





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES**

**TEMA:**

---

**“RED ALTERNATIVA CON TECNOLOGÍA WIMAX PARA EL  
MEJORAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN Y MOVILIDAD DE DATOS EN  
LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO “SALASACA” LTDA.”**

---

Trabajo de Graduación Modalidad: TEMI. Trabajo estructurado de manera independiente, presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

**AUTOR: Juan Carlos López Raza**

**TUTOR: Ing. M.Sc. Geovanni Danilo Brito Moncayo**

**AMBATO – ECUADOR**

**NOVIEMBRE 2012**

## **APROBACION DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación, nombrado por el H. Consejo Superior de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato.

### **CERTIFICO:**

Que el trabajo de investigación “**RED ALTERNATIVA CON TECNOLOGÍA WIMAX PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN Y MOVILIDAD DE DATOS EN LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO “SALASACA” LTDA.**”, presentado por el Sr. Juan Carlos López Raza, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los tramites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art.16 del Capitulo II, del Reglamento de Graduación para Obtener el Titulo Terminal de tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Noviembre 2012

**EL TUTOR**

Ing. M.Sc. Geovanni Danilo Brito Moncayo

## **AUTORIA**

El presente trabajo de investigación titulado: “**RED ALTERNATIVA CON TECNOLOGÍA WIMAX PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN Y MOVILIDAD DE DATOS EN LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO “SALASACA” LTDA.**” Es absolutamente original, autentico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Noviembre 2012

Juan Carlos López Raza

C.I. 1803248663

## **APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA**

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Mario García e Ing. Santiago Álvarez, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado “**RED ALTERNATIVA CON TECNOLOGÍA WIMAX PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN Y MOVILIDAD DE DATOS EN LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO “SALASACA” LTDA.**”, presentado por el señor Juan Carlos López Raza de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de Graduación para obtener el título Terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

**Ing. Oswaldo Eduardo Paredes Ochoa, Msc.**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Ing. Mario Geovanni García Carrillo, M.Sc.**

**DOCENTE CALIFICADOR**

**Ing. Santiago Javier Álvarez Tobar**

**DOCENTE CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mi Dios, por darme la fe y la fuerza para terminar este sueño.

A mis padres Regulo y Carmita por darme la vida y confiar en mi después de tantas caídas, por ser los seres más maravillosos de este mundo.

A mis hermanos Rubio y Blanca que están vivos por que fueron un pilar fundamental en mi vida.

A mi Amada esposa Sandra por brindarme su amor, su comprensión y su paciente espera para concluir con este sueño.

A mi hija Katherine por ser esa estrellita que ilumina cada uno de mis pasos.

A mis cuñados que siempre han estado pendientes de mi educación.

A mis sobrinas por ser un claro ejemplo de que cuando se quiere todo se puede en especial a luchar por la vida. A mi hermano por cuidarme por protegerme desde donde él se encuentre para ti Jonfita (+)

**Juan Carlos López Raza**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi director de Tesis, Ing. Geovanni Brito por compartir sus conocimientos y su apoyo para la realización de este proyecto gracias Ingeniero.

A mis padres y hermanos por su esfuerzo realizado que siempre me apoyaron.

A mis dos amores Sandra y Katherine por la paciencia y la comprensión brindada durante el tiempo que duro mis estudios gracias negras.

A mis cuñados, en especial a Xavier por compartir muchos de sus conocimientos y por su apoyo incondicional brindado durante mis estudios.

A mi querida facultad y a todo el personal que labora en ella .

**Juan Carlos López Raza**

## NDICE DE CONTENIDOS

### CONTENIDO

CARATULA.....	i
APROBACION DEL TUTOR.....	ii
AUTORIA.....	iii
APROBACION DE LA COMISION CALIFICADORA.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
INDICE DE CONTENIDOS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiii
INTRODUCCION.....	xv

<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
El problema de investigación.....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Árbol de problemas.....	2
1.2.3 Análisis crítico.....	3
1.2.4 Prognosis.....	3
1.2.5 Formulación del problema.....	4
1.2.6 Preguntas directrices.....	4
1.2.7 Delimitación del problema.....	4
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos de la investigación.....	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	6



## **CAPITULOII**

Marco teórico.....	7
2.1 Antecedentes investigativos.....	7
2.2 Fundamentación.....	8
2.2.1 Fundamentación Legal.....	8
2.3 Categorías fundamentales.....	9
2.3.1 Redes.....	9
2.3.1.1 Tipos de redes.....	10
2.3.1.2 Topología de redes.....	11
2.3.2 Comunicación inalámbrica.....	14
2.3.2.1 Red inalámbrica.....	15
2.3.2.2 Categorías de las redes inalámbricas.....	15
2.3.2.3 Características de una red inalámbrica.....	17
2.3.2.4 Aplicaciones de las redes inalámbricas.....	19
2.3.3 Red WIMAX.....	19
2.3.3.1Estandares 802.16.....	20
2.3.3.2 Características técnicas de la tecnología Wimax.....	21
2.3.3.3 Esquemas de Modulación.....	22
2.3.3.4 Área de cobertura de WIMAX.....	32
2.3.3.5 Técnicas de duplexacion.....	33
2.3.3.6 Técnicas de acceso al medio.....	35
2.3.3.7 Bandas de frecuencia.....	35
2.3.4 Comunicaciones.....	40
2.3.4.1 Conceptos Básicos.....	40
2.3.4.2 Medios Guiados.....	41
2.3.4.3 Medios no guiados.....	44
2.4 Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda.....	45
2.5 Hipótesis.....	46
2.6 Variables.....	46
2.6.1 Variable independiente.....	46

2.6.2 Variable dependiente.....	46
<b>CAPITULO III</b>	
Metodología.....	47
3.1 Enfoque.....	47
3.2 Modalidad básica de investigación.....	47
3.3 Tipos de investigación.....	48
3.4 Población y Muestra.....	48
3.4.1 Población.....	48
3.4.2 Muestra.....	48
3.5 Técnicas e Instrumentos de investigación.....	48
3.6 Recolección de información.....	48
3.7 Procesamiento de la información.....	49
<b>CAPITULO IV</b>	
Análisis e interpretación de resultados.....	50
4.1 Información obtenida de la entrevista.....	50
4.2 Análisis e Interpretación de resultados.....	52
<b>CAPITULO V</b>	
Conclusiones y Recomendaciones.....	53
5.1 Conclusiones.....	53
5.2 Recomendaciones.....	54
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>55</b>
Propuesta.....	55
6.1 Datos informativos.....	55
TEMA.....	55
6.2 Antecedentes de la propuesta.....	56
6.3 Justificación.....	56
6.4 Objetivos.....	57
6.4.1 Objetivo General.....	57
6.4.2 Objetivos Específicos.....	57

6.5 Análisis de Factibilidad.....	57
6.5.1 Factibilidad Técnica.....	57
6.5.2 Factibilidad Operativa.....	58
6.5.3 Factibilidad Económica.....	58
6.6 Fundamentación Científico - Técnica.....	59
6.6.1 Desarrollo del proyecto.....	59
6.6.2 Introducción.....	59
6.6.3 Estructura de la red.....	60
6.6.4 Ubicación de las radio bases.....	61
6.6.5 Banda de Frecuencia.....	62
6.6.6 Reuso de Frecuencia en escenarios multicelda.....	63
6.6.7 Área de cobertura.....	63
6.7 Selección de los equipos.....	63
6.7.1 Estación base Hipermax.....	67
6.7.2 Estación Base Micromax.....	67
6.7.3 Equipo terminal de usuario (CPE).....	68
6.7.4 Características específicas de los equipos Airspan.....	71
6.7.5 Sistema de Administración de red.....	73
6.7.6 Actualización de WIMAX.....	75
6.8 Diseño del Backbone de la red.....	76
6.8.1 Diagrama Físico de la red.....	77
6.8.2 Enlace Matriz Salasaca Cerro Nitón.....	78
6.8.3 Enlace Sucursal Ambato y el Cerro Nitón.....	80
6.8.4 Enlace Sucursal Pelileo y el Cerro Nitón.....	82
6.8.5 Enlace Sucursal Patate y el Cerro Nitón.....	84
6.8.6 Diseño Lógico de la red WIMAX.....	86
6.9 Conclusiones.....	90
6.10 Recomendaciones.....	91
Bibliografía.....	92
Anexos.....	94

