la agencia sobre la utilización del espectro.

Para cumplir con este requisito se requiere llenar un formulario con los datos requeridos sobre la ubicación y los equipos utilizados, por lo que se realiza un pago trimestral por el espacio utilizado.

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones			FORMULARIO PARA EL SERVICIO FIJO TERRESTRE (PERFIL TOPOGRAFICO DE LOS ENLACES PUNTO-PUNTO)				RC – 6B Elab.: DRE Versión: 01	
1) CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ENLACE								
NOMBRE DEL SITIO TX			LOMAS DE AZAYA		NOMBRE DEL SITIO RX		LOMAS DE AZAYA	
No.	AZIMUT Tx (°):	AZIMUT Rx (°):	ANGULO ELEV. Tx (°):	ANGULO ELEV. Rx (°):	DISTANCIA. (Km):	SENSIBILIDAD. (dBm):	MARGEN DE DESV. (dB):	CONFIABILIDAD (%):
F1	90	90	45	45	0,205	-43	25	0,205
2) GRAFICO DEL PERFIL TOPOGRAFICO:								

Figura 3. 28 Formulario de registro de nuevos nodos

Elaborador por: Arcotel

Fuente: Formulario de registro Rc-9a enlaces punto a punto Anexo 7

Los datos que se ingresan al formulario son:

- NOMBRE DEL SITIO TX.- Se ingresa el nombre de la zona donde se encuentra ubicada el enlace de Tx.
- NOMBRE DEL SITIO RX.- El sector donde se encuentra ubicado el enlace de recepción.
- No.- Se ingresa el número del enlace de acuerdo al registro realizado en el formulario RC-6a indicado en el Anexo 7.
- AZIMUT Tx.- Registro del ángulo máximo de radiación del equipo transmisor.
- AZIMUT Rx.- Registro del ángulo máximo de radiación del equipo receptor.
- ANGULO ELEV Tx.- Registro del ángulo en grados de en el plano horizontal del transmisor.

- **ANGULO ELEV Rx.**- Ingresar el ángulo en grados de en el plano horizontal del receptor.
- **DISTANCIA. (Km).**- La distancia entre los dos enlaces descrita en Km.
- **SENSIBILIDAD (dBm).**- valor que debe ser especificado de acuerdo a la señal del enlace establecido.
- **MARGEN DE DESV. (dB).**- Se ingresa de acuerdo a la unidad de medida especificada la distancia entre los puntos del enlace.
- **CONFIABILIDAD (%).**- Registro en la unidad especificada la distancia establecida entre los dos puntos del enlace.
- **GRAFICO DEL PERFIL TOPOGRAFICO:** Registro del cálculo realizado en el diagrama topográfico que puede ser copiado del software utilizado para el análisis.



## CAPITULO IV

### PRUEBAS Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

#### 4.1. Introducción

En este capítulo se realiza las pruebas respectivas y configuraciones para mejorar el funcionamiento del ISP mediante los cambios realizados dentro de la infraestructura, este análisis permite implementar software de monitoreo para el control de registro de usuarios y los equipos principales; verificar la distribución del recurso mediante el control del AB desde el router principal. Analizar la seguridad de la red para evitar posibles ataques y daños que puedan ocurrir por la mala utilización del servicio.

Se realiza un estudio económico que permite el analizar el tiempo de recuperación de la inversión que requiere la implementación de nuevos equipos y el incremento de usuarios; verificar la factibilidad que tiene el proyecto hacia un futuro.

#### 4.2. Pruebas de Cobertura

Para iniciar las pruebas del funcionamiento de los enlaces se comprueba la Tx y Rx de datos entre los dos equipos enlazados y el AB que se logra transmitir entre los dos equipos, logrando mantener a los clientes sin inconvenientes.

##### 4.2.1. Enlace punto a punto hacia San Benito de Palermo

La transmisión de datos desde el nodo principal hacia San Benito permite visualizar el AB como se indica en las Figura 4.1 y Figura 4.2, donde se puede ver la capacidad de Tx de acuerdo a la cantidad de clientes que acceden a contratar el servicio, de acuerdo a los requerimientos de equipos se obtuvo una sectorial que permite cubrir los

sectores requeridos y de la misma manera se logró conseguir mayor cobertura ya que por su ubicación se consiguió mayor alcance a los sectores de la ciudad.

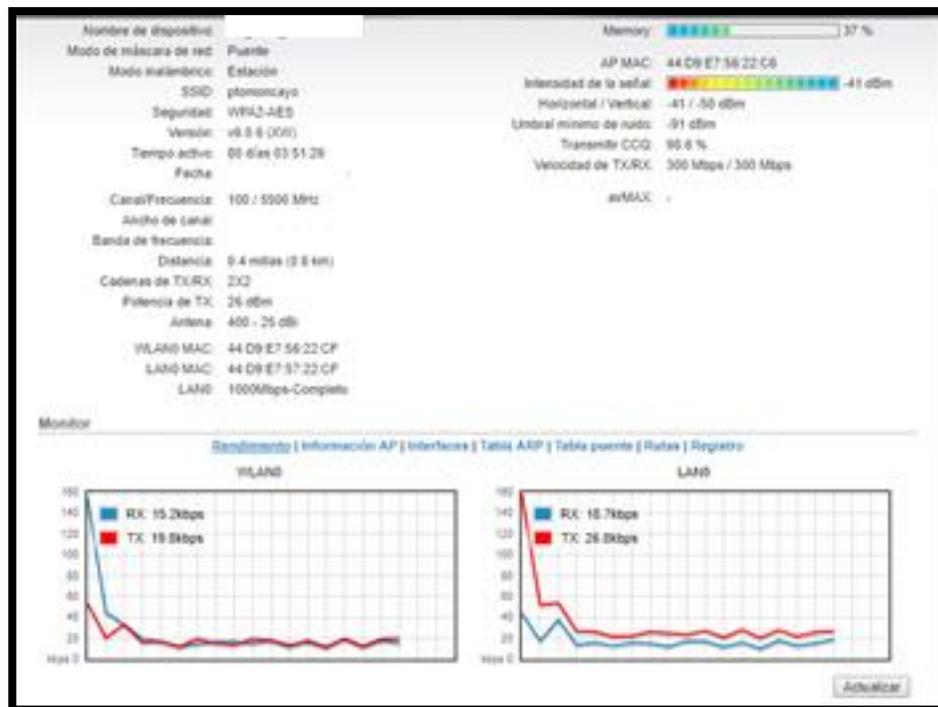


Figura 4. 1 Comprobación de enlace transmisor  
Tomado: Captura de equipo instalado en el nuevo nodo; LINE INTERNET

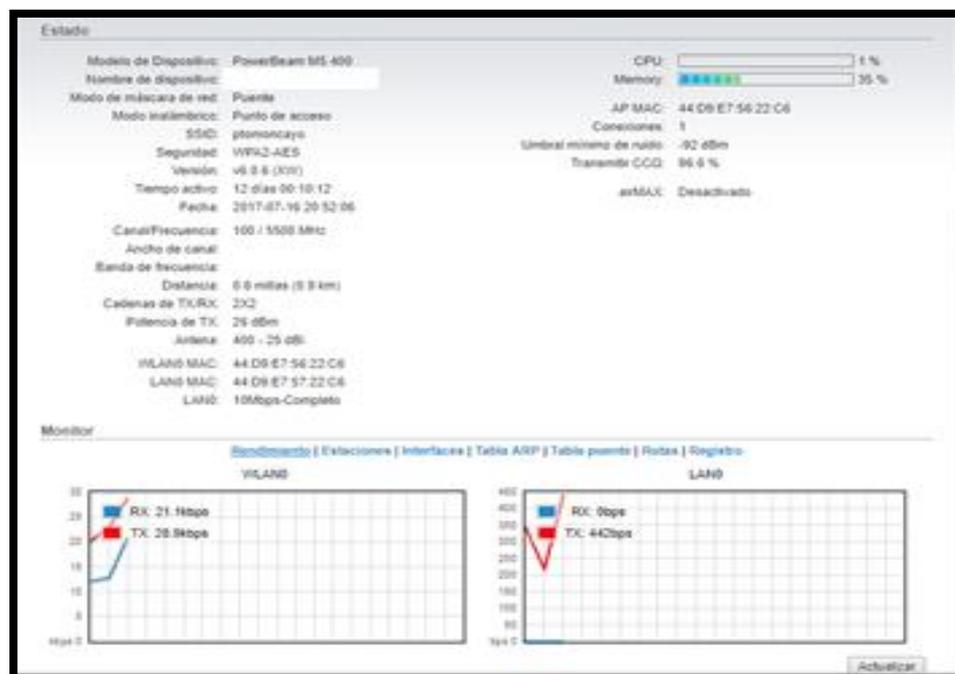
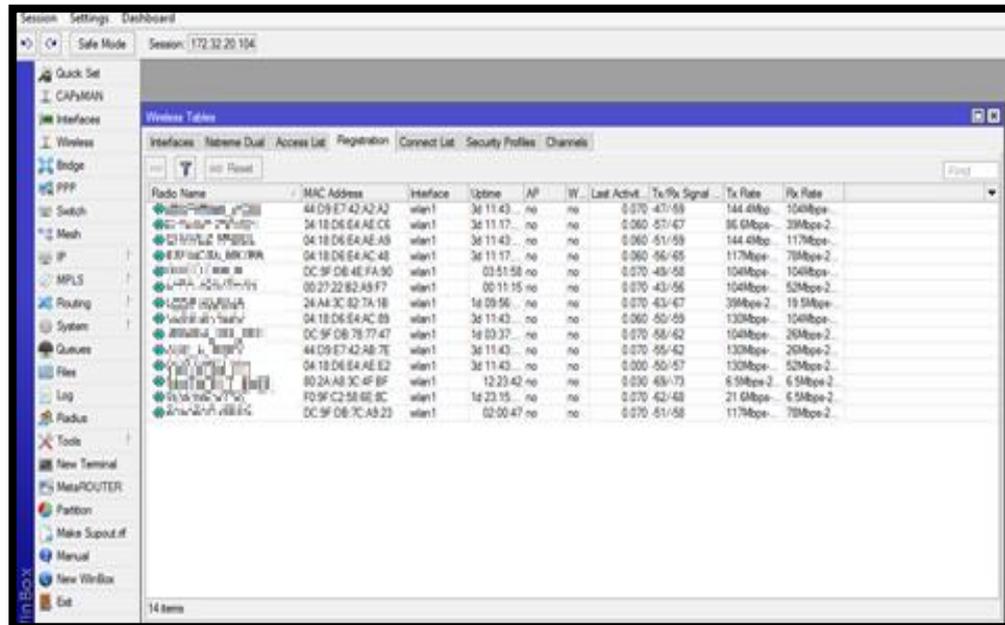


Figura 4. 2 Comprobación de enlace receptor  
Tomado: Captura de equipo instalado en el nuevo nodo; LINE INTERNET

Con este nuevo enlace se pudo obtener la cantidad de clientes como indica la Figura 4.3, de acuerdo al estudio planteado con los clientes que se mantiene actualmente en este AP se puede cubrir la inversión realizada para su implementación.



Radio Name	MAC Address	Interface	Uptime	AP	W.	Last Activ.	Tx/Rx Signal	Tx Rate	Rx Rate
...	44 D9 E7 43 A2 A2	wlan1	36 11 43	no	no	0 070	47/-69	144 4Mbps	104Mbps
...	34 18 D6 E4 AE C6	wlan1	36 11 17	no	no	0 060	57/-47	96 6Mbps	39Mbps-2
...	04 18 D6 E4 AE A8	wlan1	36 11 43	no	no	0 060	51/-59	144 4Mbps	117Mbps-2
...	04 18 D6 E4 AC 48	wlan1	36 11 17	no	no	0 060	56/-65	117Mbps	78Mbps-2
...	0C 9F D6 E4 FA 90	wlan1	03 51 58	no	no	0 070	48/-58	104Mbps	104Mbps
...	00 27 22 82 A8 F7	wlan1	00 11 15	no	no	0 070	43/-56	104Mbps	52Mbps-2
...	24 A4 3C E2 7A 1B	wlan1	18 09 56	no	no	0 070	43/-67	39Mbps-2	19 5Mbps
...	04 18 D6 E4 AC 89	wlan1	36 11 43	no	no	0 060	55/-59	130Mbps	104Mbps
...	0C 9F D6 E4 78 77 47	wlan1	18 03 37	no	no	0 070	58/-62	104Mbps	20Mbps-2
...	44 D9 E7 42 A8 7E	wlan1	36 11 43	no	no	0 070	55/-62	130Mbps	20Mbps-2
...	04 18 D6 E4 AE E2	wlan1	36 11 43	no	no	0 000	50/-57	130Mbps	52Mbps-2
...	80 2A A8 3C 4F BF	wlan1	12 23 42	no	no	0 000	49/-73	6 5Mbps-2	6 5Mbps-2
...	F0 9F C2 58 6E 8C	wlan1	18 23 15	no	no	0 070	42/-48	21 6Mbps	6 5Mbps-2
...	0C 9F D6 7C A9 23	wlan1	02 00 47	no	no	0 070	51/-58	117Mbps	78Mbps-2

Figura 4. 3 Nuevos clientes del nodo San Benito  
Tomado: Captura de equipo instalado en el nuevo nodo; LINE INTERNET

Los nuevos sectores que pueden ser explotados con la venta del servicio y el nuevo nodo son otros lugares como el Olivo y Priorato como se indica en la Figura 4.4, el crecimiento en clientes puede ser mayor a lo estimado.



Figura 4. 4 Cobertura alcanzada con el nuevo nodo  
Tomado: Captura de Software Google Earth

### 4.1.1. Enlace punto a punto hacia el Arcángel

En este enlace y de acuerdo a la cobertura que se puede conseguir se realiza la instalación de dos sectoriales que cubrirán los sectores requeridos y lugares aledaños, como el centro de la ciudad, y la Victoria realizando una prueba del enlace como se muestran en la Figura 4.5 y Figura 4.6.

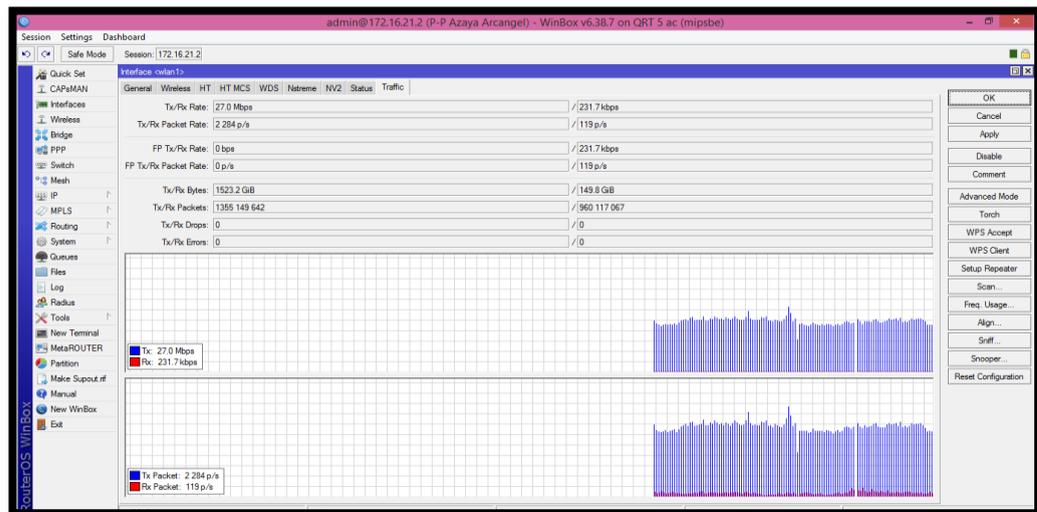


Figura 4. 5 Comprobación de enlace desde el transmisor  
Tomado: Captura de equipo instalado en el nuevo nodo; LINE INTERNET

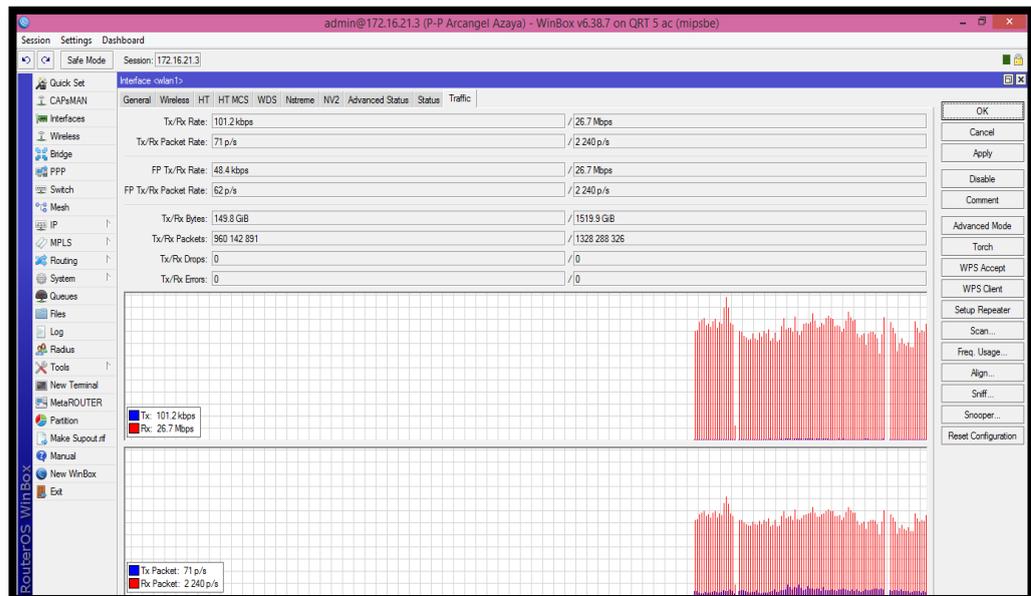
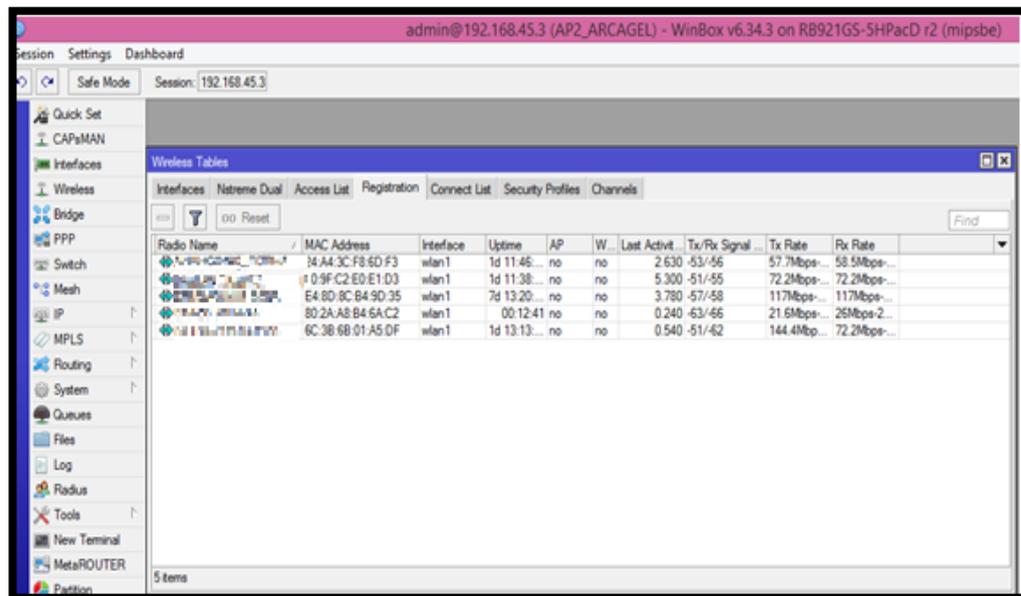