1. Abreviaturas.....	95
2. Especificaciones técnicas de la estación base micromax de Airspan.....	99
3. Especificaciones técnicas del enlace punto a punto Flexnet de Airspan.....	100
4. Especificaciones técnicas de la antena sectorial Hyperlink.....	101
5. Reporte de cada enlace que brinda el software utilizado para el diseño.....	102

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas.....	2
Figura 2. Grafico de inclusión de las Categorías fundamentales.....	9
Figura3. Topología estrella.....	12
Figura 4. Topología bus.....	12
Figura 5. Topología anillo.....	13
Figura 6. Topología árbol.....	13
Figura 7. Topología Mesh.....	14
Figura 8. Esquema de funcionamiento de una red inalámbrica.....	14
Figura 9. Categorías de un red inalámbrica.....	16
Figura 10. Señal modulada BPSK.....	26
Figura11. Señal modulada BPSK (a) Fase, (b) Diagrama Fasorial.....	27
Figura 12. Modulación 16 QAM.....	30
Figura 13. Ejemplo de modulación adaptiva.....	32
Figura 14. Trama TDD.....	33
Figura 15. Distribución del uso del espectro con FDD y TDD.....	34
Figura 16. Diagrama de bloque de la red.....	60
Figura 17. CPE WIMAX para aplicaciones fijas y móviles.....	69
Figura 18. Equipo Prost con antena integrada.....	70
Figura 19. Características específicas de los Equipos Airspan.....	71
Figura 20. Características específicas de los Equipos Airspan.....	72
Figura 21. Modelo de la Arquitectura de Capas Netspan.....	73
Figura 22. Terminales NMS de cliente distribuidos.....	74
Figura 23. Modelo de administración total de la red incluyendo estaciones base.....	74

Figura 24. Coordenadas Geográficas.....	77
Figura 25. Diagrama físico de la red.....	78
Figura 26. Enlace Matriz Salasaca Cerro Nitón.....	79
Figura 27. Enlace Matriz Salasaca Cerro Nitón perfil topográfico.....	79
Figura 28. Características del enlace.....	80
Figura 29. Enlace Sucursal Ambato- Cerro Nitón.....	81
Figura 30. Enlace Sucursal Ambato- Cerro Nitón perfil topográfico.....	81
Figura 31. Características del enlace.....	82
Figura 32. Enlace Sucursal Pelileo- Cerro Nitón.....	83
Figura 33. Enlace Sucursal Pelileo- Cerro Nitón perfil topográfico.....	83
Figura 34. Características del enlace.....	84
Figura 35. Enlace Sucursal Patate- Cerro Nitón.....	85
Figura 36. Enlace Sucursal Patate- Cerro Nitón perfil topográfico.....	85
Figura 37. Características del enlace.....	86

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Resumen de los estándares 802.16.....	20
Tabla 2. Área de cobertura de Wimax.....	32
Tabla 3. Características y beneficios de la capa física.....	37
Tabla 4. Características y beneficios de la capa MAC.....	38
Tabla 5. Cuadro comparativo de tecnologías inalámbricas.....	40
Tabla 6. Ubicación geográfica de las radio bases.....	61
Tabla 7. Bandas de frecuencia asignadas por la SNT.....	62
Tabla 8. Características de equipos WIMAX.....	66
Tabla 9. Actualización de Wimax.....	75
Tabla 10. Coordenadas geograficas.....	76
Tabla 11. Diseño lógico de la red Wimax.....	87
Tabla 12. Presupuesto de los equipos de la red.....	88
Tabla 13. Presupuesto de la mano de obra de la red.....	89
Tabla 14. Presupuesto general de la red.....	89

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo de investigación tiene como tema: **“RED ALTERNATIVA CON TECNOLOGÍA WIMAX PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN Y MOVILIDAD DE DATOS EN LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO “SALASACA” LTDA.”**

Las telecomunicaciones en los últimos años han tenido un gran impacto en las sociedades ya que han mejorado y facilitado la superación de muchas fronteras en todos los órdenes de vida, permitiendo el nacimiento de nuevos intereses mutuos entre individuos y entre sociedades, debido al gran desarrollo en este campo la sociedad se ve obligada a seguir mejorando y es por eso que hoy en día se dispone con tecnologías que hacen que las comunicaciones sean casi instantáneas.

El Capítulo I está estructurado por el problema que se va a investigar, es decir se analiza las causas y motivos que están presentes en el sector y que afecta directamente a la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda. y a los usuarios.

El Capítulo II contiene el Marco Teórico, aquí se tiene un criterio más amplio sobre el funcionamiento del sistema de telecomunicaciones, el mismo que se halla subdividido en categorías específicas, se describe la serie de pasos que se encuentran presente dentro de un sistema de red inalámbrico.

Capítulo III es un referente hacia la metodología que se utiliza para detectar el problema que tiene la Cooperativa y poder dar una solución dependiendo mucho del tipo de usuarios que tenga.

Capítulo IV es un concerniente sobre el análisis y la interpretación de los resultados. Exposición de los resultados de la investigación identificando los problemas que permite plantear la propuesta para la Cooperativa de Ahorro y crédito SALASACA Ltda.

Las conclusiones y recomendaciones están presentes en el capítulo quinto, en el se detalla las principales soluciones que se ha obtenido del proyecto de investigación, dando también cortas recomendaciones que ayudarán al desarrollo de investigaciones futuras.

Finalmente en el sexto capítulo se plantea la propuesta junto a los datos informativos, la factibilidad y la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación referente a los sistemas de telecomunicaciones utilizando nuevas tecnologías como WIMAX. Además se plantea cada uno de los requerimientos para la implementación como también la información técnica de cada uno de los equipos que se utilizara.

## **INTRODUCCION**

En la actualidad la evolución de la tecnología en el área de las telecomunicaciones está muy avanzada y cada día que pasa siguen mejorando las aplicaciones y prestando nuevas ventajas como son: mayor velocidad en las transmisiones de datos, comunicación a grandes distancias, mayor inmunidad al ruido, crecimiento constante en este campo, etc. dando lugar a las diversas exigencias que requiere el consumidor final o cliente. Lo que obliga a que las empresas estén a la vanguardia en cuanto a metodología y técnica.

Las redes actuales están especializadas de acuerdo al servicio que brindan, de esta forma existen redes de voz (servicio telefónico), redes de datos, redes de TV por cable (CATV), etc.

Cada una de estas redes tiene su propia infraestructura dependiendo si es inalámbrica o si es una red de cableado y cada red está adaptada a las necesidades del servicio que se ofrece, además cada red tiene sus propios nodos de conmutación (centrales telefónicas, nodos de conmutación de paquetes para las redes de datos, etc.).

Los servicios de Telecomunicaciones en la actualidad cada vez son más eficientes. Prueba de ello es la constante evolución de las diferentes tecnologías y el desarrollo de otras nuevas que permiten estar a la altura de las exigencias tecnológicas.

En la actualidad la Cooperativa de Ahorro y crédito SALASACA Ltda. cuenta con un sistema de red que no permite una transmisión de datos rápida y confiable ya que no se ha realizado un estudio de los requerimientos de la empresa, además no cuenta con un sistema de red inalámbrica.



Por lo que este proyecto se basa en diseñar una red que permita a la Cooperativa brindar servicios de transmisión de datos seguros y confiables tanto para usuarios como para el personal que labora en la Cooperativa.

# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

### **1.1 TEMA**

**“RED ALTERNATIVA CON TECNOLOGÍA WIMAX PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN Y MOVILIDAD DE DATOS EN LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO “SALASACA” LTDA.”**

### **1.2. Planteamiento del problema**

#### **1.2.1 Contextualización**

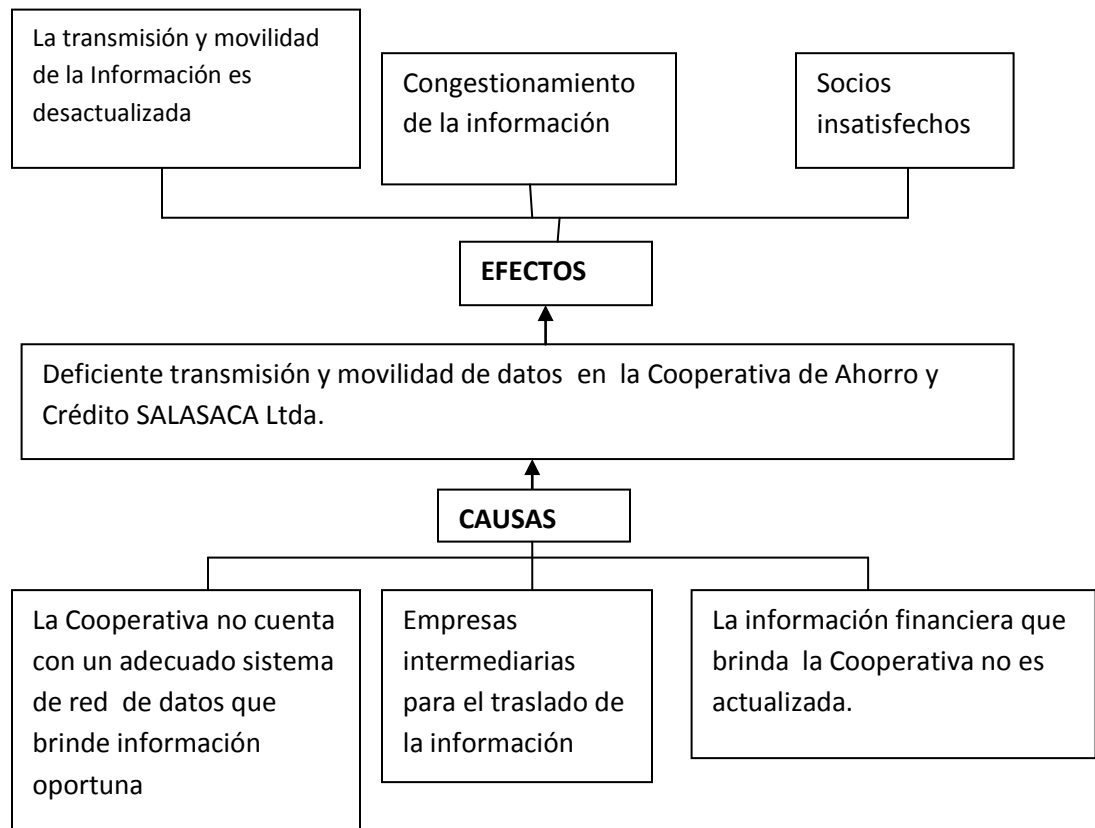
A nivel mundial, la evolución de los sistemas de telecomunicaciones ha ido avanzando de acuerdo a las necesidades de las empresas y de los usuarios, es así, que muchas empresas necesitan de una red de comunicaciones propia para mejorar sus beneficios y servicios para los usuarios. Las empresas bancarias y cooperativas de ahorro a nivel mundial cuentan con redes de diferentes tecnologías, con las cuales brindan un servicio adecuado a los usuarios.

En la actualidad en el Ecuador existen empresas que cuentan con su propia red de telecomunicaciones, con lo que pasan a ser empresas con gran prestigio a nivel nacional. Las redes de telecomunicaciones de estas empresas generan satisfacción y confianza en los clientes.

En la provincia del Tungurahua muy pocas son las empresas que tienen una red que les brinde alta confiabilidad en la transmisión de datos, pues muchas de estas entidades no tienen una red propia de la empresa, sino redes privadas que en muchos de los casos no cumplen con las necesidades requeridas.

En la actualidad la cooperativa de ahorro y crédito SALASACA Ltda. cuenta con un bajo nivel de servicios tecnológicos para sus socios, ya que debido a su continuo crecimiento y a las exigencias de sus usuarios la actualización de datos personales y financieros en la cooperativa son muy lentos o se pierde información lo que limita que sus socios cuenten con información oportuna, y no estén satisfechos con los servicios que presta la cooperativa y busquen otras instituciones financieras.

### 1.2.2 Árbol de problemas



**Figura 1.** Árbol de problemas

**Elaborado por:** Investigador

### **1.2.3 Análisis crítico**

La cooperativa SALASACA en sus inicios no contaba con un número de usuarios suficiente para generar ingresos, lo que hacía que los mismos sean limitados y por esta razón no se podía contratar personal especializado en relación a redes de telecomunicaciones por lo tanto nunca se realizó un estudio a pesar de tener la necesidad de implementar una red, por lo que la información que brinda la cooperativa es desactualizada.

El no contar con un servicio de red propio ocasionó que esta tenga pérdida de información y busque empresas intermediarias para el traslado de datos, produciéndose el congestionamiento y lenta actualización de información lo que no permite dar un servicio eficiente a los usuarios.

La información financiera con la que trabaja al momento la cooperativa no es actualizada ya sea por las empresas intermediarias o por el congestionamiento de la información lo que implica que los usuarios no se encuentren satisfechos con la información que está brindando la cooperativa, ya que las transacciones financieras no se actualizan inmediatamente.

### **1.2.4 Prognosis**

Al no contar con información actualizada de datos, la cooperativa SALASACA brindará un servicio deficiente a sus socios, ocasionando que sus ingresos sean cada vez más bajos, pues sus clientes no tendrían la misma confiabilidad en el servicio que presta la cooperativa y de esta manera causaría su desprestigio y por lo tanto los usuarios buscarían otras empresas que brinden mayor confiabilidad y garantía en sus

servicios, por lo que se hace necesario implementar una red Wimax para satisfacer las necesidades de los usuarios.

### **1.2.5 Formulación del problema**

¿Cómo afecta la Deficiente transmisión y movilidad de datos en la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda.?

### **1.2.6 Preguntas directrices**

**1.2.6.1** ¿Qué procedimientos técnicos son necesarios para la realización de una red Wimax?

**1.2.6.2** ¿Cómo se realiza la transmisión y movilidad de datos entre la matriz de la cooperativa SALASACA y sus sucursales?

**1.2.6.3** ¿Cuáles son los requerimientos que se necesitan para el diseño de la red Wimax en la cooperativa SALASACA?

### **1.2.7 DELIMITACION DEL PROBLEMA**

**CAMPO:** Electrónica y Comunicaciones

**ÁREA:** Red inalámbrica

**ASPECTO:** Transmisión y movilidad de datos

**DELIMITACIÓN ESPACIAL:** Esta investigación se realizará en la Parroquia Salasaca, Cantón Pelileo, Provincia del Tungurahua.

### **1.3 Justificación**

Hoy en día es de primordial importancia que las cooperativas de ahorro y crédito cuenten con un sistema de red Wimax para tener un mejor flujo de información de datos. La utilidad del presente trabajo se reflejará notablemente al momento de incrementar nuevos servicios móviles para los usuarios.

La importancia del presente trabajo se debe a la cantidad y calidad de información que se procesará para el desarrollo y diseño de esta red y su utilidad en entidades del sistema financiero en la provincia.

Se pretende realizar un aporte a dicha institución en la cual se basa un sistema red como medio fundamental para beneficiar a los usuarios de la cooperativa, ya que con las bases que ellos poseen se optimizarán recursos en la actualización de datos.

Una futura implementación mejorará el proceso socio-económico de la cooperativa. Por la gran utilidad y beneficio que brindará esta red con respecto a la información inmediata que podrán obtener en cada una de las ciudades donde exista una sucursal de la Cooperativa SALASACA..

### **1.4 Objetivos de la investigación**

#### **1.4.1 Objetivo general**

Analizar el efecto del diseño de la red de datos en la actualización de la información de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “SALASACA” LTDA. y sus sucursales en la provincia de Tungurahua.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Analizar la situación actual de la red de datos de la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda.
- Analizar la transmisión y movilidad de la información en la cooperativa SALASACA.
- Plantear el diseño de la red utilizando tecnología Wimax para mejorar la transmisión de información en la cooperativa de ahorro y crédito SALASACA LTDA.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 Antecedentes investigativos**

En las investigaciones realizadas en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, se encontró trabajos relacionados con la tecnología WIMAX.

Red WIMAX para proveer servicios de comunicaciones para el casco central de la Ciudad del I. Municipio de Ambato. Autor Milton Renato Izurieta Mariño, quien al finalizar su trabajo concluye que. La implementación de una red WIMAX es mas rentable y barata que una solución similar basada en al estándar IEEE 802.11, por su área de cobertura.

Red WIMAX para la conectividad entre los Gobiernos Cantonales y los Centros Educativos Fiscales de Mocha y Tisaleo de la Provincia de Tungurahua. Autor Vicente Fabián Vásquez Villafuerte, quien al finalizar su trabajo concluye que. La



utilización de un enlace dedicado garantiza la comunicación entre la administración y el nodo principal.

Red Inalambrica de banda ancha (WIMAX) para servicios de valor agregado en el Hospital y los Subcentros de Salud del Cantón Salcedo. Autor Claudia Lorena Mena Carrasco quien al finalizar su trabajo concluye que. Es posible la implementación de dicho proyecto considerando que los equipos existen en el mercado nacional.

La conclusión de los trabajos antes mencionados me permitirá tener una visión más amplia del desarrollo y utilización de la tecnología WIMAX y que tan factible es su implementación.

## **2.2 Fundamentación**

### **2.2.1 Fundamentación legal**

El presente trabajo toma como base la Ley Especial de Telecomunicaciones, sus reformas y reglamentos, La ley de Cooperativas y el reglamento de graduación de tercer nivel de la UTA.

#### **COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO SALASACA LTDA.**

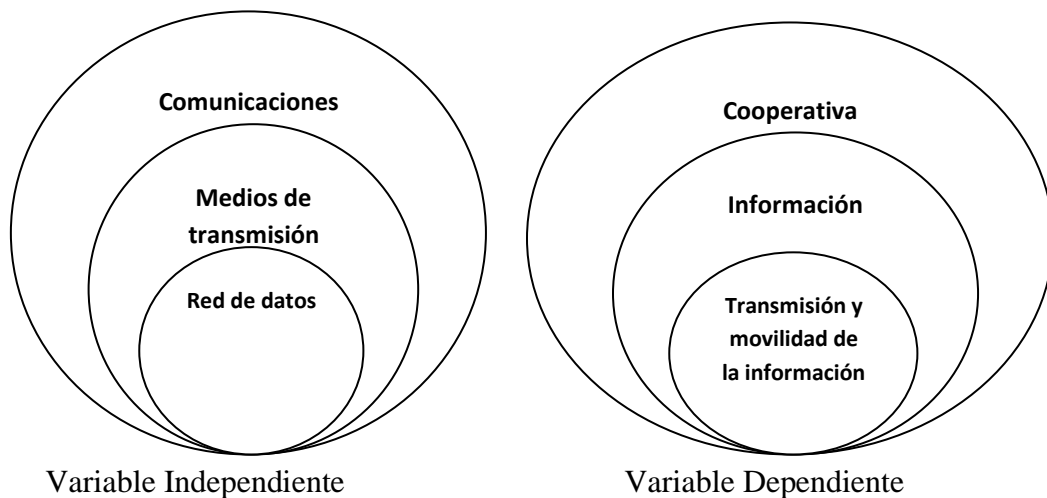
La Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda. Fue constituida jurídicamente el 17 de octubre de 2005. Mediante el Acuerdo Ministerial N. 0034-SDRCC-2005. Nace por la necesidad de tener una entidad financiera en el ámbito rural donde cuente con propias políticas de acuerdo a la realidad y necesidades del medio, inicia con 24 socios fundadores netamente indígenas auténticos y nativos de la parroquia Salasaca con el propósito de relevar y prevalecer la cultura y fortalecer las condiciones económicas de las familias pobres dentro del ámbito de desarrollo

social, están para servir y ayudar a toda la gente que confía en su trabajo adjudicando créditos para todas las necesidades para fortalecer la agricultura, artesanías, turismo y para fomentar la cultura indígena. Prestan servicios Financieros a todos los asociados de la zona rural y del pueblo en general, abre sus puertas el 09 de Enero del año 2006. Hasta la presente fecha.

En la actualidad la cooperativa cuenta con su matriz y tres sucursales en la provincia del Tungurahua que están en los cantones de Pelileo, Patate, en Ambato en el sector de Huachi Chico y su Matriz en la Parroquia de Salasaca.

### 2.3 Categorías fundamentales

- **Gráficos de inclusión de las Categorías Fundamentales**



**Figura 2.** Categorías fundamentales

**Elaborado por:** El Autor

#### 2.3.1 REDES

#### DEFINICION

Es un conjunto de computadoras, equipos u otros dispositivos que se pueden comunicar entre sí por un medio en particular.

### 2.3.1.1 TIPOS DE REDES

#### a) Según su tamaño y extensión

- **Redes LAN.**- las redes de área local son redes de ordenadores cuya extensión está entre 10 m y 1 Km estas redes son generalmente pequeñas que se usan en oficinas, colegios y empresas que utilizan tecnología broadcast es decir que todas las maquinas están conectadas a un solo cable, la velocidad con que trabaja las redes LAN están entre 10 y 100 Mbps.
- **Redes MAN.**- Las redes de área metropolitana son las que generalmente abarcan una ciudad, en su área máxima comprenden áreas asta de 10 Km.
- **Redes WAN.**- Las redes de área amplia son una colección de redes LAN conectadas por una sub red y por distintos medios de transmisión interconectados entre sí por Reuters que se encargan de rutear o de dirigir los paquetes a su destino final, su extensión puede ser entre 100 y 1000 Km.
- **Redes Internet.**- Es una red de redes vinculadas mediante routers gateways es decir un computador especial que puede traducir información en diferentes datos de información, su extensión puede ser desde 10000 Km.
- **Redes Inalámbricas.**- las redes inalámbricas a diferencia de las otras redes estas no tienen medios físicos, la transmisión se lo hace por medio de ondas de radio, microondas, satélites o infrarrojos.

#### b) Según la tecnología de transmisión

- **Redes de broadcast.**- son redes en las que la transmisión se lo hace por un solo canal de comunicación, es decir un paquete enviado por una maquina todas las demás lo recibirán.

- **Redes Punto a Punto.-** Son aquellas que se puede conectar en parejas individuales de máquinas, para poder transmitir un paquete entre máquinas a veces es necesario que el paquete pase por máquinas intermedias, siendo obligado en tales casos un trazado de rutas mediante un router.

c) **Según la transferencia de datos que soportan**

- **Redes de transmisión simple.-** Son aquellas en la que los datos pueden viajar en un solo sentido.
- **Redes Half Duplex.-** Son aquellas en que la información puede viajar en ambos sentidos pero solo un sentido a la vez.
- **Redes Full Duplex.-** Aquellas en que la información puede viajar en ambos sentidos a la vez (Groth, David 2005)

### 2.3.1.2 TOPOLOGIA DE REDES

Cuando hablamos de topología de una red, hablamos de su configuración. Esta configuración recoge tres campos: físico, eléctrico y lógico. El nivel físico y eléctrico se puede entender como la configuración del cableado entre máquinas o dispositivos de control o conmutación. Cuando hablamos de la configuración lógica tenemos que pensar en cómo se trata la información dentro de nuestra red, como se dirige de un sitio a otro o como la recoge cada estación.