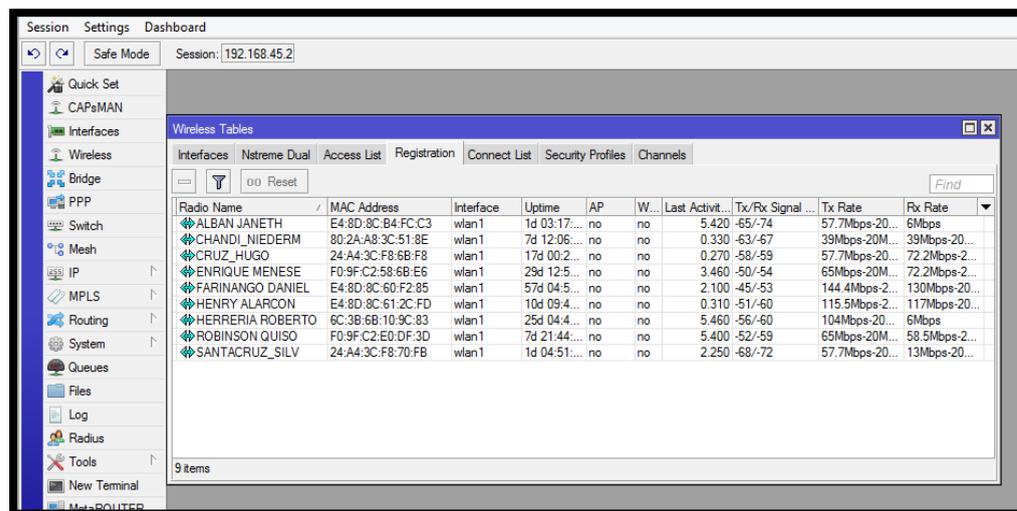
Figura 4. 6 Comprobación de enlace desde el receptor  
Tomado: Captura de equipo instalado en el nuevo nodo; LINE INTERNET

Se logra conseguir clientes no solo de los sectores establecidos sino tambien del centro de la ciudad y sus alrededores, como muestran en la Figura 4.7 y la Figura 4.8, los clientes que conseguidos ayudan de la misma manera a recuperar la inversion realizada y poder ser recuperada en menor tiempo del que se ha establecido.



Radio Name	MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last Activit...	Tx/Rx Signal	Tx Rate	Rx Rate
...	34:A4:3C:F8:6D:F3	wlan1	1d 11:46...	no	no	2:630	-53/-56	57.7Mbps...	58.5Mbps...
...	0:9F:C2:E0:E1:D3	wlan1	1d 11:38...	no	no	5:300	-51/-55	72.2Mbps...	72.2Mbps...
...	E4:8D:8C:B4:9D:35	wlan1	7d 13:20...	no	no	3:780	-57/-58	117Mbps...	117Mbps...
...	80:2A:A8:B4:6A:C2	wlan1	00:12:41...	no	no	0:240	-63/-66	21.6Mbps...	26Mbps-2...
...	6C:38:6B:01:A5:0F	wlan1	1d 13:13...	no	no	0:540	-51/-62	144.4Mbps...	72.2Mbps...

Figura 4. 7 Clientes nuevos conseguidos con el nodo arcángel sectorial 1  
Fuente: Captura de equipo instalado en el nuevo nodo; LINE INTERNET



Radio Name	MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last Activit...	Tx/Rx Signal	Tx Rate	Rx Rate
ALBAN JANETH	E4:8D:8C:B4:FC:C3	wlan1	1d 03:17...	no	no	5:420	-65/-74	57.7Mbps-20...	6Mbps
CHANDI_NIEDERM	80:2A:A8:3C:51:8E	wlan1	7d 12:06...	no	no	0:330	-63/-67	39Mbps-20M...	39Mbps-20...
CRUZ_HUGO	24:A4:3C:F8:6B:F8	wlan1	17d 00:2...	no	no	0:270	-58/-59	57.7Mbps-20...	72.2Mbps-2...
ENRIQUE MENESE	F0:9F:C2:58:6B:E6	wlan1	29d 12:5...	no	no	3:460	-50/-54	65Mbps-20M...	72.2Mbps-2...
FARINANGO DANIEL	E4:8D:8C:60:F2:85	wlan1	57d 04:5...	no	no	2:100	-45/-63	144.4Mbps-2...	130Mbps-20...
HENRY ALARCON	E4:8D:8C:61:2C:FD	wlan1	10d 09:4...	no	no	0:310	-51/-60	115.5Mbps-2...	117Mbps-20...
HERRERIA ROBERTO	6C:38:6B:10:9C:83	wlan1	25d 04:4...	no	no	5:460	-56/-60	104Mbps-20...	6Mbps
ROBINSON QUISO	F0:9F:C2:E0:DF:3D	wlan1	7d 21:44...	no	no	5:400	-52/-59	65Mbps-20M...	58.5Mbps-2...
SANTACRUZ_SILV	24:A4:3C:F8:70:FB	wlan1	1d 04:51...	no	no	2:250	-68/-72	57.7Mbps-20...	13Mbps-20...

Figura 4. 8 Nuevos clientes conseguidos en el nodo arcángel sectorial 2  
Fuente: Captura de equipo instalado en el nuevo nodo; LINE INTERNET

## **4.2. Administración de red mediante software**

Los software planteados dentro de este proyecto permite tener el control de los clientes y verificar los enlaces incrementados dentro del ISP, de esta manera dar la solución a los inconvenientes que se presenten en el menor tiempo para evitar tener inconformidades del cliente.

### **4.2.1. The Dude**

Nos permite realizar un monitoreo general a todos los enlaces establecidos visualizar el estado actual de la red, para poder dar efectuar una respuesta rápida al servicio técnico de manera inmediata, dependiendo el problema brindar la solución mediante un llamada telefónica o realizar una visita técnica, para lo cual se realiza la configuración dentro del software THE DUDE que permite verificar cuando un equipo tiene problemas por medio de un ping.

### **4.2.2. Registros del Sistema**

Antes de iniciar la configuración de nuestro software existe un cambio que debemos realizar dentro de nuestro sistema operativo desde el Windows 7 existe un filtro no permite el acceso al programa porque mantiene el firewall bloqueado de esta manera no se puede efectuar el enrutamiento de la red dentro del sistema

Para solucionar este inconveniente se debe realizar los siguientes pasos:

- Ingresamos a la carpeta local del sistema
- Software
- Microsoft
- Windows
- Current versión

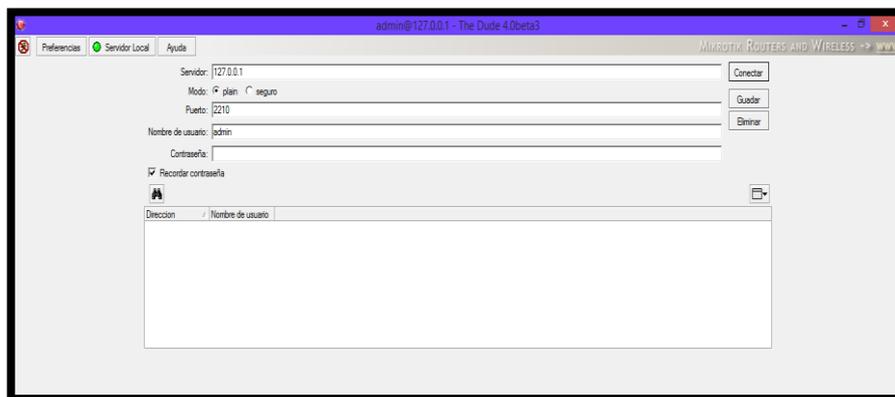
- System

Dentro de esta carpeta existe un archivo nombrado Enable VA y al hacer doble clic cambiamos su valor 1 por 0 y reiniciar.

Esto permitirá que el enrutamiento dentro del DUDE pueda efectuarse y tener respuesta entre los dispositivos.

### 4.2.3. Configuración del nodo principal

Para la configuración debe existir la conexión al localhost como indica la Figura 4.9, 127.0.0.1 para iniciar una nueva configuración.



*Figura 4. 9 Pantalla de acceso software The Dude  
Tomado de: Software de monitoreo*

En la parte izquierda nos aparece un listado de opciones, donde se realiza los diferentes cambios a la red como muestra la Figura 4.10, inicia la configuración con un nuevo mapa, clic derecho y crea un nuevo dispositivo donde se asigna la dirección IP del bridge que hayan sido creados dentro del router Mikrotik.

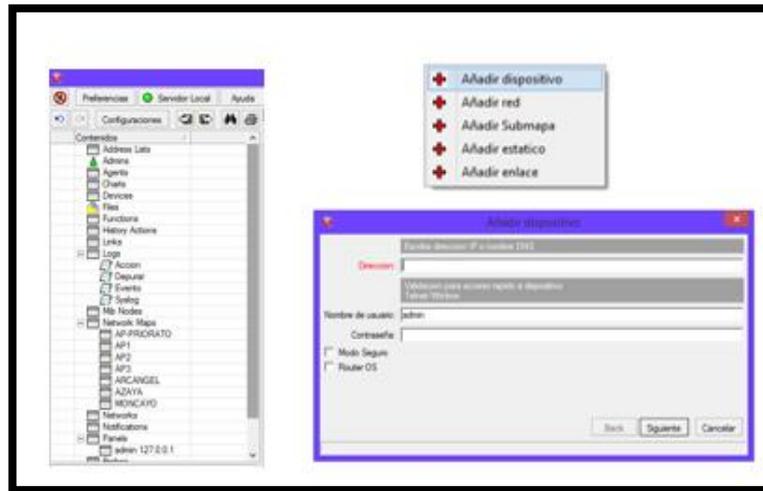


Figura 4. 10 Configuración inicial y creación de la red  
Tomado de: Software de monitoreo

Luego la opción de descubrir la red mediante el control por medio de un ping como demuestra la Figura 4.11, es el método más rápido para realizar una conexión o un nuevo enlace.

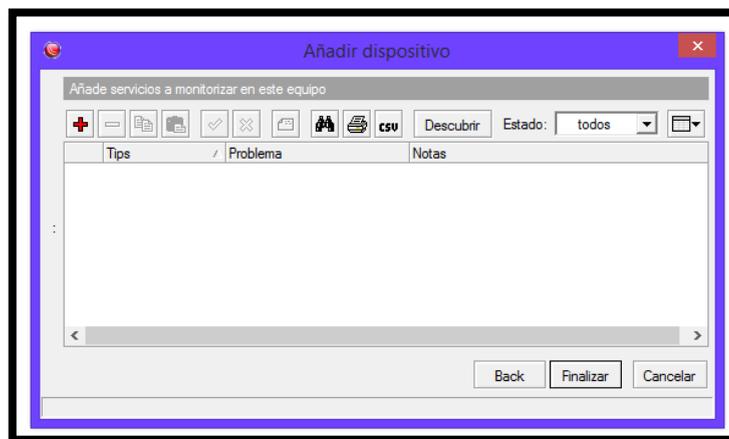


Figura 4. 11 Esquema para descubrir las redes creadas  
Tomado de: Software de monitoreo

De esta manera se va creando los dispositivos que se encuentran conectados hacia el nodo principal y los enlaces secundarios como se presenta en la Figura 4.12, que van siendo creados dentro de la empresa los cuales permiten extender la cobertura y cubrir el sector presentado.

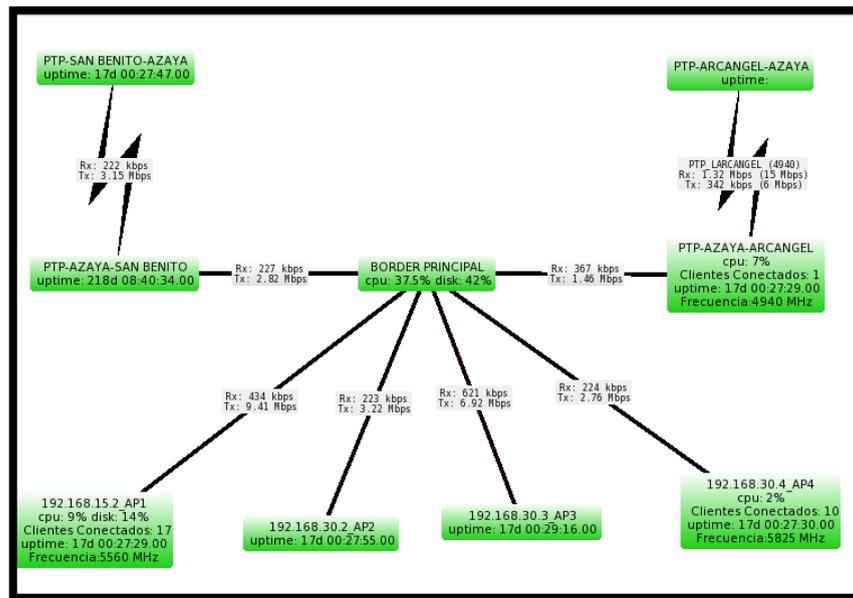


Figura 4. 12 Red principal del ISP y sus nuevos enlaces  
Tomado de: Software de monitoreo

El software THE DUDE en la actualidad es una herramienta más utilizada por los equipos Mikrotik, ya que estos se encuentran en constante actualización de los ficheros y permite realizar un monitoreo desde el router de borde hasta las sectoriales o equipos que se encuentran en cada uno de los nodos.

Tomando como referencia que al iniciar la cobertura del servicio se utilizaban equipos UBIQUITI, los cuales con el software de monitoreo no permite tener un control minucioso dentro de los mismos, ya que solo se puede controlar el tiempo de conexión, a diferencia de los equipos adquiridos en la marca MIKROTIK que permite poder controlar la utilización de la memoria, verificar el AB utilizado el tiempo de conexión o actividad que tiene el equipo, la frecuencia en la que está trabajando y el número de clientes que se encuentran conectados; así se puede mantener un control exhaustivo de nuestra red.

Al router principal o border se anexan los equipos que se encuentran como AP, los enlaces y los nuevos enlaces de esta manera se logra establecer un control de los

tiempos de transmisión y megas que se utiliza para los enlaces y prevenir problemas futuros e inconvenientes.

#### 4.2.4. Creación de clientes

Para descubrir a los clientes se crea un nuevo sub mapa dentro de cada AP, donde se crea un mapa de los clientes que están enlazados y monitorear de acuerdo a cada sectorial que se encuentren enganchados.

Este es un nuevo anexo donde únicamente se realiza un descubrimiento de la red donde se limita el rango de IP de acuerdo a cada al direccionamiento asignado como se indica en la Figura 4.13, de esta manera se logra sectorizar y verificar a cada cliente, así el momento de la caída del enlace existe una notificación mediante alertas y podremos saber cómo se requiere brindar el servicio técnico.

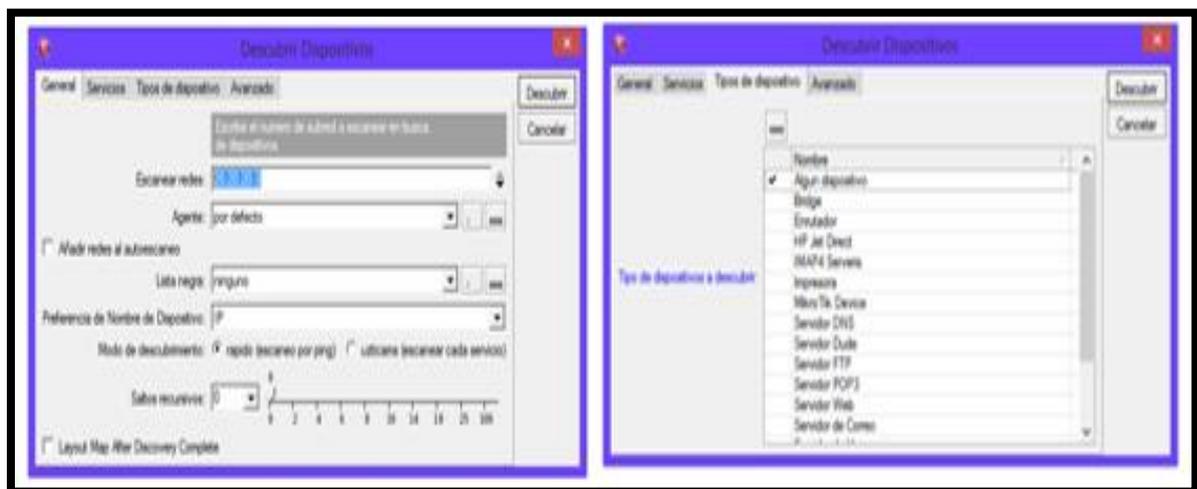
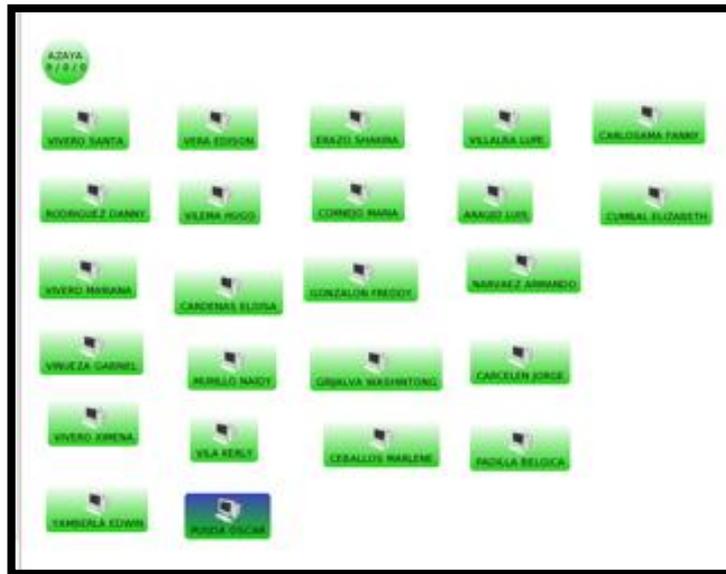


Figura 4. 13 Descubrimientos de los clientes en cada AP  
Tomado de: Software de monitoreo

En la opción de tipos de dispositivos se selecciona algún dispositivo esto permite que se reconozca a cada IP de los clientes como indica la Figura 4.14, así en caso de que exista algún equipo o enlace inestable se puede descubrir más rápidamente donde se encuentra el daño.