➤ **Topología en estrella**

En esta topología todos los elementos de la red están conectados directamente a un nodo central mediante un enlace punto a punto, si se cae el nodo central se cae toda la red y si hay un fallo en un cable solo se cae el nodo al cual pertenece el cable. En la figura 3 se tiene la representación de una topología en estrella.

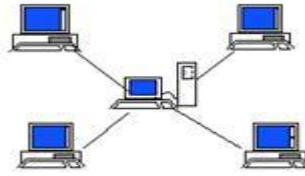


Figura3. Topología en estrella

Fuente: (Stallings Willian 1998)

➤ **Topología en bus**

En esta topología los nodos están conectados en serie o linealmente, por medio de un cable o bus, los paquetes emitidos por un nodo recorren todo el bus alcanzando los demás nodos, y cada nodo debe reconocer la información que viaja por el bus para saber cual le corresponde a él. En la figura 4 se tiene una representación de una red con topología bus.

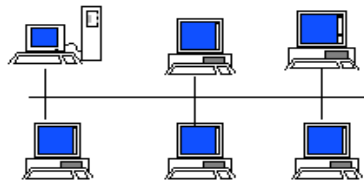


Figura 4. Topología bus

Fuente: (Stallings Willian 1998)

➤ **Topología Anillo**

Los nodos de la red se disponen en un anillo cerrado conectado mediante enlaces punto a punto, la información describe una trayectoria circular en una sola dirección, en el que el nodo principal es quien gestiona conflictos entre nodos al evitar la colisión de tramas de información. En la figura 5 se tiene una representación de una red con topología anillo.

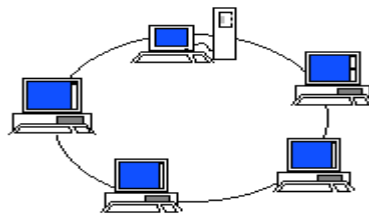


Figura 5. Topología anillo

Fuente: (Stallings Willian 1998)

### ➤ Topología Árbol

Esta topología permite que la red se expanda y al mismo tiempo asegura que nada mas existe una ruta de datos entre dos terminales cualesquiera, y su primer nodo se encuentra en la raíz, como se muestra en la siguiente figura 6.

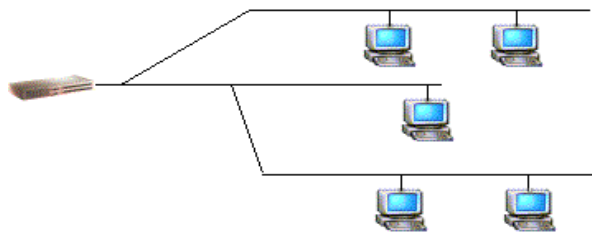


Figura 6. Topología arbol

Fuente: (Stallings Willian 1998)

### ➤ Topología Mesh

Es una combinación de más de una topología, como podría ser un bus con una estrella, así, se muestra en la siguiente figura 7.



Figura 7. Topología Mesh

Fuente: (Stallings Willian 1998)

### 2.3.2 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

**Comunicación inalámbrica** es aquella en la que los extremos de la comunicación (emisor/receptor) no se encuentran unidos por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio. En este sentido, los dispositivos físicos sólo están presentes en los emisores y receptores de la señal, entre los cuales encontramos: antenas, computadoras portátiles, PDA, teléfonos móviles, etc. Así como se muestra en la figura 8.

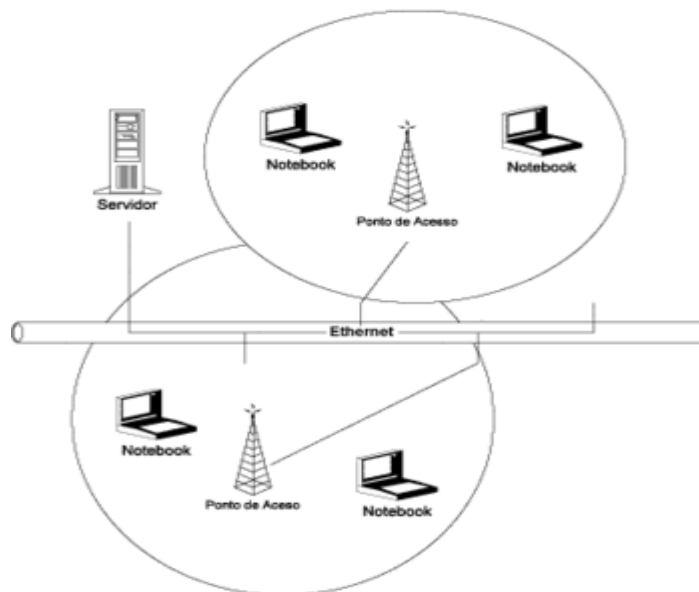


Figura 8. Esquema del funcionamiento de una red inalámbrica.

Fuente: (Clark Martin 2000)

### 2.3.2.1 Red inalámbrica

El término **red inalámbrica** (Wireless network) es un término que se utiliza en informática para designar la conexión de nodos sin necesidad de una conexión física, ésta se da por medio de ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se realizan a través de puertos.

Una de sus principales ventajas es notable reducción en los costos de instalación, ya que se elimina todo el cable ethernet y conexiones físicas entre nodos, pero también tiene una desventaja considerable ya que para este tipo de red se debe de tener una seguridad mucho más exigente y robusta para evitar a los intrusos.

En la actualidad las redes inalámbricas son una de las tecnologías más prometedoras.

### 2.3.2.2 Categorías de las redes inalámbricas.

Existen dos categorías de las redes inalámbricas.

1. **Larga distancia:** estas son utilizadas para distancias grandes como puede ser otra ciudad u otro país.
- 2.- **Corta distancia:** son utilizadas para un mismo edificio o en varios edificios cercanos .

Por lo general, las redes inalámbricas se clasifican en varias categorías, de acuerdo al área geográfica desde la que el usuario se conecta a la red (denominada área de cobertura): como se muestra en la figura 9



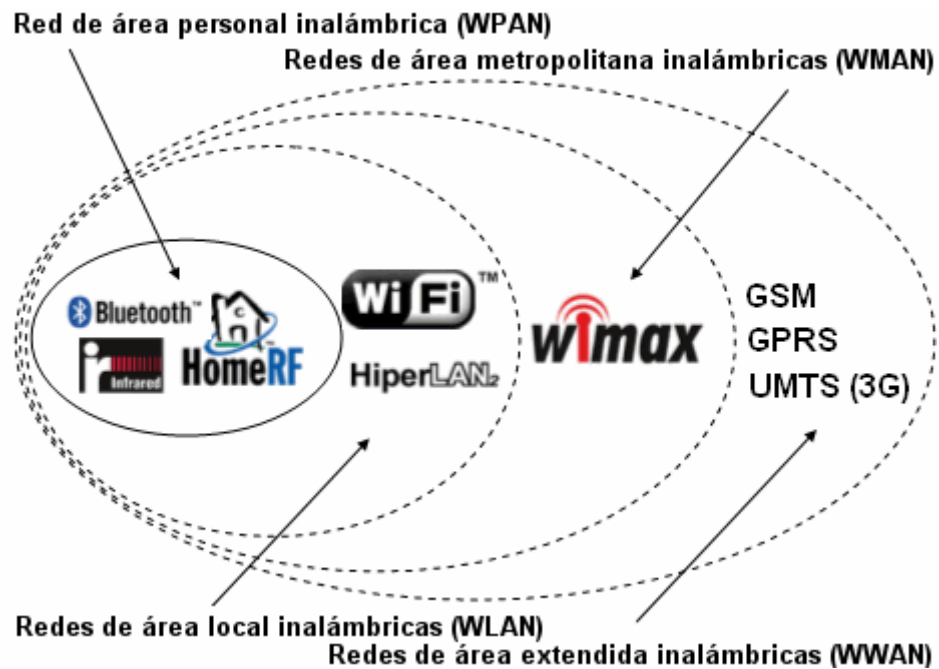


Figura 9. Categorías de una red inalámbrica

Fuente: (Clark Martin 2000)

### Red de área personal inalámbrica (WPAN)

En este tipo de red de cobertura personal, existen tecnologías basadas en :

- HomeRF estándar para conectar todos los teléfonos móviles de la casa y los ordenadores mediante un aparato central.
- Bluetooth protocolo que sigue la especificación IEEE 802.15.1
- ZigBee basado en la especificación IEEE 802.15.4 y utilizado en aplicaciones como la domótica, que requieren comunicaciones seguras con tasas bajas de transmisión de datos y maximización de la vida útil de sus baterías, bajo consumo
- RFID sistema remoto de almacenamiento y recuperación de datos con el propósito de transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio.

### **Redes de área local inalámbrica (WLAN)**

En las redes de área local podemos encontrar tecnologías inalámbricas basadas en.

- HiperLAN (del inglés, High Performance Radio LAN), un estándar del grupo ETSI.
- Wi-Fi, que siguen el estándar IEEE 802.11 con diferentes variantes.

### **Redes de área metropolitana inalámbrica (WMAN)**

Para redes de área metropolitana se encuentran tecnologías basadas en.

- WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access, es decir, Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas), un estándar de comunicación inalámbrica basado en la norma IEEE 802.16. WIMAX es un protocolo parecido a Wi-Fi, pero con más cobertura y ancho de banda. También podemos encontrar otros sistemas de comunicación como LMDS (Local Multipoint Distribution Service).

### **Redes de área extendida inalámbrica (WWAN)**

En estas redes encontramos tecnologías como,

- UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), utilizada con los teléfonos móviles de tercera generación (3G)
- GSM para móviles 2G,
- GPRS General Packet Radio Service.

#### **2.3.2.3 Características de una red inalámbrica**

Según el rango de frecuencias utilizado para transmitir, el medio de transmisión pueden ser las ondas de radio, las microondas terrestres o por satélite, y los

infrarrojos, por ejemplo. Dependiendo del medio, la red inalámbrica tendrá unas características u otras:

- **Ondas de radio:** las ondas electromagnéticas son omnidireccionales, así que no son necesarias las antenas parabólicas. La transmisión no es sensible a las atenuaciones producidas por la lluvia ya que se opera en frecuencias no demasiado elevadas. En este rango se encuentran las bandas desde la ELF que va de 3 a 30 Hz, hasta la banda UHF que va de los 300 a los 3000 MHz, es decir, comprende el espectro radioeléctrico de 30 - 3000000 Hz.
- **Microondas terrestres:** se utilizan antenas parabólicas con un diámetro aproximado de unos tres metros. Tienen una cobertura de kilómetros, pero con el inconveniente de que el emisor y el receptor deben estar perfectamente alineados. Por eso, se acostumbran a utilizar en enlaces punto a punto en distancias cortas. En este caso, la atenuación producida por la lluvia es más importante ya que se opera a una frecuencia más elevada. Las microondas comprenden las frecuencias desde 1 hasta 300 GHz.
- **Microondas por satélite:** se hacen enlaces entre dos o más estaciones terrestres que se denominan estaciones base. El satélite recibe la señal (denominada señal ascendente) en una banda de frecuencia, la amplifica y la retransmite en otra banda (señal descendente). Cada satélite opera en unas bandas concretas. Las fronteras frecuenciales de las microondas, tanto terrestres como por satélite, con los infrarrojos y las ondas de radio de alta frecuencia se mezclan bastante, así que pueden haber interferencias con las comunicaciones en determinadas frecuencias.
- **Infrarrojos:** se enlazan transmisores y receptores que modulan la luz infrarroja no coherente. Deben estar alineados directamente o con una reflexión en una superficie. No pueden atravesar las paredes. Los infrarrojos van desde 300 GHz hasta 384 THz.

#### **2.3.2.4 Aplicaciones de las redes inalámbricas**

- Las bandas más importantes con aplicaciones inalámbricas, del rango de frecuencias que abarcan las ondas de radio, son la VLF (comunicaciones en navegación y submarinos), LF (radio AM de onda larga), MF (radio AM de onda media), HF (radio AM de onda corta), VHF (radio FM y TV), UHF (TV).
- Mediante las microondas terrestres, existen diferentes aplicaciones basadas en protocolos como Bluetooth o ZigBee para interconectar ordenadores portátiles, PDAs, teléfonos u otros aparatos. También se utilizan las microondas para comunicaciones con radares y para la televisión digital terrestre.
- Las microondas por satélite se usan para la difusión de televisión por satélite, transmisión telefónica a larga distancia y en redes privadas. ( Ángel Gutiérrez)

#### **2.3.3 RED WIMAX**

Durante muchos años los sistemas de banda ancha inalámbricos estaban basados en tecnologías propietarias de las compañías que las instalaban, tenían un rendimiento limitado y en muchos casos eran demasiado caras para ser instaladas de manera masiva. La introducción de la tecnología WIMAX cambiará todo esto. La nueva generación de productos certificados por el WIMAX Forum, ofrecerán redes de gran capacidad para aplicaciones que no requieren línea de vista (“None line-of-sight” o NLOS por sus siglas en inglés) entre equipos a precios menores.

WIMAX puede resultar muy adecuado para unir puntos de acceso WIFI a las re-des de los operadores, sin necesidad de establecer un enlace fijo. El equipamiento WIFI es relativamente barato, en cambio un enlace E1 o DSL resulta caro y a veces no se puede desplegar, por lo que la alternativa de radio parece muy razonable. WIMAX extiende el alcance de WIFI.

## ANTECEDENTES DE LA TECNOLOGÍA WIMAX

### ¿QUÉ ES WIMAX (WORLD WIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS)?

La Interoperabilidad Mundial para el Acceso por Microonda o WIMAX (World Wide Interoperability for Microwave Access), es una especificación para redes metropolitanas inalámbricas de banda ancha que está asociado a los estándares IEEE 802.16x.

Fue concebida como una solución de última milla en redes metropolitanas (MAN) para prestar servicios a nivel comercial. Puede entregar todos los niveles de servicio necesarios para un carrier dependiendo del contrato con el suscriptor, distintos servicios de transmisión de paquetes como IP y Voz sobre IP (VoIP), así como servicios conmutados (TDM), E1s/T1s, voz tradicional (Clase-5), interconexiones ATM y Frame Relay.

#### 2.3.3.1 ESTÁNDARES 802.16

La tabla 1 contempla los estándares IEEE 802.1 6x, todas sus revisiones y características de cada uno.

802.16(2001)	10 – 60 GHz, Modulación QAM, LOS
802.1 6a(2003)	2 – 11 GHz, OFDM y OFDMA, NLOS
802.1 6b/c	Interoperabilidad y especificaciones de certificaciones
802.1 6d(2004)	Añade 2 – 11 GHz a la especificación de interoperabilidad, LOS
802.16-2004	Reemplaza a 802.16, 802.1 6a y 802.1 6d
802.1 6e(2005)	2 – 6 GHz, Movilidad

Tabla 1. Resumen de los estándares 802.16

Fuente: (IEEE802.16 2004)

### **2.3.3.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TECNOLOGÍA WIMAX**

El estándar 802.16 puede alcanzar una velocidad de comunicación de hasta 124 Mbps en un canal con un ancho de banda de 28 MHz (en la banda de 10 a 66 GHz), mientras que el 802.16-2004 puede llegar a los 70 Mbps, operando en un rango de frecuencias más bajo (2 a 11 GHz). Es un claro competidor de LM DS.