*Figura 4. 14 Clientes reconocidos en uno de los AP  
Tomado de: Software de monitoreo*

Para las características de cada uno de sus cambios efectuados en configuraciones donde se especifica que cada cliente al momento de perder el enlace dentro del diagrama será color rojo adicionalmente con una alarma para poder alertar el daño, caso contrario siempre permanecerá en verde.

### **4.3. Configuración de CACTI**

Este software permite verificar el rendimiento tanto del router principal como de los enlaces, el recurso que están utilizando para lo cual se realiza la configuración en el sistema operativo Linux.

Dentro de las configuraciones se activa la configuración del agente SNMP dentro de la red y reconocer el router principal como se presenta en la Figura 4.15, donde se identifica como la salida hacia la red mediante la IP asignada por el proveedor.

Figura 4. 15 Identificación del router principal mediante IP de salida  
Tomado de: Software de monitoreo

En los equipos instalados en cada uno de los clientes como en los AP principales tiene configurado el agente SNMP y, en la Figura 4.16 se identifica la comunidad mediante el nombre asignado por el técnico de configuración y la versión en la que se a trabajar.

Figura 4. 16 Asignación de versión y comunidad SNMP  
Tomado de: Software de monitoreo

Automáticamente se identifica el router principal con los valores asignados, de esta manera se verifica el rendimiento y el funcionamiento del equipo como se indica en la Figura 4.17.

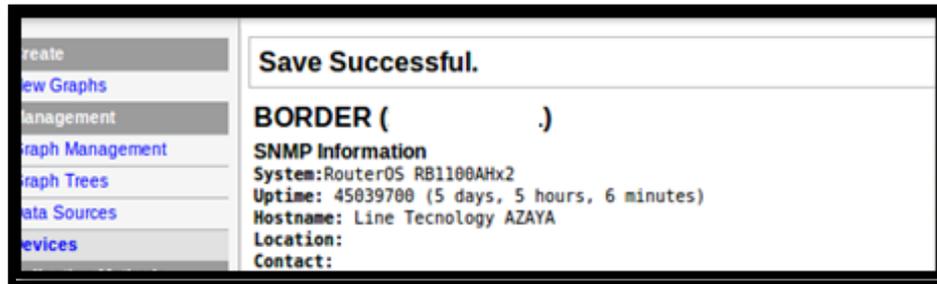


Figura 4.17 Características mediante SNMP  
Tomado de: Software de monitoreo

Se identifica en determinado tiempo los promedios de carga que se van efectuando dentro del Router, los usuarios que se conectan y el procesos de consumo dentro de la red como se indica en la Figura 4.18.

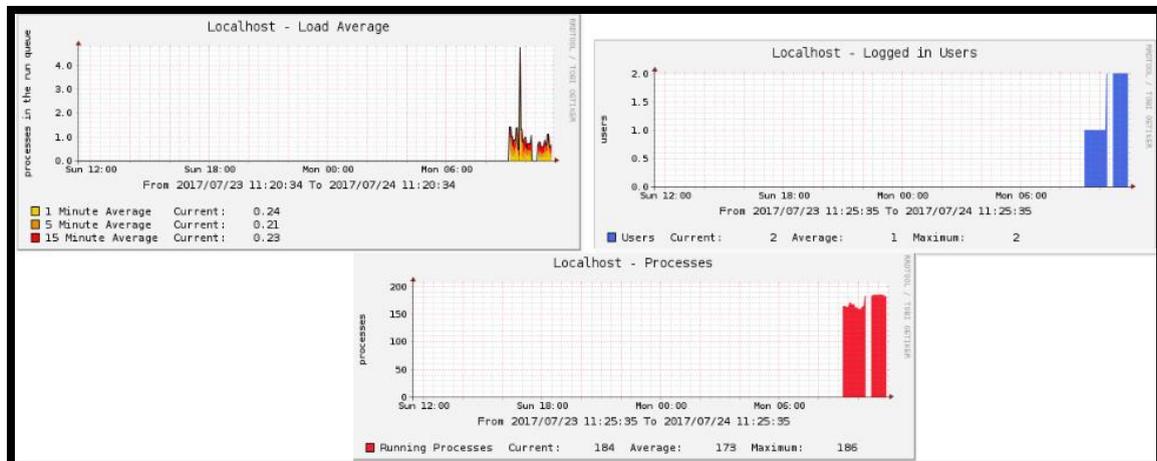


Figura 4.18 Consumo de cargas y descarga por los clientes  
Tomado de: Software de monitoreo

#### 4.4. Distribución del recurso

Mediante el cálculo realizado en la Tabla 3.8 del Capítulo III, para poder tener una buena distribución del recurso hay que considerar el consumo que va a realizar cada cliente por tal motivo el recurso es asignado como se presenta en la Figura 4.19, se asigna

el mayor porcentaje a las descargas a comparación de las cargas, en comparación de la utilización del servicio se visualiza mayor contenido de envío de archivos, de esta manera se trata de mantener un porcentaje de megas disponibles en momentos de incremento de clientes y saturación del servicio.

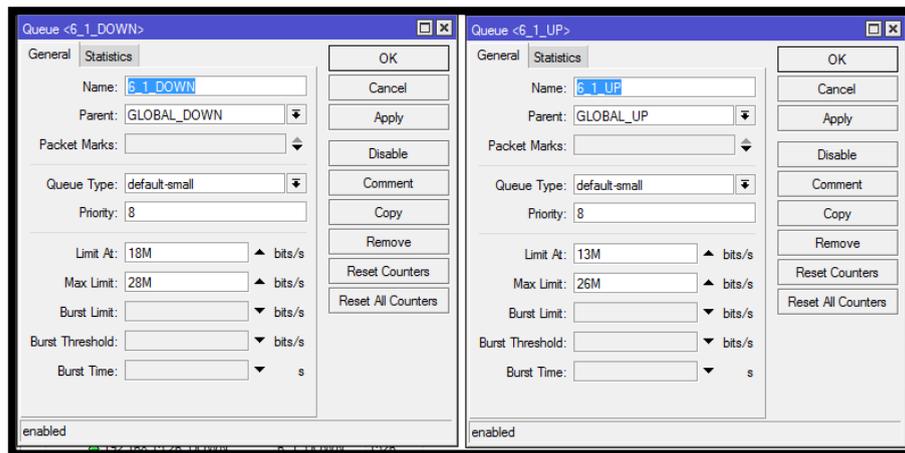


Figura 4. 19 Distribución del recurso para carga y descarga global  
Tomado de: Software de monitoreo

#### 4.5. Configuración del ancho de banda para clientes

Haciendo referencia con la Tabla 3.7 del Capítulo III, los clientes deben estar limitados de acuerdo al plan que han contratado, se requiere considerar los porcentajes de error para cada uno, donde se limita AB como se muestra en la Figura 4.20, controlando el recurso que cada usuario pueda utilizarlo sin inconveniente.

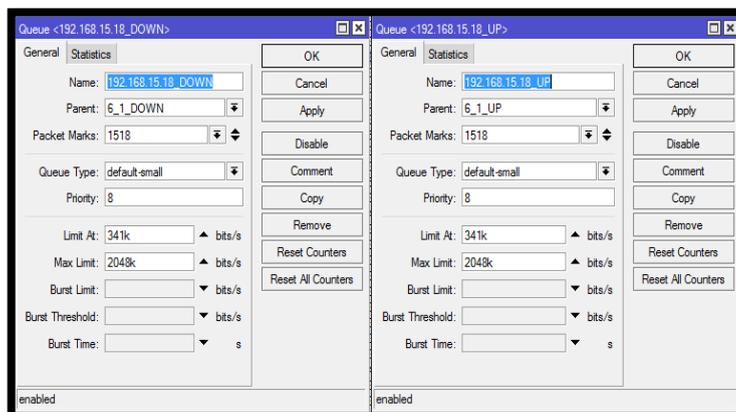


Figura 4. 20 Distribución del recurso para carga y descarga de clientes  
Tomado de: Software de monitoreo

Los usuarios se mantendrán limitados y se podrá verificar su consumo, no habrá inconvenientes para utilizar el recurso de manera estable como indica la Figura 4.21.

Name	Parent	Packet Limit	Limit At (b...)	Max Limit	Avg R...	Queued Bytes	Bytes	Packets
GLOBAL_DOWN	BR_CLIENTES			28.8 M		0 B	7437.3	2094.6
1_1_DOWN	GLOBAL_DOWN				0 bps	0 B	84.9 GB	72 561
192.168.45.201_DOWN	1_1_DOWN	45201	1539k	1539k	0 bps	0 B	84.9 GB	72 561
192.168.45.202_DOWN	1_1_DOWN	45202	1539k	1539k	0 bps	0 B	0 B	0
4_1_DOWN	GLOBAL_DOWN			1259k	5120k	0 bps	0 B	0
192.168.45.104_DOWN	4_1_DOWN	45104	1024k	4096k	0 bps	0 B	0 B	0
6_1_DOWN	GLOBAL_DOWN			35M	40M	28.8 M	0 B	7352.4
192.168.15.100_DOWN	6_1_DOWN	15100	341k	2048k	0 bps	0 B	0 B	0
192.168.15.15_DOWN	6_1_DOWN	1515	341k	2048k	0 bps	0 B	0 B	0
192.168.15.16_DOWN	6_1_DOWN	1516	341k	2048k	0 bps	0 B	0 B	0
192.168.15.17_DOWN	6_1_DOWN	1517	427k	2560k	0 bps	0 B	17.9 GB	16 925
192.168.15.18_DOWN	6_1_DOWN	1518	341k	2048k	15.4 kb	0 B	161.4	139.75
192.168.15.19_DOWN	6_1_DOWN	1519	468k	2560k	0 bps	0 B	23.5 GB	20 126
192.168.15.20_DOWN	6_1_DOWN	1520	341k	2048k	0 bps	0 B	41.1 GB	40 352
192.168.15.21_DOWN	6_1_DOWN	1521	427k	2560k	1511.3	38.6 KB	89.2 GB	77 340
192.168.15.22_DOWN	6_1_DOWN	1522	341k	2048k	0 bps	0 B	6.8 GB	6 429.8
192.168.15.23_DOWN	6_1_DOWN	1523	512k	3072k	368 bps	0 B	45.7 GB	38 670
192.168.15.24_DOWN	6_1_DOWN	1524	341k	2048k	0 bps	0 B	0 B	0
192.168.15.25_DOWN	6_1_DOWN	1525	341k	2048k	0 bps	0 B	24.7 MB	291 787
192.168.15.26_DOWN	6_1_DOWN	1526	597k	3584k	0 bps	0 B	14.3 GB	11 645
192.168.15.27_DOWN	6_1_DOWN	1527	341k	2048k	0 bps	0 B	25.4 GB	24 662
192.168.15.28_DOWN	6_1_DOWN	1528	428k	2560k	0 bps	0 B	22.4 GB	19 649
192.168.15.29_DOWN	6_1_DOWN	1529	341k	2048k	0 bps	0 B	18.0 GB	15 526
192.168.15.30_DOWN	6_1_DOWN	1530	341k	2048k	41.4 kb	0 B	80.5 GB	72 348
192.168.15.31_DOWN	6_1_DOWN	1531	341k	2048k	75.1 kb	0 B	62.7 GB	60 865
192.168.15.32_DOWN	6_1_DOWN	1532	341k	2048k	128 bps	0 B	58.6 GB	52 441
192.168.15.33_DOWN	6_1_DOWN	1533	428k	2560k	0 bps	0 B	104.7	88 613
192.168.15.34_DOWN	6_1_DOWN	1534	341k	2048k	368 bps	0 B	238.3	2 758.6
192.168.15.35_DOWN	6_1_DOWN	1535	341k	2048k	0 bps	0 B	28.8 GB	25 741
192.168.15.36_DOWN	6_1_DOWN	1536	341k	2048k	1632 bps	0 B	16.2 GB	14 557
192.168.15.37_DOWN	6_1_DOWN	1537	341k	2048k	14.3 kb	0 B	55.6 GB	49 117
192.168.15.38_DOWN	6_1_DOWN	1538	428k	2560k	128 bps	0 B	123.6	102.84
192.168.15.39_DOWN	6_1_DOWN	1539	341k	2048k	0 bps	0 B	11.9 GB	10 971
192.168.15.40_DOWN	6_1_DOWN	1540	341k	2048k	0 bps	0 B	3978.4	3 495.3
192.168.15.41_DOWN	6_1_DOWN	1541	341k	2048k	5.7 kbps	0 B	56.1 GB	50 767
192.168.15.42_DOWN	6_1_DOWN	1542	341k	2048k	368 bps	0 B	93.5 GB	85 118

Figura 4. 21 Árbol de clientes del plan residencial  
Tomado de: Software de monitoreo

#### 4.6. Tráfico de consumo del servicio

Mediante el software SNMPT Traffic, servirá como ayuda para llevar el control del consumo de manera general como indica la Figura 4.22, de esta manera permite verificar los tiempos en que existe saturación de servicio y realizar un análisis del recurso que actualmente se distribuye a los clientes, mientras la saturación exista es recomendable aumentar la contratación del servicio al proveedor principal, para mantener un servicio estable.

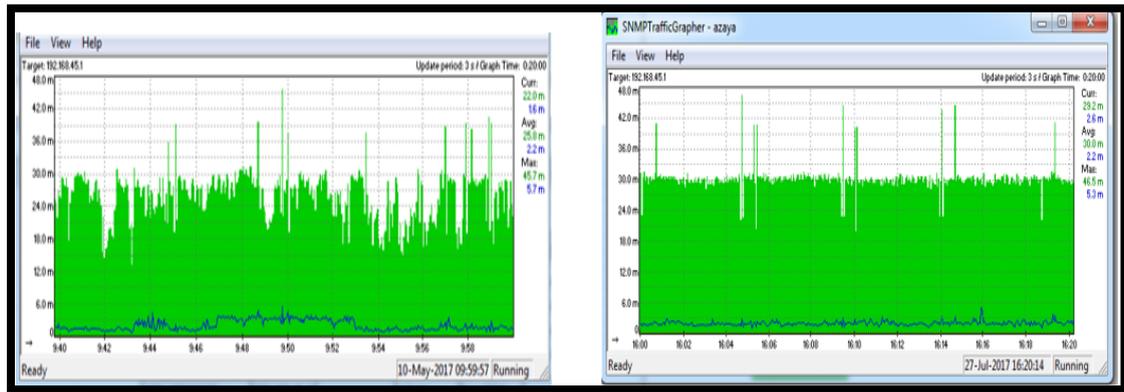


Figura 4. 22 Tráfico promedio de consumo  
Tomado de: Software de monitoreo

#### 4.7. Configuración de Seguridad

Para mantener la seguridad se ha creado VLAN estas permiten mantener la seguridad dentro de la red, y una limitación de acceso hacia los equipos principales, debe existir una red asignada para la administración y otra para los usuarios.

En cada interface del router principal se crean las VLAN requeridas en la red, para posteriormente crear un modo BRIDGE entre cada una las interfaces de salida como se indica en la Figura 4.23, el proceso de configuración.

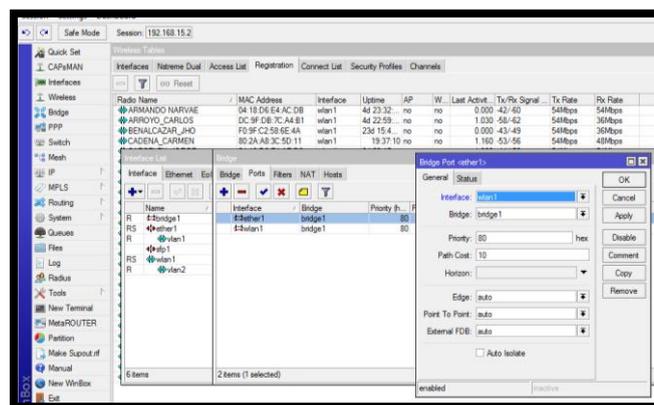


Figura 4. 23 Creación de VLAN y modo Bridge en el router  
Tomado de: Software de monitoreo

Al crear las redes dentro del router en cada AP principal dentro de la opción network mediante un modo avanzado se crea las VLAN en modo Bridge como se muestra en la Figura 4.24, donde se identifica la red de administración y la red de clientes.

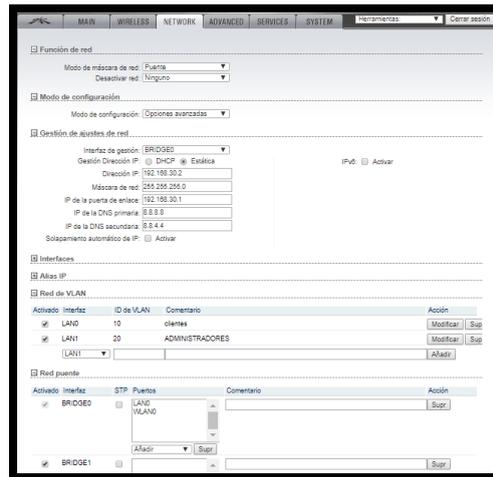


Figura 4. 24 Creación de VLAN y modo Bridge en el AP  
Tomado de: Software de monitoreo

Al momento del enlace desde el cliente hacia el cualquiera de los AP asignados únicamente tendrá acceso a la red de servicio pero no tendrá visualización del enlace inalámbrico como se muestra en la Figura 4.25, un cliente enlazado dentro de una red plana puede visualizar el enlace.

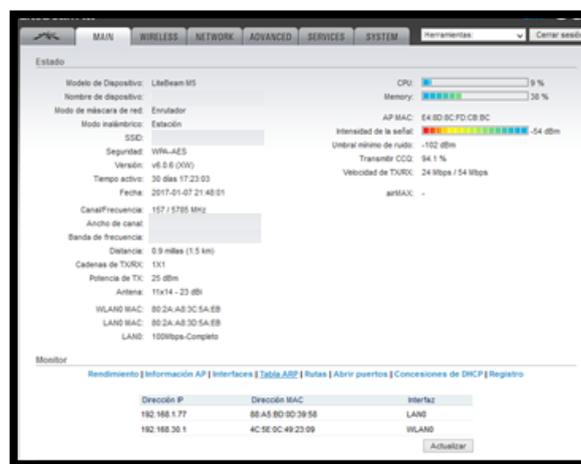


Figura 4. 25 Configuración en una red plana  
Tomado de: Software de monitoreo

A diferencia de un equipo configuración con la creación de las redes virtuales como se indica en la Figura 4.26, el cual no podrá identificar su enlace hacia el AP únicamente su red interna.



Figura 4. 26 Configuración en una red virtual  
Tomado de: Software de monitoreo

#### 4.8. Seguridad mediante Protocolo TCP/IP

De acuerdo con el diseño de protocolo TCP/IP las configuraciones permite mantener la seguridad de conexión, siendo referente al trabajo entre capa 2 y capa 3, es decir, que dentro de capa 2 se ha trabajado mediante asignación de IP como se indica la Figura 4.27, mientras se encuentre asignado una IP que se encuentre dentro del rango de configuración esta podrá tener el servicio de internet, tomando en consideración que al momento que el equipo del usuario se enlaza con el AP principal va a tener consumo por envío de broadcast los valores serán mínimos.

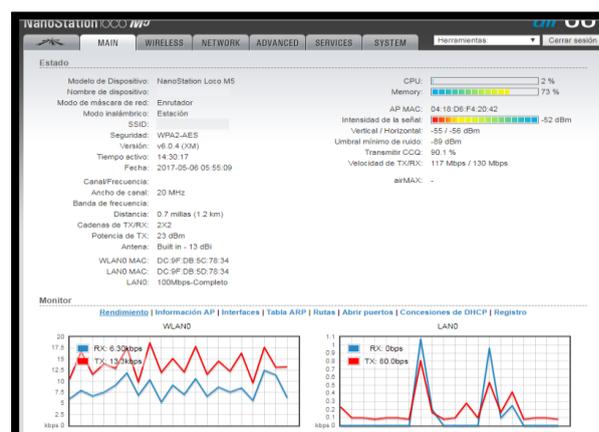


Figura 4. 27 Configuración del equipo mediante IP  
Tomado de: Software de monitoreo

## 4.9. Seguridad mediante Protocolo PPOE

Dentro de capa 3 existe el protocolo PPOE, el cual permite configurar un equipo mediante un usuario que al momento del enlace al AP principal adicionalmente aparecerá un gráfico de conexión llamado tunnel como indica la Figura 4.28, este permite la conexión mediante un tunnel virtual el cual evita en envió de broadcast de esta manera se tendrá un ahorro de consumo del recurso principal.

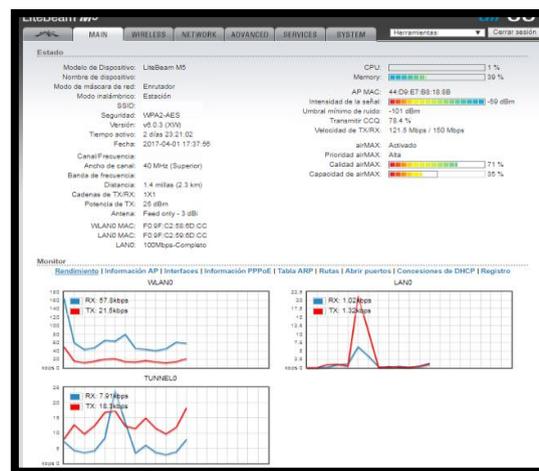


Figura 4. 28 Configuración del equipo mediante PPPOE  
Tomado de: Software de monitoreo

## 4.10. Solución con los equipos requeridos

De acuerdo con los cambios realizados como se ha detallado en el Capítulo III y los equipos requeridos detallados desde la Tabla 3.3 a la Tabla 3.4, se indica una comparación demostrando las soluciones que se ha logrado obtener con los equipos solicitados como se detalla en la Tabla 24, donde se puede visualizar los cambios logrados.

Tabla 4. 1  
Comparación con los equipos existentes y los equipos requeridos

<b>EQUIPO</b>	<b>EXISTENTES</b>	<b>REQUERIDOS</b>	<b>SOLUCION</b>
<b>ROUTER</b>	Mikrotik Routerboard RB750GR3	MIKROTIK / RB1100	El equipo existente trabaja de manera estable hasta unos 50 clientes pero con problemas en momentos de saturación. Mientras exista el crecimiento de clientes el equipo requerido soportara hasta un mínimo de 500 clientes
<b>SWITCH</b>	SWITCH TP LINK	SWITCH POE	El swtich TpLink tendrá no soportara el consumo masivo de megas por lo que llegara un momento en que se inhiba y necesitara estar reiniciando constantemente. El Switch requerido puede trabajar en saturación y también permitirá ahorrar espacio ya que puede sustituir a los POE de las antenas.
<b>UPS</b>	Tripp Lite, Modelo: SMART1000RMX L2U		Los equipos instalados para proteger a los equipos se encuentran en buen estado, pero al momento de incrementar equipos es necesario utilizar otro tipo de UPS
<b>PCS</b>	Clon, Core i7		El equipo se encuentra en buen estado por lo que no se hizo un requerimiento alguno
<b>ANTENA SECTORIAL</b>	UBIQUITTI / ROCKET M5, UBIQUITTI / AIRMAX MIMO	MIKROTIK MANT 15S /	Para AP principales se recomienda trabajar con equipos Mikrotik ya que estos tienen menor inconveniente con las interferencias
<b>ANTENA CLIENTES</b>	NANOSTATION LOCO M5	LITEBEAM M5 MIKROTIK LGH5 AIRGRID M5	Para los usuarios se solicitaron diferentes equipos para trabajar de acuerdo a las distancias, ruido existente en el ambiente, inconvenientes de interferencia de otros equipos cercanos.

Fuente: Datasheet de los equipos detallados en los Anexos2

## 4.11. Evaluación financiera

Dentro de este análisis se trata de poder determinar de qué manera se podrá mantener estable el funcionamiento de la empresa, para ello se plantean los recursos económicos a invertirse; verificando costos y analizando algunos indicadores que se utilizan dentro del estudio contable.

### 4.11.1. Determinación de ingresos

Se trata de proyectar el ingreso de dinero anual y analizar en el transcurso de 5 años, con la información de ventas siendo como un presupuesto mensual. De acuerdo con el método de proyección de las cantidades a vender utilizado con un porcentaje de crecimiento del 25% anuales, que se representa en relación al ingreso y egreso de clientes de acuerdo a diferentes situaciones que se presentan. Con un índice de inflación del 1,12% anual de acuerdo a lo señalado a los datos obtenidos por el Banco Central del Ecuador.

Dichos valores presentados en la Tabla 4.2, variaran de acuerdo a la estabilidad económica que se presenta en el país ya que los cambios de inflación afectaran directamente a la economía de los usuarios.

Tabla 4. 2  
Proyección de crecimiento de clientes por año

<b>AÑOS</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>PLAN BASICO DE 2 MBPS</b>	84	105	131	164	205	
<b>PLAN BASICO DE 2,5 MBPS</b>	40	50	63	78	98	
<b>PLAN HOME DE 3,5 MBPS</b>	12	15	19	23	29	
<b>PLAN HOME DE 4,5 MBPS</b>	1	2	3	5	8	
<b>PLAN CYBER DE 4 MBPS</b>	0	1	2	3	3	
<b>PLAN CORPORATIVO DE 3 MBPS</b>	1	1	2	3	3	
<b>INSTALACIONES</b>	120	120	120	120	120	
<b>Total demanda</b>		<b>138</b>	<b>174</b>	<b>220</b>	<b>276</b>	<b>346</b>

Mediante el crecimiento de los clientes se logra mantener un ingreso anual del servicio que ayudara a buscar la estabilidad del funcionamiento de la empresa; además, el precio que se estableció fue de acuerdo al estudio de mercado obtenido en la investigación de este proyecto como se plantea en la Tabla 4.3.

Tabla 4. 3  
Ingreso anual de acuerdo al crecimiento de clientes

<b>AÑOS</b>	<b>PREC IO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>PLAN BASICO DE 2 MBPS</b>	<b>15,00</b>	15.120,00	19.111,68	23.889,60	29.862,00	37.327,50
<b>PLAN BASICO DE 2,5 MBPS</b>	<b>20,00</b>	9.600,00	12.134,40	15.168,00	18.960,00	23.700,00
<b>PLAN HOME DE 3,5 MBPS</b>	<b>25,10</b>	3.614,40	4.568,60	5.710,75	7.138,44	8.923,05
<b>PLAN HOME DE 4,5 MBPS</b>	<b>29,80</b>	357,60	723,21	1.084,82	1.808,03	2.892,84
<b>PLAN CYBER DE 4 MBPS</b>	<b>53,80</b>	0,00	652,83	1.305,66	1.632,08	1.958,49
<b>PLAN CORPORATIVO DE 3 MBPS</b>	<b>100,00</b>	1.200,00	1.516,80	2.426,88	3.033,60	3.640,32
<b>INSTALACIONES</b>	<b>65,00</b>	7.800,00	7.887,36	7.887,36	7.887,36	7.887,36
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>37.692,00</b>	<b>46.594,88</b>	<b>57.473,07</b>	<b>70.321,50</b>	<b>86.329,56</b>

#### 4.11.2. Determinación de egresos

Serán los gastos a realizarse para poder brindar el servicio. Los métodos y parámetros de proyección son los mismos utilizados para proyectar los ingresos, tomando en consideración la depreciación de los activos como se muestra en el Anexo 9.

##### 4.11.2.1. Materiales e insumos

Se estima dotar del servicio de internet a un estimado de 150 clientes, los insumos y materiales utilizados para el primer año de producción están detallados en la Tabla 4.4, destacando que las herramientas se consideran como una inversión.

Tabla 4. 4  
Detalle de materiales y herramientas a utilizarse en las instalaciones

<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>Cantidad</b>	<b>V. Unitario</b>	<b>V. Total</b>
	<b>DE</b>			
	<b>MEDIDA</b>			
<b>ESCALERAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>3</b>	<b>60,00</b>	<b>180,00</b>
<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>1</b>	<b>250,00</b>	<b>250,00</b>
<b>CONECTORES R J45</b>	<b>FUNDA</b>	<b>1</b>	<b>15,00</b>	<b>15,00</b>
<b>AMARRAS 20 cm</b>	<b>FUNDA</b>	<b>1</b>	<b>1,50</b>	<b>1,50</b>
<b>GRAPAS</b>	<b>FUNDA</b>	<b>1</b>	<b>3,50</b>	<b>3,50</b>
<b>PLASTICAS</b>				
<b>TACOS FISHER</b>	<b>FUNDA</b>	<b>1</b>	<b>1,50</b>	<b>1,50</b>
<b>TIRAFONDOS</b>	<b>FUNDA</b>	<b>1</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>
<b>CABLE</b>	<b>CAJA</b>	<b>1</b>	<b>58,70</b>	<b>58,70</b>
<b>CLAVOS DE ACERO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>8</b>	<b>2,00</b>	<b>16,00</b>
<b>BASE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>1</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>
<b>EQUIPOS</b>	<b>DE UNIDAD</b>	<b>1</b>	<b>50,00</b>	<b>50,00</b>
<b>SEGURIDAD</b>				
	<b>TOTAL</b>	<b>MATERIALES</b>		<b>590,20</b>

#### 4.11.2.2. Mano de obra directa

Para la operación inicial de la empresa es necesario contar con el siguiente personal quienes percibirán las remuneraciones de acuerdo a su trabajo y responsabilidad.

El parámetro de crecimiento de las remuneraciones está determinado por una media del crecimiento de los salarios de los últimos siete años cuyo crecimiento promedio es del 6,07%; siendo este valor el resultado de las variaciones anuales y posteriormente se obtuvo el promedio de crecimiento total como se muestra en la Tabla 4.5.

Tabla 4. 5  
Crecimiento de salarios mínimos

	<b>AÑO</b>	<b>SUELDO</b>	<b>CRECIM</b>
<b>1</b>	2011	264	
<b>2</b>	2012	292	10,61%
<b>3</b>	2013	318	8,90%
<b>4</b>	2014	340	6,92%
<b>5</b>	2015	354	4,12%
<b>6</b>	2016	366	3,39%
<b>7</b>	2017	375	2,46%
	<b>CRECIM</b>	<b>6,01%</b>	<b>6,07%</b>

Considerando este crecimiento se ha tomado en la Tabla 4.6, el pago por servicios prestados es decir los pagos mediante facturas, el cual permite la reducción de gastos tomando en cuenta que la empresa no se encuentra en la posibilidad de pagar todos los beneficios de ley que se consideran en el rol de pagos a empleados.

Tabla 4. 6  
Gastos operacionales y mano de obra

<b>AÑOS</b>		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>SUELDOS</b>	<b>Y</b>	9.540,00	10.118,68	10.732,46	11.383,47	12.073,97	
<b>SALARIOS</b>							
<b>PAGO PROVEEDORES</b>		7.257,60	10.080,00	12.499,20	15.724,80	18.950,40	
<b>ARRIENDOS</b>		7.440,00	7.523,33	7.607,59	7.692,79	7.778,95	
<b>SERVICIOS BÁSICOS</b>		1.335,00	1.349,95	1.365,07	1.380,36	1.395,82	
<b>MATERIA PRIMA E</b>		4.245,00	4.292,54	4.340,62	4.389,24	4.438,39	
<b>INS.</b>							
<b>MOV. Y MANTE</b>		3.600,00	3.640,32	3.681,09	3.722,32	3.764,01	
<b>VEHICULO</b>							
<b>TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN</b>		<b>33.417,60</b>	<b>37.004,82</b>	<b>40.226,03</b>	<b>44.292,98</b>	<b>48.401,55</b>	

#### 4.12. Estados financieros

Los estados proyectados son aquellos que se preparan al cierre de cada período, con el ánimo principal de evaluar el pro y los contras de arrancar con la inversión al

momento de invertir en la presente investigación. Para esto se realizar varios análisis que nos ayudan a tener una idea más clara sobre el arranque de un negocio.

#### **4.12.1. Estado de situación inicial**

Es el documento contable que informa la situación financiera inicial de la empresa que se detalla que se detalla claramente en el Anexo 10, presentando en forma clara el valor de sus propiedades y derechos, obligaciones y capital, valuados y elaborados de acuerdo con los Principios de Contabilidad Generalmente Aceptados.

#### **4.12.2.Estado de resultados**

El estado de resultados proyectado es un documento complementario, donde se informa detallada y ordenadamente como se obtendrá la utilidad o pérdida del ejercicio contable de los cinco años siguientes como indica la Tabla 4.7.

Tabla 4. 7

Estado de resultados en 5 años

<b>BALANCE DE RESULTADOS PROYECTADO</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>AÑO1</b>	<b>AÑO2</b>	<b>AÑO3</b>	<b>AÑO4</b>	<b>AÑO5</b>
<b>INGRESOS PROYECTADOS</b>	<b>37.692,00</b>	<b>46.594,88</b>	<b>57.473,07</b>	<b>70.321,50</b>	<b>86.329,56</b>
<b>VENTAS</b>	37.692,00	46.594,88	57.473,07	70.321,50	86.329,56
<b>OTROS INGRESOS</b>					
<b>(-) COSTOS OPERATIVOS PROYECTADOS</b>	<b>40.036,02</b>	<b>43.123,24</b>	<b>47.656,65</b>	<b>51.723,60</b>	<b>57.144,37</b>
<b>MATERIA PRIMA E INSUMOS</b>	7.440,00	7.523,33	7.607,59	7.692,79	7.778,95
<b>SUELDOS Y SALARIOS</b>	9.540,00	10.118,68	10.732,46	11.383,47	12.073,97
<b>PAGO PROVEEDORES</b>	7.257,60	10.080,00	12.499,20	15.724,80	18.950,40
<b>ARRIENDOS</b>	1.335,00	1.349,95	1.365,07	1.380,36	1.395,82
<b>SERVICIOS BASICOS</b>	4.245,00	4.292,54	4.340,62	4.389,24	4.438,39
<b>MOVILI Y MANTE VEHICULO</b>	3.600,00	3.640,32	3.681,09	3.722,32	3.764,01
<b>GASTO DIFERIDO</b>	500,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>DEPRECIACION</b>	6.118,42	6.118,42	7.430,62	7.430,62	8.742,82
<b>(=)UTILIDAD ANTES DE OBLIGACIONES</b>	<b>-2.344,02</b>	<b>3.471,64</b>	<b>9.816,42</b>	<b>18.597,90</b>	<b>29.185,19</b>
<b>(-) 15% TRABAJADORES</b>	0,00	520,75	1.472,46	2.789,69	4.377,78
<b>(=)UTILIDAD ANTES DEL IMP. RENTA</b>	<b>-2.344,02</b>	<b>2.950,89</b>	<b>8.343,95</b>	<b>15.808,22</b>	<b>24.807,41</b>
<b>(-)22% IMPUESTO A LA RENTA</b>	0,00	649,20	1.835,67	3.477,81	5.457,63
<b>(=)UTILIDAD NETA PROYECTADA</b>	<b>-2.344,02</b>	<b>2.301,70</b>	<b>6.508,28</b>	<b>12.330,41</b>	<b>19.349,78</b>

### 4.13. Cálculo del valor actual neto (VAN)

El Valor Actual Neto es un criterio financiero que consiste en determinar el valor actual de los flujos de caja que se esperan en el transcurso de la inversión, tanto de los flujos positivos como de las salidas de capital (incluida la inversión inicial), donde éstas se representan con signo negativo, como se indica en la Ecu. 4.1 mediante su descuento a una tasa de capital adecuado al valor temporal del dinero y al riesgo de la inversión. Según este criterio, se recomienda realizar aquellas inversiones cuyo valor actual neto sea positivo, de acuerdo al análisis realizado el proyecto arroja un VAN de \$13.605,49 se indica el cálculo en la Tabla 4.8; que nos muestra que el proyecto es viable.