Estas velocidades tan elevadas se consiguen gracias a utilizar la modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) con 256 subportadoras, la cual puede ser implementada de diferentes formas, según cada operador, siendo la variante de OFDM empleada un factor diferenciador del servicio ofrecido.

Esta técnica de modulación es la que también se emplea para la TV digital, sobre cable o satélite, así como para WiFi (802.11a); por lo que está suficientemente probada. Soporta los modos FDD y TDD para facilitar su interoperabilidad con sistemas celulares o inalámbricos.

Soporta varios cientos de usuarios por canal, con un gran ancho de banda y es adecuada tanto para tráfico continuo como a ráfagas, siendo independiente de protocolo; así, transporta IP, Ethernet, ATM, etc.; y soporta múltiples servicios simultáneamente ofreciendo Calidad de Servicio (QoS) en 802.16e, por lo cual resulta adecuado para voz (VoIP), datos y vídeo. Por ejemplo, la voz y el vídeo requieren baja latencia pero soportan bien la pérdida de algún bit, mientras que las aplicaciones de datos deben estar libres de errores, pero toleran bien el retardo.

Otra característica de WIMAX es que soporta antenas inteligentes (smart antenas), propias de las redes celulares de 3G, lo cual mejora la eficiencia espectral, llegando a conseguir 5 bps/Hz, el doble que 802.11 a.

También, como se ha mencionado, se incluye la posibilidad de formar redes malladas para que los distintos usuarios se puedan comunicar entre sí, sin necesidad de tener visión directa entre ellos (NLoS). Ello permite, por ejemplo, la

comunicación entre una comunidad de usuarios dispersos, a un costo muy bajo y con una gran seguridad, al disponerse de rutas alternativas entre ellos.

En cuanto a seguridad, incluye medidas para la autenticación de usuarios (X.509) y la encriptación de los datos mediante el algoritmo DES.

Una de las principales limitaciones en los enlaces a larga distancia vía radio es la limitación de potencia, para prever interferencias con otros sistemas, y el alto consumo de batería que se requiere. Sin embargo, los más recientes avances en los procesadores digitales de señal hacen que señales muy débiles (llegan con poca potencia al receptor) puedan ser procesadas sin errores, un hecho del que se aprovecha WIMAX. Con los avances en el diseño de baterías (recientemente se han anunciado baterías que se recargan en 30 segundos) podrá haber terminales móviles WIMAX compitiendo con los tradicionales de GSM y de UMTS. (Lara Gonzalo 2005)

### **2.3.3.3 ESQUEMAS DE MODULACIÓN**

En telecomunicaciones el término modulación engloba el conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que permitirá transmitir más información simultánea y/o proteger la información de posibles interferencias y ruidos.

La modulación consiste en hacer que un parámetro de la onda portadora cambie de valor de acuerdo con las variaciones de la señal moduladora, que es la información que queremos transmitir.

Básicamente existen dos tipos de modulación: la modulación analógica y la modulación digital.

Mediante el proceso de modulación, el espectro de la señal original (en banda base) se traslada desde la gama de frecuencias en banda base a la gama de frecuencias de la onda portadora, la cual es generalmente una señal de alta frecuencia.

El utilizar frecuencias superiores proporciona mayores anchos de banda para la transferencia de la información, lo cual redundaría en una capacidad superior y en el uso de antenas de menor tamaño. Así mismo usando modulación se puede conseguir mayores alcances en la transmisión y una radiación de la energía más efectiva. Sin embargo, la modulación no necesariamente utiliza altas frecuencias, como en el caso de transmisión de señales moduladas por líneas telefónicas.

### ➤ **Modulación Digital**

La modulación digital es una técnica en la cual los datos son transmitidos usando una señal portadora (normalmente una señal analógica, tal como una onda sinusoidal), la cual es modulada de acuerdo a la información digital (señal en banda base) que se desea transmitir, convirtiéndose la señal digital en una forma analógica para la transmisión. En el lado del receptor mediante el proceso de demodulación la señal recibida es convertida nuevamente al formato digital.

La modulación digital es entonces el proceso de introducir en la amplitud, frecuencia, fase o una combinación de estos parámetros de una Onda Portadora (sinusoide), la información digital en banda base.

La sinusoide que actúa de portadora tiene la forma:

$$AC \cos(WCt + \Phi)$$

Donde:  $AC$  es la amplitud pico de la portadora,

$WC$  es la frecuencia angular de la portadora,



$\Phi$  es la fase de la portadora.

➤ **Modulación FSK (Frequency Shift Keying)**

La modulación FSK es una técnica de modulación digital del tipo angular, en la que a un estado de la señal de datos le corresponde una determinada frecuencia de la señal modulada.

La expresión general de una señal modulada FSK, considerando una portadora de amplitud pico unitaria y fase nula, es la siguiente:

$$s(t) = \cos\{W_C + [bn(t) * dW] / 2\}t$$

Donde:  $bn$  = señal digital NRZ en banda base, relacionada con los datos

$WC$  = frecuencia angular de portadora

$dW$  = diferencia de frecuencia entre dos frecuencias adyacentes

De manera que la modulación FSK genera una señal de amplitud constante, en la cual la información está implícita en la frecuencia de la portadora modulada.

➤ **Modulación PSK (Phase Shift Keying)**

En la modulación PSK (Phase Shift. Keying), es la fase de la portadora la que cambia de acuerdo a la señal de datos, en tanto, que la amplitud de la portadora modulada se mantiene constante.

Constituye un tipo de modulación angular muy eficiente. Ampliamente utilizada en radio digital por sus características de amplitud constante, insensibilidad a variaciones de nivel y buen desempeño contra errores. Se tienen dos esquemas de

modulación PSK, de acuerdo a cómo se dan los cambios en la fase de la portadora modulada.

➤ **Modulación PSK Convencional**

Este tipo de modulación PSK se da cuando la información (modulante) está representada por el valor absoluto de la fase de la portadora modulada.

La expresión matemática que describe una señal modulada PSK, considerando una portadora de amplitud pico unitaria y fase inicial nula, es la siguiente:

$$s(t) = \text{Cos}\{W_c t + \theta_i\}$$

Donde:  $\theta_i$  corresponde a la fase de la portadora modulada, la misma que varía de forma:

$$s(t) = \text{Cos}\{W_c t + [b M(t) * \Delta \theta] / 2\}$$

Donde:

$bM(t)$  = Señal simétrica NRZ en banda base de M niveles, que toma los valores  $\pm 1, \pm 3, \dots$

$M$  = número de fases (potencias de 2)

$W_c$  = frecuencia angular de la portadora

$\Delta \theta = 2 / M$  = separación entre fases adyacentes

Se tiene modulaciones de múltiples estados. Entre las más comunes: 2-PSK (BPSK), 4-PSK (QPSK), 8-PSK, 16-PSK, etc.

➤ **Modulación BPSK o 2-PSK**

En este caso se tienen dos fases diferentes ( $M = 2$ ), asignándose una de ellas a los 1s y la otra a los 0s. La separación entre fases adyacentes es de 180 grados, pues  $\Delta \theta = 2 / M$

Conforme la señal digital de entrada cambia de estado, la fase de la portadora de salida (señal modulada) se desplaza entre dos ángulos que están 180° fuera de fase. En el dominio del tiempo la portadora modulada para el caso BPSK se vería como lo muestra la figura 10.