Para poder tomar un criterio de decisión es indispensable tener las siguientes normas claras:

VAN = 0, el proyecto no tendrá utilidad ni perdida, tan solo se recuperará la inversión

VAN > 0, el proyecto se acepta

VAN < 0, el proyecto se rechaza

$$VAN = (\text{inversion inicial}) + \sum FCN \quad (\text{Ecu. 4. 1 Cálculo de VAN})$$

Tabla 4. 8  
Valor actual neto

<b>VAN</b>		
<b>AÑOS</b>	<b>FCN</b>	<b>FCA</b>
-	- 6.080,80	- 36.080,80
<b>1</b>	4.274,40	3.921,47
<b>2</b>	8.416,40	7.083,92
<b>3</b>	7.374,19	5.694,23
<b>4</b>	19.757,32	13.996,58
<b>5</b>	29.316,09	9.053,45
		<b>13.668,84</b>

#### 4.14. Cálculo de la tasa interna de retorno (TIR)

Devuelve la tasa interna de retorno de los flujos de caja representados por los números del argumento valores, los flujos de caja deben ocurrir en intervalos regulares y la tasa interna de retorno equivale a la tasa de interés producida por un proyecto de inversión como se muestra con la Ecu. 4.2 con pagos (valores negativos) e ingresos (valores positivos) que ocurren en períodos regulares.

La tasa interna de retorno que se presenta en la Tabla 4.9, es de 18,9% que es el porcentaje de interés al que recuperaremos el valor total de la inversión, se deduce que el costo de la inversión es de 9% y la rentabilidad de la inversión es 18,9%, en donde se demuestra que se gana 9,9%.

Los cálculos determinados se asumen de acuerdo con los siguientes criterios

TIR=TMAR el proyecto no representa ningún beneficios o pérdida

TIR>TMAR el proyecto es rentable

TIR>TMAR el proyecto representa una perdida

$$TIR = i_1 + \left[ \frac{VP*(i_2+i_1)}{VP+|VN|} \right] \text{ (Ecu. 4. 2 Cálculo del TIR)}$$

Tabla 4. 9  
Tasa interna de retorno

		<b>TIR</b>		
<b>AÑOS</b>	<b>FLUJOS NETOS DE CAJA</b>	<b>FLUJOS DE CAJA ACTUAL(13,36%)</b>	<b>FLUJOS DE CAJA ACTUAL (18%)</b>	
-	- 36.080,80	- 36.080,80	- 36.080,80	
<b>1</b>	4.274,40	3.921,47	3.591,93	
<b>2</b>	8.416,40	7.083,92	5.943,37	
<b>3</b>	7.374,19	5.694,23	4.375,96	
<b>4</b>	19.757,32	13.996,58	9.852,36	
<b>5</b>	29.316,09	19.053,45	12.284,89	
		<b>13.668,84</b>	- <b>32,29</b>	

#### 4.15. Razón beneficio costo B/C

Este parámetro nos permitirá juzgar como retornan los ingresos en función de los egresos con los valores establecidos en la Ecu. 4.3 y como se indica en la Tabla 4.10.

De acuerdo con las siguientes comparaciones:

Si  $B/C = 1$  la inversión no genera ni beneficio ni pérdida, por lo tanto el inversión en el proyecto es indiferente

Si  $B/C > 1$  los ingresos son mayores a los egresos, el proyecto genera utilidad

Si  $B/C < 1$ , el proyecto no es aconsejable pues los egresos son mayores a los ingreso

$$TRCB = \frac{\sum \frac{INGRESOS}{(1+i)^n}}{INVERSION INICIAL} \quad (\text{Ecu. 4. 3 Cálculo de Costo/Beneficio})$$

Tabla 4. 10  
Relación costo beneficio

<b>COSTO BENEFICIO</b>			
<b>AÑO</b>	<b>INGRESOS</b>	<b>INGRESOS DEFLACTADOS</b>	<b>INVERSION INICIAL</b>
<b>0</b>			36.080,80
<b>1</b>	4.274,40	3.921,47	
<b>2</b>	8.416,40	7.083,92	
<b>3</b>	7.374,19	5.694,23	
<b>4</b>	19.757,32	13.996,58	
<b>5</b>	29.316,09	19.053,45	
	<b>TOTAL</b>	<b>49.749,64</b>	<b>1,38</b>

Esto nos quiere decir que por cada dólar de gasto, se genera \$ 1,38 de ingresos, esto quiere decir que se tiene una ganancia de \$0,38.

#### 4.16. Período de recuperación de la inversión

De acuerdo a la inversión realizada el periodo de recuperación de la inversión se iniciara entre el año 2 y 3 como indica la Tabla 4.11, en lo que inicia el ingreso de un valor a favor que permite ver las utilidades dentro de la empresa

Tabla 4. 11  
Recuperación de la inversión

<b><u>VALOR REAL</u></b>			
<b>AÑO</b>	<b>FCN</b>	<b>DEFLACTOR</b>	<b>VALOR DEFLACTADO</b>
<b>1</b>	4.274,40	1,01	4.227,06
<b>2</b>	8.416,40	1,02	8.231,00
<b>3</b>	7.374,19	1,03	7.131,87
<b>4</b>	19.757,32	1,05	18.896,43
<b>5</b>	29.316,09	1,06	27.728,14
<b>RECUPERACION</b>		12.458,05	
<b>AÑO 2</b>			
<b>RECUPERACION</b>		19.589,92	
<b>AÑO 3</b>			
<b>RECUPERACION</b>		38.486,35	
<b>AÑO 4</b>			
<b>RECUPERACION</b>		66.214,49	
<b>AÑO 5</b>			

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

La ventaja del estándar 802.11 y sus actualizaciones permite que los nuevos equipos vienen con la compatibilidad para trabajar con estándares anteriores, de esta manera en los enlaces no existen inconvenientes lo cual ha permitido dar solución entre equipos adquiridos de las diferentes marcas; así la empresa puede mantener equipos antiguos en funcionamiento ampliando su tiempo de vida pero considerando que deben ser dados de baja.

Una vez recopilada la información se verifica el estado actual de la red, se hizo una readecuación y un rediseño del servicio que cumpla con las normas establecidas para las instalaciones eléctricas, como también instalación de los equipos de red manteniendo la seguridad de los mismo; con una nueva configuración de los equipos permitiendo que los clientes puedan acceder a un mejor servicio y disminuir la tasa de reclamos recibidos por inconformidad e inconvenientes.

Mediante la utilización del software Radio Mobile y con la ayuda de Google Earth que permiten analizar y graficar una nueva topología de red, que permite no solo llegar a los lugares inaccesibles por la geografía que se presenta dentro del sector sino también aumentar su cobertura; de esta manera lograr un incremento de clientes no solo del sector de Azaya y Alpachaca sino también de sus alrededores.

Para la configuración del servidor principal siendo un RouterBoard 1100 de la familia de los Mikrotik se crea un árbol de limitación de acuerdo a los planes que se pueden ofertar dentro de la empresa, esto permite que los usuarios tengan un consumo

mínimo y máximo del servicio; este cambio se realizó ya que la configuración anterior no limitaba la utilización del recurso y varios clientes utilizaban mayor ancho de banda y limitaba a los nuevos usuarios.

Con la ayuda del programa THE DUDE permite verificar la conexión de los usuarios mediante un ping y de los nodos principales, se controla los enlaces e identificar algún inconveniente que se presente mediante las alertas que nos emite el software; en cuanto al software CACTI nos permite monitorear el rendimiento del router principal y verificar el consumo promedio del recurso en diferente intervalos de tiempo, como actualmente se encuentra trabajando el SNMTP TRAFFIC que entrega un reporte diario mientras este activo.

En las pruebas de funcionamiento realizadas con los nuevos cambios a toda la infraestructura se ha logrado mejorar el servicio, y la información entregada a los clientes antiguos que no tenían limitación. En cuanto al control de los nodos principales se ha logrado mantener el monitoreo constante y solucionar de manera inmediata.

De acuerdo con el estudio de factibilidad realizado para la implementación y crecimiento de la empresa se planteó para el primer año se requiere mantener una inversión mensual para cubrir las necesidades en la parte técnica y administrativas, de esta manera a partir del segundo año con una inversión inicial se empezará a mantener ingresos positivos empezando y poder obtener utilidades mediante un trabajo constante del departamento técnico para cumplir con las mejoras del servicio.

## **5.2. Recomendaciones**

Mediante el trabajo en grupo se debe aceptar las ideas presentadas por más simples que estas sean, ya que permitirá solucionar los problemas de conexión y estas

pueden servir de manera momentánea, para que los clientes no se encuentren privatizados del servicios durante el tiempo que se requiera para encontrar la solución para los inconvenientes presentados dentro.

Dentro del departamento técnico para solucionar los inconvenientes del servicio se requiere trabajar en horas que los usuarios no utilicen el servicio, esto permitirá evitar la inconformidad de los clientes, así en caso de averías que se ocasionen durante los cambios se podrá ir solucionando sin contratiempos y dentro del tiempo establecido.

Al momento de realizar el proyecto de emprendimiento hay que considerar la inversión que requiere para poder cumplir las metas planteadas, tomando en cuenta el periodo de recuperación de la misma que depende del crecimiento que se vaya realizando mensualmente y las propuestas diarias que se vayan generando; dentro de los ISP requiere una constante inversión y compra de materiales, por lo tanto, la recuperación varía de acuerdo al capital invertido.

En la adquisición de equipos se toma en cuenta la facilidad para adquirir y el tiempo que tarda el envío, tomando en cuenta la compatibilidad entre las marcas y costos es recomendable hacer un análisis de proveedores y las facilidades de pago; en cuanto a Carriers las propuestas que presentan varían de acuerdo al contrato la última milla sea esta de manera inalámbrica o cableada, manteniendo un proveedor adicional como sistema de Backup.

Los software de monitoreo permiten tener un control de consumo del servicio y el monitoreo a cada cliente como a los enlaces, de esta manera es recomendable que el software que se utilice permita tener un control de toda la red; no es necesario tener demasiados programas ya que estos de igual manera empezaran a consumir el recurso de acuerdo al incremento de clientes, existen en la actualidad varias empresas que ofrecen

un software que no solo permite controlar a los clientes sino también de manera conjunta trabajar con la parte administrativa disminuyendo el trabajo del departamento técnico como la administración general.

Para la creación de planes se debe trabajar en propuestas que atraigan la atención de clientes, tomar en consideración que actualmente la mayoría de usuarios con las nuevas aplicaciones logran saturar el consumo de sus planes contratados, la fórmula planteada para la cantidad de clientes con su compartición megas que se contraten se considerará un consumo promedio entre los usuarios que se encuentran conectados la mayoría del tiempo.

Durante el trabajo realizado dentro de la empresa se ha logrado mantener un crecimiento considerable de acuerdo a las ideas de unidad que se han presentado, las alianzas entre empresas o sectores afines al trabajo permite generar un crecimiento conjunto, para ello es considerable un análisis de para un trabajo conjunto que permite generar un crecimiento en menor tiempo y con menos inversión.

## GLOSARIO

**AB.-** Ancho de Banda.

**AP.-** Punto de acceso para la conexión inalámbrica sea punto a punto o punto multipunto.

**ARCOTEL.-** Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.

**BACKUP.-** sistema que permite mantener respaldo sea eléctricos, enlaces o de la misma manera respaldos de información dentro de la empresa.

**BRIDGE.-** Interconexión de redes que operan en capa 2 del modelo OSI.

**CARRIER.-** Portador de servicios.

**CDMA.-** (Code Division Multiple Access) Multiplexación por división de código, acceso múltiple por división de código.

**CONATEL.-** Consejo Nacional De Telecomunicaciones.

**COMMITTED INFORMATION RATE (CIR).-** Tasa de información comprimida.

**COMMITTED RATE MEASUREMENT INTERVAL (Tc).-** intervalo de medición de frecuencia comprimida.

**EXCESS BURST RATE (Be).-** tasa de descarga en exceso.

**FDMA.-** (Frequency Division Multiple Access) acceso múltiple por división de frecuencia permite la Multiplexación en múltiples protocolos de comunicaciones.

**COMMITTED BURST RATE (Bc).-**tasa de descarga comprimida.

**GSM.-** (Global System for Mobile Communications) sistema global para las comunicaciones móviles.

**HOTSPOT.-** punto de acceso donde se encuentra la mayor demanda de tráfico de internet.

**ISP.-** (Internet Service Provider) Proveedor de servicio de internet.

**MAN.-** (Metropolitan Area Network) Redes de área Metropolitana.

**MIMO.-** (Multiple-input Multiple-output) se refiere a como son manejadas las ondas de transmisión y recepción en antenas para dispositivos inalámbricos como enrutadores

**MU-MIMO.-** (Multiuser Multiple Input/Multiple Output) Múltiples usuarios para múltiples entradas y múltiples salidas, permite comunicarse con múltiples dispositivos de forma simultánea. Esto reduce el tiempo de espera de los dispositivos conectados para recibir la señal inalámbrica.

**PLCP.-** (Physical Layer Convergence Procedure) Procedimiento de convergencia de la capa física define como se realiza un formato de celda en una secuencia de datos.

**PMD.-** (Physical Medium Dependent) Medio físico dependiente, ayuda a definir la capa física de los protocolos de red.

**PPP.-** (Point to Point Protocol) se encuentra en el nivel de enlace de datos y permite enrutar dos redes sin necesidad de equipos o dispositivos.

**PPPOE.-** (Point to Point Protocol Over Ethernet) es un protocolo de red para encapsulamiento PPP sobre capa 3.

**QoS.-** (Quality of Service) calidad de servicio.

**RX.-** Receptor.

**Rx.-** Recepción.

**SENATEL.-** Secretaria Nacional De Telecomunicaciones.

**SISO.-** (single-output single-input) es un sistema de radio donde ni el transmisor ni el receptor tiene antena múltiple.

**SIETEL.-** Sistema de información y estadísticas de los servicios de telecomunicaciones.

**SNMTP.-** (Simple Network Management Protocol), siendo un protocolo simple para la administración de la red dentro de la capa aplicación.

**SUPERTEL.-** Superintendencia De Telecomunicaciones.

**SSID.-** nombre de la del AP principal para conexión de los clientes.

**TCP/IP.-** (Transmisión Control Protocol /internet Protocol) Protocolo de Control de Transmisión y Protocolo de Internet.

**TDMA.-** (Time Division Multiple Access) El acceso múltiple por división de tiempo.

**TX.-** Transmisor.

**Tx.-** Transmisión.

**VLAN.-** (Virtual Local Area Network) Red de Area local virtual son redes independientes dentro de una red física.

**WAN.-** (Wide Area Network) redes de área amplia.

**WIMBOX.-** software de monitoreo de Mikrotik.

**WISP.-** (Wireless Internet service provider) Proveedor de servicio de internet inalámbrico.

**WLAN.-** (Wireless local area network) siendo una red de área local inalámbrica.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Libros**

Banco Mundial. (2014). The Little Data Book on Information and Communication Technology 2014. España: Reprint. Obtenido de web proforum tutorial: <http://www.iec.org>

Carlos, C. G., & Mauricio, M. P. (2016). Instalación y configuración de los nodos a una red de área local. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A.

Diane Teare, B. V. (2015). CCNP Routing and Switching Foundation Learning Guide Library: (ROUTE 300-101, SWITCH 300-115, TSHOOT 300-135). Canada: Cisco Press, 2015.

Evelio, M., & Arturo, S. (2012). Fundamentos de Telecomunicaciones y Redes. Mexico, Imbabura, Ecuador: CreateSpace Independent Publishing Platform.

Moya Hidobro, J. M. (2014). Telecomunicaciones. Tecnologías, Redes y Servicios. 2ª edición actualizada. Mexico: Grupo Editorial RA-MA.

Royo Joaquin. (20 de Junio de 2016). Comparativa e implementación de sistemas de monitoreo en red. España.

### **Tesis**

Anguís Horno, J. J. (Marzo de 2012). Redes de área local inalámbricas: diseño de la wlan de wheelers lane technology college. Sevilla.

Escudero Pascal, A. (Octubre de 2013). Modelo de cobertura para redes inalámbricas.

Ferrando, M., & Alejandro, V. (s-f). Espectro Radioelectrico, Antenas Universidad Politecnica de Valencia. Valencia.

- Flores Espinoza, A. C. (2015). Regularización de los enlaces de radio y reglamentación del uso de la red inalámbrica de la universidad técnica del norte, mediante el cumplimiento de la ley especial de telecomunicaciones y el uso de software de monitoreo. Ibarra, Imbabura, Ecuador.
- Ipiates Miriam. (Mayo de 2015). Administración de la red inalámbrica del gobierno autónomo descentralizado de san miguel de ibarra a través de la plataforma mikrotik basada en el modelo de gestión fcaps de la iso.”. Administración de la red inalámbrica del gobierno autónomo descentralizado de san miguel de ibarra a través de la plataforma mikrotik basada en el modelo de gestión fcaps de la iso.”. Ibarra, Imbabura, Ecuador.
- Leija Hernández, G., López Bonilla, L. J., & Iturri Hinojosa, A. L. (Octubre de 2014). Metodología para el cálculo adecuado de las alturas de antenas en un radioenlace de microondas en Línea de Vista. D.F, Zacatenco, Mexico.
- Medina Yunga, V. S. (2014). Estudio de factibilidad y diseño de una red isp inalámbrica para brindar el servicio de valor agregado a la ciudad de palora. Estudio de factibilidad y diseño de una red isp inalámbrica para brindar el servicio de valor agregado a la ciudad de palora. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Herrera, R. E., Díaz, R. A., & Calafate, C. T. (s-f). Desarrollando Estándar IEEE802.11n un paso en WLAN; Universidad Autónoma de Baja California, Instituto Tecnológico de Mexicali, UNiversidad Politécnica de Valencia. México.
- Meden Peralta, J. A. (s-f). IEEE 802.11, Redes Inalambricas, Wfi; Universidad Católica "Nuestra Señora de Asunción". Asunción.

Orbe Ordoñez, M. A. (Octubre de 2017). Propuesta metodológica de analítica de datos para estudio y análisis de tráfico en redes de telecomunicaciones. Quito, Pichincha, Ecuador

Paztuña Espinoza, V. M. (1 de Octubre de 2014). Rediseño de la red de comunicaciones del ISP Paradyne S.a: dentro del Distrito Metropolitano de Quito y el Valle de los Chillos. Quito, Pichincha, Ecuador.

Pachar, F. (s-f). Creación de un ISP inalámbrico (WIPS). Cuenca, Azuay, Ecuador.

Vela Remache, P. A. (Abril de 2015). Estudio y diseño de un radio enlace para la transmisión de datos, e internet en frecuencia libre de la cooperativa indígena "alfa y omega" utilizando equipos airmax de ubiquiti. Quito, Pichincha, Ecuador.

Yunquera Torres, J. J. (s.f.). Diseño de una red Wi-fi para la E.I.S.

### **Enlaces web**

Diaz, R., Pacheco, A., & Castillo, L. (7 de MARZO de 2013). Topologia de infracestructura de redes inalámbricas SlideShare. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/dcesmas/topologas-de-infraestructura-de-redes-inalmbricas>

MIKROTIK, N. (2017). Obtenido de <https://www.mikrotik.com/products/>

MIMOSA, N. (2017). PRODUCTOS . Obtenido de <http://mimosa.co/products/>

TELEGRAFO, D. E. (02 de 03 de 2015). [www.eltelegrafo.com.ec](http://www.eltelegrafo.com.ec). Obtenido de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/se-integro-la-agencia-de-regulacion-y-control-de-las-telecomunicaciones-arcotel>

UBIQUITI, N. (2017). PRODUCT UBIQUITI. Obtenido de <https://www.ubnt.com/products/>

Vargas Luz. (11 de Junio de 2015). Zona de Fresnel en Comunicaciones Inalambricas. Obtenido de <http://telecomunicaciones-levt.blogspot.com/2015/06/para-un-enlace-de-punto-punto-modoad.html>

Yaagobli Mohemmed El. (Octubre de 2012). Obtenido de Acceso a Internet vía WiFi-WiMax:  
  
[http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/15906/pfc\\_mohammed\\_el-yaagoubi\\_2012.pdf?sequence=1](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/15906/pfc_mohammed_el-yaagoubi_2012.pdf?sequence=1)

### **Entes reguladores**

ARCOTEL. (2016). Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/la-arcotel/>

Arcotel. (2016). Numeral 3 del art. 35 de la Resolución 04-03-ARCOTEL.

ARCOTEL. (S-f). Espectro Radioeléctrico. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/espectro-radioelectrico-2/>

ASAMBLEA\_NACIONAL. (12 de Febrero de 2015). Ley Organica de Telecomunicaciones. Quito, Pichincha, Ecuador.

Conatel, C. N. (20 de Julio de 2012). REGLAMENTO ABONADOS SERVICIOS TELECOMUNICACIONES Y VALOR AGREGADO. Quito, Pichincha, Ecuador.

CONATEL-SENATEL, (. (2012). Plan Nacional de Frecuencias. Obtenido de [http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/plan\\_nacional\\_frecuencias\\_2012.pdf](http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/plan_nacional_frecuencias_2012.pdf)



## ANEXOS

### Anexo 1.- Datasheet de Equipos comparados para la adquisición de equipos

Figura. 1 Equipo Mimosa

#### Performance

- Max Throughput: 750+ Mbps
- Low Latency: Configurable to 5ms+
- Wireless Protocols: Auto-TDD/TDMA

#### Radio

- MIMO & Modulation: 2x2:2 MIMO OFDM up to 256 QAM
- Bandwidth<sup>†</sup>: 20/40/80 MHz channels tunable to 5 MHz increments
- Frequency Range: 4900-6000 MHz restricted by country of operation (\*new\* US/FCC 5600-5650 support)
- Max Output Power: 23 dBm
- Sensitivity ( MCS 0 ):
  - -87 dBm @ 80 MHz
  - -90 dBm @ 40 MHz
  - -93 dBm @ 20 MHz

#### Antenna

- Gain: 20 dBi
- Beamwidth ( 3dB ): 14° (azimuth and elevation)
- Cross-Polar Isolation: >20 dB
- Polarization: Dual 45° slant polarization

#### Power

- Max Power Consumption: 15W
- System Power Method: Passive POE
- PoE Power Supply: Passive POE compliant, 48-56 V Power over Ethernet supply

#### Physical

- Dimensions:
  - Width: 153.31 mm (6.04")
  - Diameter: 260.33 mm (10.25")
- Weight: 0.72 Kg (1lbs 9oz)
- Enclosure Characteristics: Outdoor UV stabilized plastic
- Wind Survivability: 200 km/h (125 mph)
- Wind Loading: 39 kg @ 160 km/h (86 lbs @ 100 mph)

- Mounting: Single pole strap feed point integrated into plastic back plate with integrated curvature for contact with mounting poles. Azimuth and Elevation adjustability only provided via J-mount elevation adjustment and hose clamp loosened rotation on the pole.

#### Environmental

- Outdoor Ingress Protection Rating: IP55
- Operating Temperature: -40°C to +55°C (-40°F to 131°F)
- Operating Humidity: 5 to 100% condensing
- Operating Altitude: 4420 m (14500') maximum
- Shock & Vibration: ETS 300-019-2-4 class 4M5

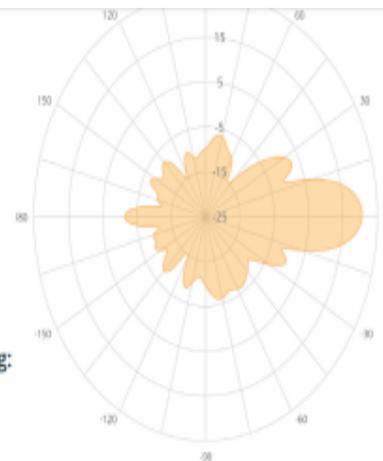
#### Features

- Gigabit Ethernet: 10/100/1000-BASE-T
- Management Services: Mimosa cloud monitoring and management SNMPv2 & Syslog legacy monitoring HTTPS HTML 5 based Web UI
- Smart Spectrum Management: Active scan monitors/logs ongoing RF interference across channels (no service impact) Dynamic auto-optimization of channel and bandwidth use
- Security: WPA2 + Mimosa 802.1x Client
- QoS: Supports 4 pre-configured QoS levels

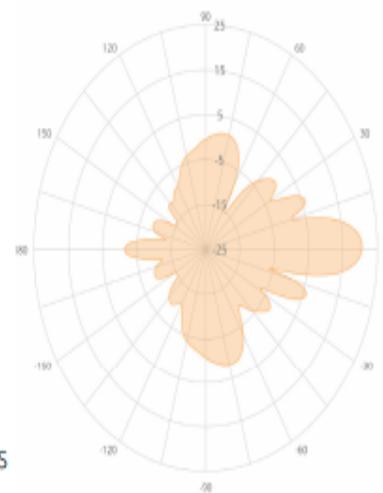
#### Regulatory + Compliance

- Approvals: FCC Part 15.407 and Part 90Y, IC RS210, CE, ETSI 301 893/302 502
- RoHS Compliance: Yes
- Safety: UL/EC/EN/ 60950-1 + CSA-22.2

<sup>†</sup> 4.9 GHz uses 20 MHz channel widths only (US only, restrictions vary by region)



B5-Lite Azimuth Polar Plot



B5-Lite Elevation Polar Plot

Figura. 2 Equipo Mikrotik

MikroTik

Home Buy About Jobs Hardware Software Support Train

## Products

Quick Guide Brochure

### More info

- RouterBoot firmware
- Design files
- Block Diagram
- High-res image: [1]
- Send purchase questions
- RouterOS software manual
- Declaration of conformity (CE)
- Declaration of conformity (FCC)

### Related products

 **CA411-711**  
\$15.00

 **18POW**  
\$9.00

 **24HPOW**  
\$18.00

 **CAOTS**  
\$45.00

## Specifications

#### Details

Product code	RB912UAG-5HPnD
Architecture	MIPS-BE
CPU	AR9342
CPU core count	1
CPU nominal frequency	600 MHz
Dimensions	105x105mm
License level	4
Operating System	RouterOS
Size of RAM	64 MB
Storage size	64 MB
Storage type	NAND
Tested ambient temperature	-40°C .. +70°C tested
Suggested price	\$79.00

## Powering

#### Details

Max Power consumption	12W
Number of DC inputs	2 (PoE-IN, DC jack)
PoE in	Passive PoE
DC jack input Voltage	8-30 V
PoE in input Voltage	8-30 V

## Wireless

#### Details

Wireless 5 GHz number of chains	2
Wireless 5 GHz standards	802.11a/n
Wireless 5 GHz chip model	AR9342

## Ethernet

#### Details

10/100/1000 Ethernet ports	1
----------------------------	---

## Peripherals

#### Details

Number of SIM slots	1 Modem (Mini SIM)
MiniPCI-e slots	1
Number of USB ports	1
USB Power Reset	Yes
USB slot type	USB type A

Figura. 3 Equipo Ubiquiti

## Specifications (UAP-IW)

UniFi AP In-Wall	
Dimensions	114.6 x 70.6 x 28.5 mm (4.51 x 2.78 x 1.12 in)
Weight	117 g (4.127 oz)
Networking Interface	(3) 10/100 Ethernet Ports
Buttons	Reset
Operating Band	2.4 GHz
Antenna Gain	1 dBi
Wi-Fi Standards	802.11 b/g/n
Power Method	UniFi Switch
PoE Out	48V Pass-Through (Pins 1, 2+; 3, 6-)
Maximum Power Consumption	6W
Maximum TX Power	17 dBm
BSSID	Up to Four Per Radio
Power Save	Supported
Wireless Security	WEP, WPA-PSK, WPA-Enterprise (WPA/WPA2, TKIP/AES)
Certifications	CE, FCC, IC
Mounting	1-Gang Electrical Wall Box (Not Included)
Operating Temperature	-10 to 70° C (14 to 158° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Advanced Traffic Management	
VLAN	802.1Q
Advanced QoS	Per-User Rate Limiting
Guest Traffic Isolation	Supported
WMM	Voice, Video, Best Effort, and Background
Concurrent Clients	100+
Supported Data Rates (Mbps)	
Standard	Data Rates
802.11n	6.5 Mbps to 150 Mbps (MCS0 - MCS7, HT 20/40)
802.11b	1, 2, 5.5, 11 Mbps
802.11g	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps

## Anexo 2.- Datasheet de los equipos instalados en el nodo principal

Figura. 4 Datasheet router RB750GR3

MikroTik
hEX

## Specifications

Product code	RB750Gr3
CPU nominal frequency	880 MHz
CPU core count	2
Size of RAM	256 MB
10/100/1000 Ethernet ports	5
PoE In	Yes
Supported input voltage	8 - 30 V
PCB temperature monitor	Yes
Voltage Monitor	Yes
USB	Yes, type A 2.0
Hardware encryption	Yes
Dude server package support	Yes
Dimensions	113x89x28mm
License level	4
Operating System	RouterOS
CPU	MT7621A
Max Power consumption	5 W
Suggested price	\$59.95

## Included



Figura. 5 Mikrotik Routerboard 1100AHX

<b>RouterBOARD 1100/AH</b>	
<b>CPU</b>	<b>RB1100:</b> MPC8544 800MHz <b>RB1100AH:</b> P2010 1066MHz <b>RB1100AHx2:</b> P2020 1066MHz dual core CPU with IPsec acceleration
<b>Memory</b>	SODIMM slot, no onboard module
<b>Boot loader</b>	RouterBOOT
<b>Data storage</b>	onboard NAND memory chip
<b>Ethernet</b>	Thirteen 10/100/1000 Mbit/s Ethernet ports supporting Auto-MDI/X
<b>MiniPCI slot</b>	-
<b>Expansion</b>	-
<b>CompactFlash slots</b>	One microSD card slot on board, accessible by opening the case
<b>Serial port</b>	One DB9 RS232C asynchronous serial port
<b>LEDs</b>	Power and User LED
<b>Beeper</b>	+
<b>Power at the board</b>	Power jack: 12-24VDC; PoE on Ether13: 12-24VDC
<b>Power at the case</b>	IEC C14 jack: 110-220VDC
<b>Fans</b>	JP1202 and JP1204 - 12V; 0,2A max. JP1201 and JP1203 - 3,3V; 0,3A max.  Only one Fan in each pair will rotate, other will start when first fails. Only one pair can be connected at the same time (two fans).
<b>Dimensions</b>	Board: 135 mm x 291 mm 1U rackmount case: 44 x 176 x 442 mm
<b>Weight</b>	365g board only, 1275g assembled with case
<b>Temperature</b>	Operational: -20°C to +65°C (-4°F to 149°F)
<b>Humidity</b>	Operational: up to 70% relative humidity (non-condensing)
<b>Power consumption</b>	12W min/25W max

Figura. 6 AP Principal - Antenas\_Ubiquiti\_Airmax\_Sectorial 120G

**TECHNICAL SPECIFICATIONS**

<b>Hi-Gain Airmax Sector 2G-90-16</b>		<b>Return Loss</b>	<b>V-Pol Azimuth</b>	<b>V-Pol Elevation</b>	<b>H-Pol Azimuth</b>	<b>H-Pol Elevation</b>
	<b>Antenna and Electrical Characteristics</b>					
	Frequency Range	2.3-2.7GHz				
	Gain	16.0-17.0dBi				
	Polarization	Dual Linear				
	Cross-pol Isolation	28dB				
	Max VSWR	1.5:1				
	Hpol Beamwidth (6dB)	91 deg.				
	Vpol Beamwidth (6dB)	90 deg.				
	Elevation Beamwidth	9 deg.				
	Electrical Down tilt	4 deg.				
	ETSI Specification	EN 302 326 CH2				
Dimensions	700x145x79mm					
Weight	3.9 kg					
Windloading	160 mph					

<b>Hi-Gain Airmax Sector 2G-120-15</b>		<b>Return Loss</b>	<b>V-Pol Azimuth</b>	<b>V-Pol Elevation</b>	<b>H-Pol Azimuth</b>	<b>H-Pol Elevation</b>
	<b>Antenna and Electrical Characteristics</b>					
	Frequency Range	2.3-2.7GHz				
	Gain	15.0-16.0				
	Polarization	Dual Linear				
	Cross-pol Isolation	28dB min.				
	Max VSWR	1.5:1				
	Hpol Beamwidth (6dB)	123 deg.				
	Vpol Beamwidth (6dB)	118 deg.				
	Elevation Beamwidth	9 deg.				
	Electrical Down tilt	4 deg.				
	ETSI Specification	EN 302 326 CH2				
Dimensions	700x145x93 mm					
Weight	4.0 kg					
Windloading	160 mph					

Instantly pair with Rocket M2 to create a powerful AirMax 2x2 MIMO PtMP BaseStation. Mating bracket and weatherproof RF jumpers included.

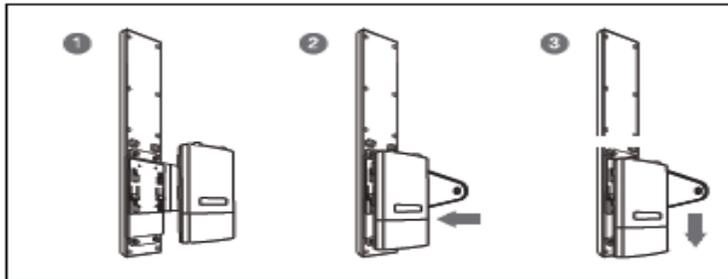


Figura. 7 Rocketm5\_Ds\_Airmax\_Basestation

# UBIQUITI NETWORKS

TECHNICAL SPECS / DATASHEET

## ROCKET M5: 5GHz Hi Power 2x2 MIMO AirMax TDMA BaseStation

1

2

3

**COMPATIBLE ANTENNAS**

- AirMax Sector 5G-17-90
- AirMax Sector 5G-16-120
- AirMax Sector 5G-20-90
- AirMax Sector 5G-19-120
- Rocket Dish 5G-30

SYSTEM INFORMATION			
Processor Specs	Atheros MIPS 240C, 400MHz		
Memory Information	64MB SDRAM, 8MB Flash		
Networking Interface	1 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet Interface		
REGULATORY / COMPLIANCE INFORMATION			
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC R5210, CE		
RoHS Compliance	YES		
OPERATING FREQUENCY 5470MHz-5825MHz			
5GHz TX POWER SPECIFICATIONS			
11a	DataRate	Avg. TX	Tolerance
	6-24Mbps	27 dBm	+/-2dB
	36Mbps	25 dBm	+/-2dB
	48Mbps	23 dBm	+/-2dB
	54Mbps	22 dBm	+/-2dB
5GHz RX SPECIFICATIONS			
11a	DataRate	Sensitivity	Tolerance
	6-24Mbps	-94 dBm min	+/-2dB
	36Mbps	-80 dBm	+/-2dB
	48Mbps	-77 dBm	+/-2dB
	54Mbps	-75 dBm	+/-2dB
5GHz 11n			
5GHz 11n	MCS0	27 dBm	+/-2dB
	MCS1	27 dBm	+/-2dB
	MCS2	27 dBm	+/-2dB
	MCS3	27 dBm	+/-2dB
	MCS4	26 dBm	+/-2dB
	MCS5	24 dBm	+/-2dB
	MCS6	22 dBm	+/-2dB
	MCS7	21 dBm	+/-2dB
	MCS8	27 dBm	+/-2dB
	MCS9	27 dBm	+/-2dB
	MCS10	27 dBm	+/-2dB
	MCS11	27 dBm	+/-2dB
	MCS12	26 dBm	+/-2dB
	MCS13	24 dBm	+/-2dB
	MCS14	22 dBm	+/-2dB
MCS15	21 dBm	+/-2dB	
5GHz 11n			
5GHz 11n	MCS0	-96 dBm	+/-2dB
	MCS1	-95 dBm	+/-2dB
	MCS2	-92 dBm	+/-2dB
	MCS3	-90 dBm	+/-2dB
	MCS4	-86 dBm	+/-2dB
	MCS5	-83 dBm	+/-2dB
	MCS6	-77 dBm	+/-2dB
	MCS7	-74 dBm	+/-2dB
	MCS8	-95 dBm	+/-2dB
	MCS9	-93 dBm	+/-2dB
	MCS10	-90 dBm	+/-2dB
	MCS11	-87 dBm	+/-2dB
	MCS12	-84 dBm	+/-2dB
	MCS13	-79 dBm	+/-2dB
	MCS14	-78 dBm	+/-2dB
MCS15	-75 dBm	+/-2dB	
PHYSICAL / ELECTRICAL / ENVIRONMENTAL			
Enclosure Size	16cm length x 8cm width x 3cm height		
Weight	0.5 kg		
RF Connector	2x RPSMA (Waterproof)		
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic		
Mounting Kit	Pole Mounting Kit Included		
Max Power Consumption	8 Watts		
Power Supply	24V, 1A POE Supply Included		
Power Method	Passive Power over Ethernet (pairs 4,+; 7,B return)		
Operating Temperature	-30C to 75C		
Operating Humidity	5 to 95% Condensing		
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4		
802.11n / Airmax Support Only at this Time. 802.11a support expected with AROS 5.1 Release by end of Year			

Ubiquiti Networks Inc., 91 E. Tasman Dr., San Jose, CA 95134 www.ubnt.com

Figura. 8 Rocketm5\_Ds\_Airmax\_Basestation

# UBIQUITI NETWORKS

TECHNICAL SPECS / DATASHEET

## ROCKET M5: 5GHz Hi Power 2x2 MIMO AirMax TDMA BaseStation





1



2



3





**COMPATIBLE ANTENNAS**

- AirMax Sector 5G-17-90
- AirMax Sector 5G-18-120
- AirMax Sector 5G-20-90
- AirMax Sector 5G-19-120
- Rocket Dish 5G-30

SYSTEM INFORMATION			
Processor Specs	Atheros MIPS 24Kc, 400MHz		
Memory Information	64MB SDRAM, 8MB Flash		
Networking Interface	1 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet Interface		
REGULATORY / COMPLIANCE INFORMATION			
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC R5216, CE		
RoHS Compliance	YES		
OPERATING FREQUENCY 5470MHz-5825MHz			
5GHz TX SPECIFICATIONS			
	DataRate	Avg. TX	Tolerance
11n	6-24Mbps	27 dBm	+/-2dB
	36Mbps	25 dBm	+/-2dB
	48Mbps	23 dBm	+/-2dB
	54Mbps	22 dBm	+/-2dB
5GHz 11n	MCS0	27 dBm	+/-2dB
	MCS1	27 dBm	+/-2dB
	MCS2	27 dBm	+/-2dB
	MCS3	27 dBm	+/-2dB
	MCS4	26 dBm	+/-2dB
	MCS5	24 dBm	+/-2dB
	MCS6	22 dBm	+/-2dB
	MCS7	21 dBm	+/-2dB
	MCS8	27 dBm	+/-2dB
	MCS9	27 dBm	+/-2dB
	MCS10	27 dBm	+/-2dB
	MCS11	27 dBm	+/-2dB
	MCS12	26 dBm	+/-2dB
	MCS13	24 dBm	+/-2dB
	MCS14	22 dBm	+/-2dB
MCS15	21 dBm	+/-2dB	
5GHz RX SPECIFICATIONS			
	DataRate	Sensitivity	Tolerance
11n	6-24Mbps	-94 dBm min	+/-2dB
	36Mbps	-89 dBm	+/-2dB
	48Mbps	-77 dBm	+/-2dB
	54Mbps	-75 dBm	+/-2dB
5GHz 11n	MCS0	-96 dBm	+/-2dB
	MCS1	-95 dBm	+/-2dB
	MCS2	-92 dBm	+/-2dB
	MCS3	-90 dBm	+/-2dB
	MCS4	-86 dBm	+/-2dB
	MCS5	-83 dBm	+/-2dB
	MCS6	-77 dBm	+/-2dB
	MCS7	-74 dBm	+/-2dB
	MCS8	-95 dBm	+/-2dB
	MCS9	-93 dBm	+/-2dB
	MCS10	-90 dBm	+/-2dB
	MCS11	-87 dBm	+/-2dB
	MCS12	-84 dBm	+/-2dB
	MCS13	-79 dBm	+/-2dB
	MCS14	-78 dBm	+/-2dB
MCS15	-75 dBm	+/-2dB	
PHYSICAL / ELECTRICAL / ENVIRONMENTAL			
Enclosure Size	16cm length x 8cm width x 3cm height		
Weight	0.5 kg		
RF Connector	2x RP-SMA (Waterproof)		
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic		
Mounting Kit	Pole Mounting Kit Included		
Max Power Consumption	8 Watts		
Power Supply	24V, 1A POE Supply Included		
Power Method	Passive Power over Ethernet (pairs 4,5+; 7,8 return)		
Operating Temperature	-30C to 75C		
Operating Humidity	5 to 95% Condensing		
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4		
802.11n / Airmax Support Only at this Time. 802.11a support expected with AROS 5.1 Release by end of Year			

Ubiquiti Networks Inc., 91 E. Tasman Dr., San Jose, CA 95134 www.ubnt.com

Anexo 3.- Datasheet de los equipos requeridos para enlaces y clientes

Figura. 9 Para enlace 1 Powerbeam\_DS

PBE-M5-300					
Dimensions	625 x 625 x 200 mm (24.60 x 24.60 x 7.87")				
Weight	1.200 kg (2.645 lb)				
Power Supply	24V, 2.5A PoE				
Max. Power Consumption	60W				
Operating Frequency	Modular	UMAs U-MB-1	UMAs U-MB-2A	UMAs U-MB-2C	UMAs U-MB-3
		0.180 - 0.875 MHz	0.180 - 0.200 MHz*	0.200 - 0.800 MHz*	0.670 - 0.725 MHz*
Gain	21 dBS				
Networking Interface	(1) 10/100 Ethernet Port				
Processor Specs	Atmel® MP3 7100, 180 MHz				
Memory	64 MB DRAM, 8 MB Flash				
LEDs	(1) Power, (1) LAN, (4) WLAN				
Signal Strength LEDs	Software-adjustable to correspond to Custom RSSI Levels				
Max. VSWR	1.5:1				
Channel Size	5MHz/6/7MHz/10 MHz				
Polarization	Dual Linear				
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic				
Mounting	Pole-Mount (30 Included)				
Wind Loading	149.2 N @ 1.20 km/h (33.33 lbf @ 75 mph)				
Wind Survivability	1.20 km/h (75 mph)				
ESD/EMP Protection	Air @ 24 kV, Contact @ 24 kV				
Operating Temperature	-40 to 70°C (-40 to 158°F)				
Operating Humidity	0 to 95% Noncondensing				
Wireless Approvals	FCC, IC, CE				
RoHS Compliance	Yes				
Salt Fog Test	IEC 60529 (ASTM B117), Equivalent MIL-STD-883 G Method 909.5				
Vibration Test	IEC 60529				
Temperature Shock Test	IEC 60529				
UV Test	IEC 60529 at 60°C (140°F), Equivalent IES 300019-1-1				
Wind-Driven Rain Test	IES 300019-1-1, Equivalent MIL-STD-883 G Method 909.5				

PBE-M5-300 Output Power: 26 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
QPSK 3/4	6-24 Mbps	26 dBm	± 2 dB	QPSK 3/4	6-24 Mbps	-95 dBm @ 50%	± 2 dB
	36 Mbps	26 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-95 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	26 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-97 dBm	± 2 dB
	64 Mbps	26 dBm	± 2 dB		64 Mbps	-98 dBm	± 2 dB
QPSK 3/4 Turbo	MC00	26 dBm	± 2 dB	QPSK 3/4 Turbo	MC00	-95 dBm	± 2 dB
	MC01	26 dBm	± 2 dB		MC01	-95 dBm	± 2 dB
	MC02	26 dBm	± 2 dB		MC02	-95 dBm	± 2 dB
	MC03	26 dBm	± 2 dB		MC03	-95 dBm	± 2 dB
	MC04	26 dBm	± 2 dB		MC04	-95 dBm	± 2 dB
	MC05	26 dBm	± 2 dB		MC05	-95 dBm	± 2 dB
	MC06	26 dBm	± 2 dB		MC06	-97 dBm	± 2 dB
	MC07	26 dBm	± 2 dB		MC07	-98 dBm	± 2 dB
	MC08	26 dBm	± 2 dB		MC08	-95 dBm	± 2 dB
	MC09	26 dBm	± 2 dB		MC09	-95 dBm	± 2 dB
	MC10	26 dBm	± 2 dB		MC10	-95 dBm	± 2 dB
	MC11	26 dBm	± 2 dB		MC11	-97 dBm	± 2 dB
	MC12	26 dBm	± 2 dB		MC12	-98 dBm	± 2 dB
	MC13	26 dBm	± 2 dB		MC13	-95 dBm	± 2 dB
	MC14	26 dBm	± 2 dB		MC14	-95 dBm	± 2 dB
	MC15	26 dBm	± 2 dB		MC15	-95 dBm	± 2 dB

Figura. 10 Para enlace 2 Mikrotik QRT



# QRT 5

## High power integrated antenna

The QRT 5 is a rugged outdoor flat panel antenna, with a built in RouterBOARD. The device has a 23dBi antenna and a high power 5GHz wireless transmitter.

Inside is the high power RB911 dual chain wireless device (see separate brochure), with high performance, high output power wireless transmitter. It has a Gigabit Ethernet port, to fully utilise the benefit of 802.11n high speed wireless.

Easy to use and quick to deploy, QRT is ideal for point to point links.

Model	QRT 5 (RB911G-5HPnD-QRT)
Features	1 Ethernet, Gigabit, High power, Dual chain
CPU	Atheros AR9342 600MHz network processor
Memory	64MB DDR onboard memory
Data storage	128MB NAND memory chip
Ethernet	One Gigabit port with Auto-MDIX
Wireless	Built in 5GHz 802.11a/n (AR9342)
Extras	beeper, signal and status LEDs, voltage and temperature sensors
Expansion	-
Power options	PoE: 8-30V DC on Ether1 (Non 802.3af).
Unit dimensions	309x320x50mm
Max consumption	11W at 24V
OS	MikroTik RouterOS, Level4 license (supports wireless CPE/PIF and AP mode)
Included	QRT wireless device, precision mounting bracket, U bolts, pole clamp, screw kit, 24V 0.8A power adapter, Gigabit PoE injector

	TX power / RX sensitivity
TX/RX at MCS0	30dBm / -96dBm
TX/RX at MCS7	24dBm / -78dBm
TX/RX at 6Mbit	30dBm / -96dBm
TX/RX at 54Mbit	27dBm / -80dBm
Frequency range	4900-5920MHz

Figura. 11 AP Principales Mikrotik Mant 15s-19s

Product code	RB921GS-5HPacD-15S	RB921GS-5HPacD-19S (International) RB921GS-5HPacD-19S-US (USA)
CPU	Single core QCA9557 720 MHz	Single core QCA9557 720 MHz
Size of RAM	128 MB DDR2 300Mhz	128 MB DDR2 300Mhz
Data storage	128 MB NAND	128 MB NAND
10/100/1000 Ethernet ports	1	1
SFP cage	1	1
Wireless	Built-in 5 GHz 802.11ac, dual-chain	Built-in 5 GHz 802.11ac, dual-chain
PCB temperature monitor	Yes	Yes
Voltage monitor	Yes	Yes
Power Input	Jack: 8-30 V DC, PoE in: 8-30 V DC	Jack: 8-30 V DC, PoE in: 8-30 V DC
Power consumption	13 W	13 W
LEDs	8	8
Beeper	Yes	Yes
Operating system	MikroTik RouterOS, Level 4 license	MikroTik RouterOS, Level 4 license
Antenna gain	15 dBi	19 dBi
Frequency range	5.17 - 5.825 GHz	5.17 - 5.825 GHz (International) 5.17 - 5.25 GHz and 5.725 - 5.835 GHz (USA)
Polarization	Vertical and horizontal	Vertical and horizontal
3DB Beamwidth - azimuth	120 deg	120 deg
3DB Beamwidth - elevation	10 deg	5 deg
VSWR	1.43 typ, 1.8 max	1.43 typ, 1.8 max
Port to Port Isolation	>40 dB min	>40 dB min
Front-to-Back ratio	>30 dB	>30 dB
Cross Polarization	>30 dB	>30 dB
Weight	Package: 1.35 Kg Unit: 816g	Package: 3.01 Kg Unit: 1,36 Kg
Dimensions	140 x 348 x 82 mm	152 x 598 x 78 mm
Suggested price	\$139	\$199

Figura. 12 Equipos para clientes Litebeam M5

Physical / Electrical / Environmental	
Dimensions	362 x 267 x 184 mm (14.25 x 10.51 x 7.24")
Weight	750 g (24.11 oz)
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)
Wind Loading	176.86 N @ 200 km/h (39.76 lbf @ 125 mph)
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic
Mounting Kit	Pole Mounting Kit (Included)
Max. Power Consumption	4W
Power Supply	24V, 0.2A PoE Adapter (Included)
Power Method	Passive Power over Ethernet (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4
ETSI Specification	EN 302 326 DN2

System Information	
Processor Specs	MIPS 74K
Memory	64 MB
Networking Interface	(1) 10/100 Ethernet Port

Regulatory / Compliance Information	
Wireless Approvals	FCC, IC, CE
RoHS Compliance	Yes

Figura. 13 Equipo para clientes Mikrotik LHG 5

Product code	RBLHG-5nD (International) RBLHG-5nD-US (USA)	
CPU nominal frequency	600 MHz	
Size of RAM	64 MB	
Storage	16 MB Flash	
10/100 Ethernet ports	1	
Wireless	Built-in 5 GHz 802.11ah, dual-chain	
Wireless chip model	AR9344	
Operating frequency	International	5150 - 5875 MHz
	USA	5200 - 5250 MHz 5725 - 5825 MHz
Antenna gain	24.5 +/- 0.5 dBi	
Antenna beam width	7°	
Cross polar	15 dBi	
Port to port isolation	20 dB	
Front to back ratio	25 dB	
Return loss	10 dB	
VSWR	1.0/1.1	
PoE in	Yes	
Supported input voltage	8 V - 30 V (passive PoE)	
Wind Loading	180N @ 305 km/h	
Operating Temperature	-40 to 70° C	
Operating Humidity	5 to 95% noncondensing	
Shock and Vibration	E7S200-019-L4	
ETSI specification	EN 303 326 DN 2	
Dimensions	Ø 201 x 223 mm; package 450 x 450 x 145 mm	
Weight	Unit: 560 g; package: 1.98 kg	
Max Power consumption	6 W	

## Included

24V 0.38A Power  
adapter

PoE injector



2x metal rings



R-LHG kit

## Wireless specifications

BATE	Tx (µdBm)	Rx (µdBm)
5A/5nDn	25	-96
5A/5nDn	20	-80
MCS5	25	-96
MCS7	15	-75

## Anexo 4. Interface gráfica de equipos

Figura. 14 Interface gráfica de equipo Mimos

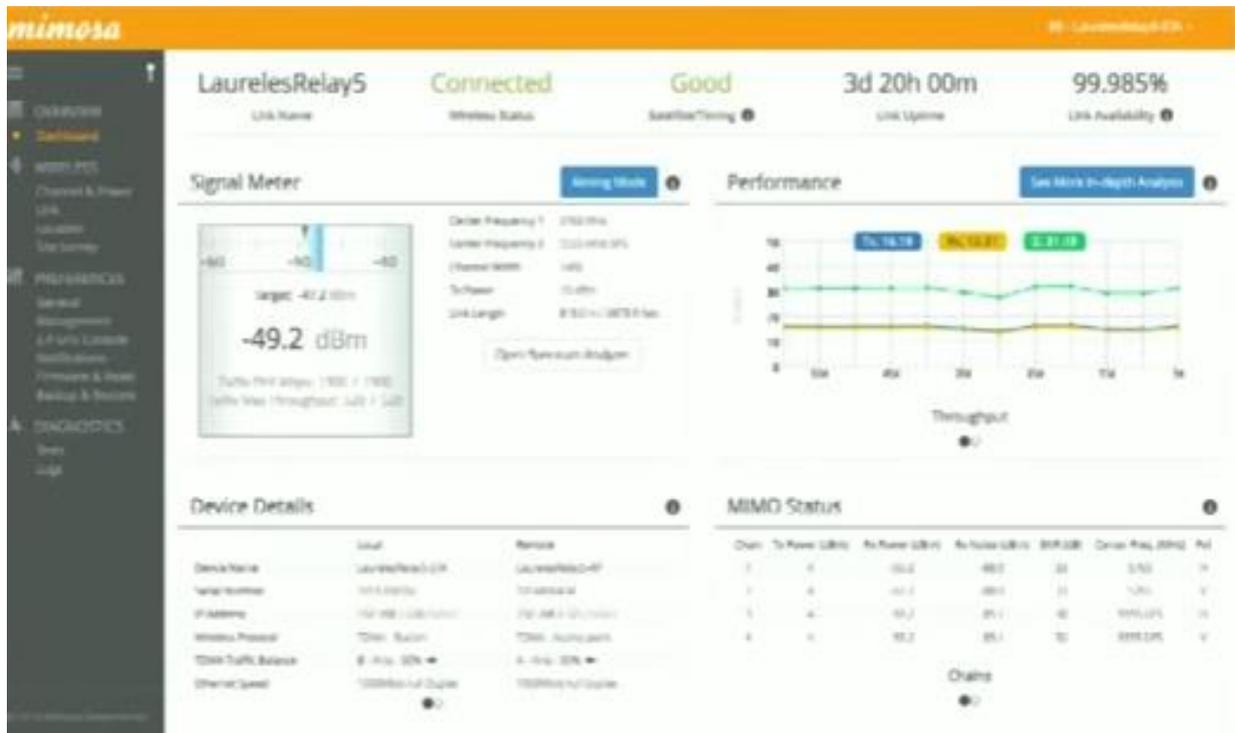


Figura. 15 Interface gráfica de equipo Mikrotik

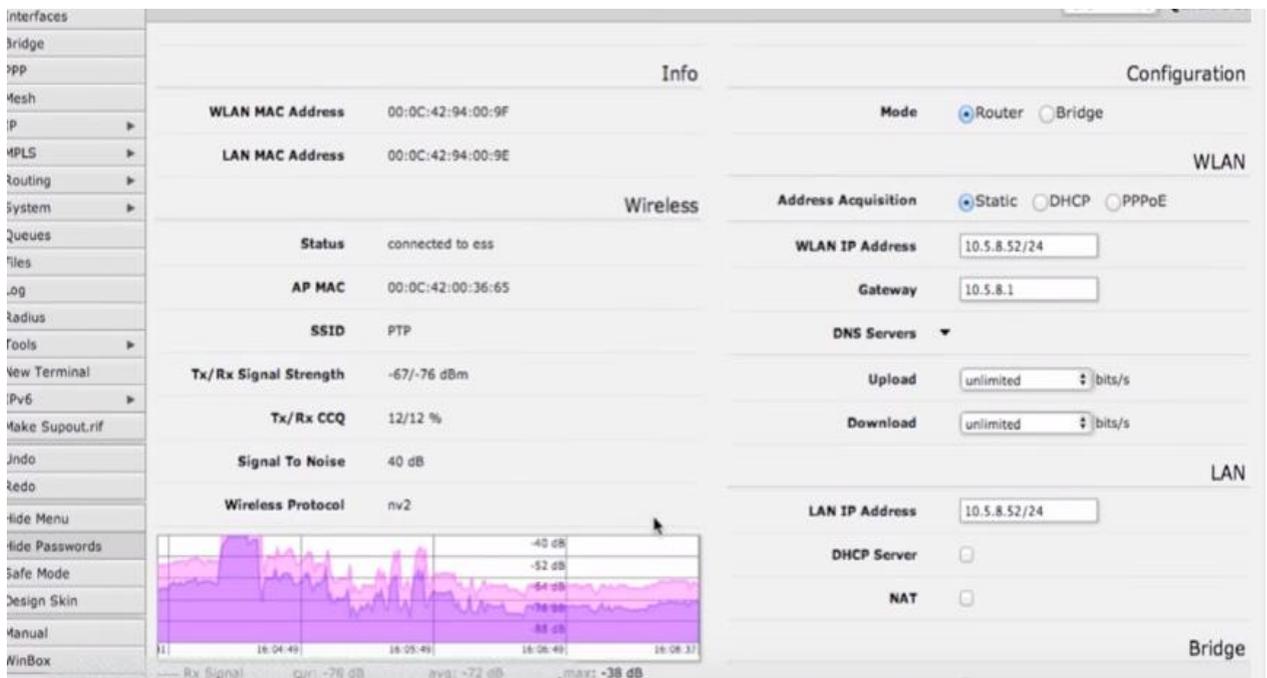
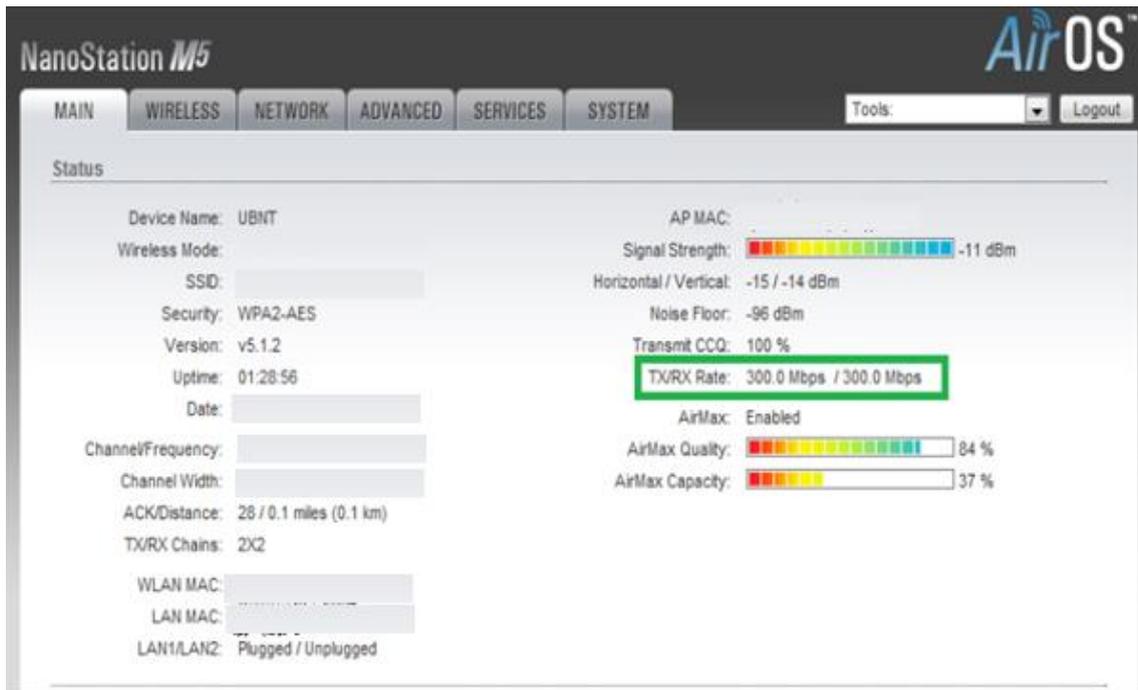


Figura. 16 Interface gráfica de equipo Ubiquiti



## Anexo 5.- Formulario De Registro De Infraestructura

	Secretaría Nacional de Telecomunicaciones	IL-001
	Solicitud de permiso por adjudicación directa	FECHA:
	Información e Identificación del Solicitante	11/08/2015

**I. Datos del Solicitante**

Razón Social / Apellidos y Nombres <b>LINE TECHNOLOGY INTERNET INALAMBRICO ECONOMIC INTERNET S.A.</b>		Persona Jurídica <input checked="" type="checkbox"/>	Numero de Trámite
		Persona Natural <input type="checkbox"/>	Fecha: 11 / 08 / 2015
Cédula de Identidad	Pasaporte	R.U.C. <b>1091740274001</b>	
Domicilio Legal (Urbanización, Calle principal, Número, Intersección 1, Intersección 2, Piso, Oficina.) <b>CALLE Latacunga 10-18 y Santa Isabel, a una cuadra del Parque Principal. Barrio Alpachaca</b>			
Ciudad	Cantón	Parroquia (urbana / Rural)	Provincia
<b>San Miguel de Ibarra</b>	<b>Ibarra</b>	<b>Guayaquil de Alpachaca / urbana</b>	<b>Imbabura</b>
Teléfono (x)	Móvil (x)	Fax	E-mail
<b>062545953</b>	<b>0997339394</b>	<b>062611002</b>	<b>jstalin_vantroy@hotmail.com</b>
Domicilio Actual (Urbanización, Calle principal, Número, Intersección 1, Intersección 2, Piso, Oficina.) <b>CALLE Latacunga 10-18 y Santa Isabel, a una cuadra del Parque Principal. Barrio Alpachaca</b>			
Ciudad	Cantón	Parroquia (urbana / Rural)	Provincia
<b>San Miguel de Ibarra</b>	<b>Ibarra</b>	<b>Guayaquil de Alpachaca / urbana</b>	<b>Imbabura</b>
Teléfono (x)	Móvil (x)	Fax	E-mail
<b>062545953</b>	<b>0997339394</b>	<b>062611002</b>	<b>jstalin_vantroy@hotmail.com</b>

**II. Datos del Representante Legal (si es persona jurídica)**

Apellidos y nombres <b>JIMENEZ CARDENAS STALIN VANTROY</b>	Cédula de Identidad <b>0400987343</b>	Pasaporte
Número de inscripción : <b>1574-10/06/2015/- B9</b> Registrador Mercantil de <b>EL CANTON IBARRA</b>		
Domicilio Actual (Urbanización, Calle principal, Número, Intersección 1, Intersección 2, Piso, Depto, Suite) <b>CALLE Latacunga 10-18 y Santa Isabel, a una cuadra del Parque Principal. Barrio Alpachaca</b>		
Ciudad	Cantón	Parroquia (urbana / Rural)
<b>San Miguel de Ibarra / Ibarra</b>	<b>Ibarra</b>	<b>Guayaquil de Alpachaca / urbana</b>
Teléfono (x)	Móvil (x)	Fax
<b>062545953 / 0997339394</b>	<b>062611002</b>	<b>062611002</b>
E-mail <b>jstalin_vantroy@hotmail.com</b>		
Página WEB		

	Secretaría Nacional de Telecomunicaciones	IL-001
	Solicitud de permiso por adjudicación directa	FECHA:
	Información e Identificación del Solicitante	11/08/2015

**III. Datos de la persona jurídica**

Nombre Comercial <b>LINE TECHNOLOGY</b>	Fecha de Constitución <b>03/06/2015</b>	Resolución de Constitución # <b>2015-100-1001-P002854</b>
Capital Autorizado (USD) <b>5000</b>	Capital Suscrito (USD) <b>3000</b>	Capital Pagado (USD) <b>3000</b>
Vida Jurídica remanente (años) <b>50</b>	Recursos Estables (USD) (Capital pagado + reservas + Dividendo de los ejercicios + otros recursos disponibles en años sucesivos) <b>125440,31</b>	Recursos Inmovilizados (USD) (Inmuebles, vehículos, maquinaria, etc.) <b>53519,88</b>

**V. Lista de entregables que se adjuntan**

Persona Natural o Jurídica (en la que correspondo):

Copia de la cédula de identidad, de ciudadanía o pasaporte de la persona natural;

Copia del Registro Único de Contribuyentes (RUC);

Copia certificada o protocolizada, del nombramiento del representante legal, que se halla vigente, debidamente inscrito en el Registro Mercantil;

Copia de la cédula de identidad, de ciudadanía o pasaporte del Representante Legal.

Certificado de existencia legal de la compañía, capital social, objeto social, plazo de duración y cumplimiento de obligaciones extendido por la Superintendencia de Compañías;

Copia del estatuto social de la compañía;

Informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas, incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas.

**VI. Declaración**

Declaro que los datos y documentos proporcionados a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones dentro del proceso de concesión para prestar los servicios de telecomunicaciones son verdaderos y auténticos, atendiendo a lo que dispone la Ley en el caso de no ser verdadera la información proporcionada.

Se autoriza a ser notificado en el domicilio legal de la empresa, en caso de encontrarse ausente en el domicilio real.

Los datos son reales y verificables, por consiguiente tiene valor de declaración jurada.

Lugar: \_\_\_\_\_

**JIMENEZ CARDENAS STALIN VANTROY**  
NOMBRES Y APELLIDOS

C.I.: 0400987343

Fecha: 11 / 08 / 2015

Horas: \_\_\_\_\_

Firma del solicitante o Representante Legal: \_\_\_\_\_

## Anexo 6.- Permiso De Funcionamiento

002


**Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones**

Expediente No.: CU-1072884  
Acto Administrativo: Registro de Servicios de Acceso a INTERNET

**RESOLUCIÓN ARCOTEL-2016- 0318**

**LA AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE LAS TELECOMUNICACIONES  
ARCOTEL**

**Otorga el Título Habilitante de Registro de Servicios de Acceso a INTERNET, a: LINE TECHNOLOGY INTERNET INALÁMBRICO ECONOMICINTERNET S.A.**

En cumplimiento de la disposición contenida en el artículo 148 No. 3, de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, que faculta a la Dirección Ejecutiva de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones – ARCOTEL, dirigir el procedimiento de sustanciación y resolver sobre el otorgamiento y extinción de los títulos tanto en otorgamiento directo como mediante concurso público, así como suscribir los correspondientes títulos habilitantes, y en consideración a los siguientes antecedentes y fundamentos:

**I ANTECEDENTES DE HECHO**

**Primero.-** El peticionario de la compañía LINE TECHNOLOGY INTERNET INALÁMBRICO ECONOMICINTERNET S.A, mediante comunicación dirigida a la Directora Ejecutiva de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones e ingresado con Documento No.: ARCOTEL-2015-009108, solicita el Registro de Servicios de Acceso a Internet, a efecto de instalar y operar un sistema de telecomunicaciones, adjuntando los requisitos de acuerdo a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones y normativa aplicable.

**Segundo.-** La Ley Orgánica de Telecomunicaciones establece en la Disposición Transitoria Quinta que en aquellos aspectos que no se opongan a la Ley, los reglamentos emitidos por el Ex Consejo Nacional de Telecomunicaciones se mantendrán vigentes, mientras no sean expresamente derogados por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, como es el caso del Reglamento de Prestación de Servicios de Valor Agregado aprobado con Resolución Nro. 071-03-CONATEL-2002 del 20 de febrero del 2002.

**Tercero.-** Con Resolución Nro. ARCOTEL-2015-0188 de 10 de julio de 2015 el Coordinador Técnico de Regulación de la ARCOTEL, de conformidad a la delegación contenida en la Resolución ARCOTEL-2015-0132 de 16 de junio de 2015, emitió las disposiciones para atender las peticiones de títulos habilitantes en proceso de otorgamiento, así como la legalización de los mismos, conforme a las condiciones de los modelos establecidos por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, contenidos en la Resolución Nro. ARCOTEL-2015-0360 de 19 de agosto del 2015.

**Cuarto.-** La Dirección Jurídica de Regulación, pone en conocimiento del señor Coordinador Técnico de Regulación de la ARCOTEL, los informes técnico y legal, elaborados por la Dirección de Regulación de Servicios de las Telecomunicaciones y la Dirección Jurídica de Regulación, respectivamente, en base a los cuales se recomienda que, por cumplir los requisitos y haber realizado el procedimiento previsto en la normativa es procedente otorgar el título habilitante, del peticionario en régimen jurídico actualizado, es decir, a través de un acto administrativo de Registro para la Prestación del Servicio de Acceso a Internet.

**II FUNDAMENTOS DE DERECHO**

**Primero.-** La Ley Orgánica de Telecomunicaciones – LOT, publicada en el Registro Oficial No. 439 de 18 de febrero de 2015, crea a la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones – ARCOTEL, como entidad encargada de la administración, regulación y control de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico, así como de

  
**DIRECCIÓN JURÍDICA**  
**REGISTRO PÚBLICO DE TELECOMUNICACIONES**

Av. Diego de Almagro N31-86 y Albellana, T. (593) 294 7900  
1800 567 567 Casilla 17-07-677

V2\_30dic2015\_P9g: 1 de 14



## Anexo 8.- Cálculo de megas consumo mínimo y máximo

Tabla. 1 Cálculo para consumo mínimo por planes

<b>TIPOS DE PLANES</b>	<b>PLANES</b>	<b>CONSUMO MINIMO (kbps)</b>	<b>MEGA (kpbs)</b>	<b>COMPARTICION</b>	<b>USUARIOS POR MEGA</b>
HOME	BASICO	427	1024	6:1	14
	GENIAL	548	1024	6:1	11
	PREMIUM	768	1024	6:1	8
CYBER	CYBER 1	1028	1024	4:1	6
	CYBER 2	1280	1024	4:1	5

Tabla. 2 Cálculo para consumo mínimo por planes

<b>TIPOS DE PLANES</b>	<b>PLANES</b>	<b>CONSUMO MINIMO (kbps)</b>	<b>MEGA (kpbs)</b>	<b>COMPT.</b>	<b>USUARIO S POR MEGA</b>
HOME	BASICO	2560	1024	6:1	2
	GENIAL	3584	1024	6:1	2
	PREMIUM	4608	1024	6:1	1
CYBER	CYBER 1	4096	1024	4:1	2
	CYBER 2	5120	1024	4:1	1

## Anexo 9.- Depreciación de activos fijos

Tabla. 3 Depreciación total de activos fijos en 5 años

	VALOR INICIAL	AÑOS	A.Dep	DEP. ANUAL	VALOR RESIDUAL
<b>RUBRO</b>					
Vehículo	16000	5	5	3.200,00	0,00
Equipo	480,00	10	5	48,00	240,00
Equipo Informático	14.122,00	5	5	2.824,40	0,00
Mobiliario	350	10	5	35,00	175,00
Gastos de Investigación	500,00	1	5	500,00	
<b>TOTAL</b>	<b>30.952,00</b>			<b>6.607,40</b>	<b>415,00</b>

Tabla. 4 Depreciación de activos por año

DETALLE	1	2	3	4	5
<b>Vehículo</b>	16.000,00	16.000,00	16.000,00	16.000,00	16.000,00
<b>Equipo</b>	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00
<b>Equipo Informático</b>	14.122,00	14.122,00	20.683,00	20.683,00	27.244,00
<b>Mobiliario</b>	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00
<b>Total</b>	<b>30.952,00</b>	<b>30.952,00</b>	<b>37.513,00</b>	<b>37.513,00</b>	<b>44.074,00</b>
Depreciaciones					

Tabla. 5 Flujo de depreciación anual de activos

DETALLE	1	2	3	4	5
<b>Vehículo</b>	3.200,00	3.200,00	3.200,00	3.200,00	3.200,00
<b>Equipo</b>	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
<b>Equipo Informático</b>	2.824,40	2.824,40	4.136,60	4.136,60	5.448,80
<b>Mobiliario</b>	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
Total Depreciaciones	<b>6.107,40</b>	<b>6.107,40</b>	<b>7.419,60</b>	<b>7.419,60</b>	<b>8.731,80</b>

DETALLE	1	2	3	4	5
<b>Gastos de Investigación</b>	500,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gastos de Investigación	<b>500,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

## Anexo 10.- Estado de Situación Actual

BALANCE DE ARRANQUE			
EMPRESA "LINE TECHNOLOGY INTERNET INALAMBRICO ECONOMICINTERNET"			
ACTIVOS		PASIVOS	
ACTIVO CORRIENTE	<b>4.628,80</b>	<b>OBLIGACIONES DE CORTO PLAZO</b>	
ACTIVOS DE LIBRE DISPONIBILIDAD			
<b>Capital de Trabajo</b>	4.628,80	<b>OBLIGACIONES DE LARGO PLAZO</b>	
			-
ACTIVO NO CORRIENTE	<b>31.452,00</b>		
PROPIEDAD DEL PROYECTO			
<b>VEHICULO</b>	16.000,00		
<b>EQUIPOS</b>	480,00	<b>TOTAL PASIVO</b>	
			-
<b>EQUIPOS INFORMATICOS</b>	14.122,00		
<b>MUEBLES Y ENSERES</b>	350,00		
		<b>PATRIMONIO</b>	
			<b>36.080,80</b>
OTROS ACTIVOS		Inversión propia	
			36.080,80
<b>GASTOS DE INVESTIGACION</b>	500,00		
		<b>TOTAL PATRIMONIO</b>	
			<b>36.080,80</b>
TOTAL ACTIVOS	<b>36.080,80</b>	<b>TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO</b>	<b>36.080,80</b>

## Anexos Fotográficos

Dentro de estos anexos se emplean las fotografías de trabajo realizado en la readecuación del nodo principal para mejorar la condición a la que se encontraban expuestos los equipos.



En el trabajo realizado se implementó los nuevos nodos con los que se pudo logro aumentar la cobertura y el crecimiento de clientes deseados.



Los cambios y configuraciones de los equipos se los realizo en horas de la noche para evitar problemas con los clientes actuales y cortes del servicio.



De cada uno de los AP instalados se hizo capturas de ls zonas donde se puede llegar a implementar el servicio dentro de los sectores establecidos en este proyecto.