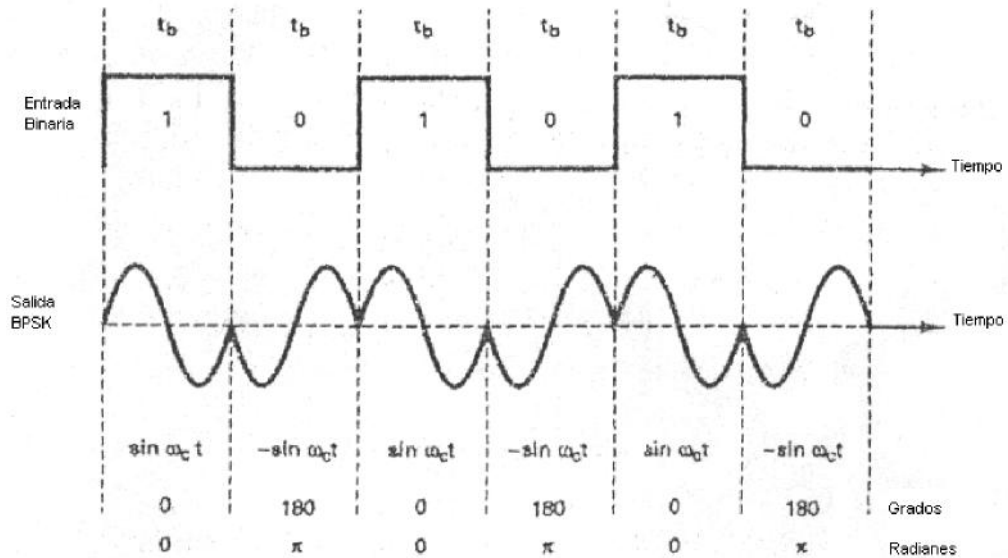


Figura 10. Señal Modulada BPSK.

La relación entre la velocidad de modulación ( $V_m$  en baudios) y la velocidad de transmisión ( $V_t$  en bps) por BPSK es: .( María Soledad 2004.)

$$V_m = \frac{V_t}{\log_2 M} = V_t$$

Es muy ilustrativo representar la portadora modulada usando un diagrama de constelación, donde cada señal se representa por un punto, el cual corresponde al extremo del vector asociado en el diagrama fasorial. Tal diagrama para el caso BPSK se muestra en la figura 11.

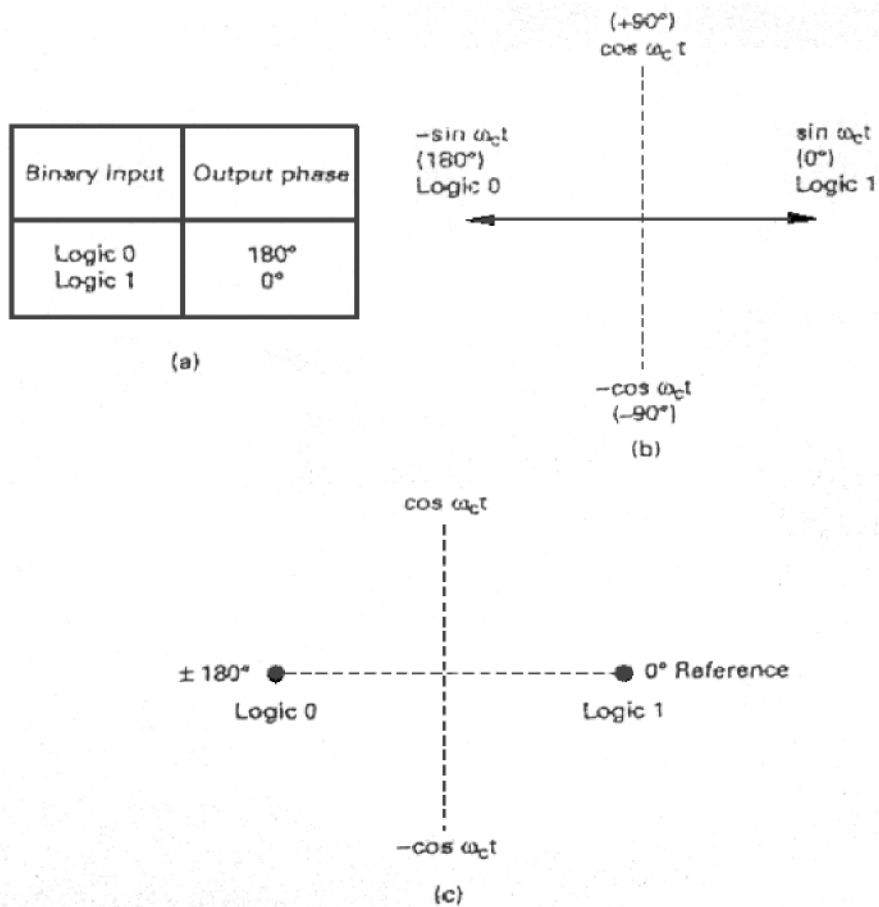


Figura 11. Señal modulada BPSK (a) Fase, (b) Diagrama Fasorial, (c) Diagrama de Constelación.

Fuente: .( María Soledad 2004.)

➤ **Modulación QPSK o 4-PSK**

Para una señal modulada QPSK el número de fases correspondientes es 4 (pues  $M = 4$ ), cada una de ellas transmitirá dos bits y estarán separadas 90 grados, pues  $\Delta \theta = 2\pi / M$ .

De tal manera que cada dibit (2 bits) diferente genera una de las cuatro fases posibles.

Consecuentemente, para cada dibit que entra a un modulador QPSK, ocurre un cambio de fase en la salida del modulador. Así que, la relación entre la velocidad de modulación (velocidad de señal) “  $V_m$  ” y la velocidad de transmisión “  $V_t$  ” en QPSK será:

$$V_m (\text{baudios}) = \frac{V_t}{\log_2 M} = \frac{V_t}{2}$$

➤ **Modulación 8-PSK y 16-PSK**

Se requieren 8 y 16 fases diferentes en cada caso, separadas 45 y 22,5 grados respectivamente. Para 8-PSK la velocidad de modulación es  $V_t / 3$ ; en tanto que para 16-PSK  $V_m$  es igual a  $V_t / 4$ . Consecuentemente, el ancho de banda de las señales moduladas se reducirá las mismas proporciones.

➤ **Modulación de Amplitud en Cuadratura (QAM)**

La modulación de amplitud en cuadratura QAM, es una modulación lineal que consiste en modular en doble banda lateral dos portadoras de la misma frecuencia desfasadas 90°. Cada portadora es modulada por una de las dos señales a

transmitir. Finalmente las dos modulaciones se suman y la señal resultante es transmitida.

Este tipo de modulación tiene la ventaja de que ofrece la posibilidad de transmitir dos señales en la misma frecuencia, de forma que favorece el aprovechamiento del ancho de banda disponible. Tiene como inconveniente que es necesario realizar la demodulación con demoduladores síncronos.

La expresión matemática de la señal modulada QAM puede expresarse de la siguiente forma:

$$s(t) = r_i \cos\{ \omega_c t + \theta_i \}$$

Donde se observa que efectivamente  $r_i$  está asociado con los cambios en la amplitud de la portadora modulada, en tanto que  $\theta_i$  está asociado con los cambios en fase de la portadora modulada.

Es posible considerar a la modulación QAM como una expresión de la modulación PSK, donde las señales en banda base son generadas independientemente, en consecuencia se establecen dos canales (I y Q) en cuadratura completamente independientes.

Si se tienen dos niveles en cada canal (I y Q) se tendría el caso de una señal 4 - QAM que sería idéntico al caso 4 - PSK. Sin embargo, sistemas QAM de mayor orden ( $M > 4$ ) son diferentes a los sistemas de múltiples fases PSK.

En la figura 12, se aprecia tanto el diagrama fasorial como el diagrama de constelación para el caso de una modulación 16 - QAM.

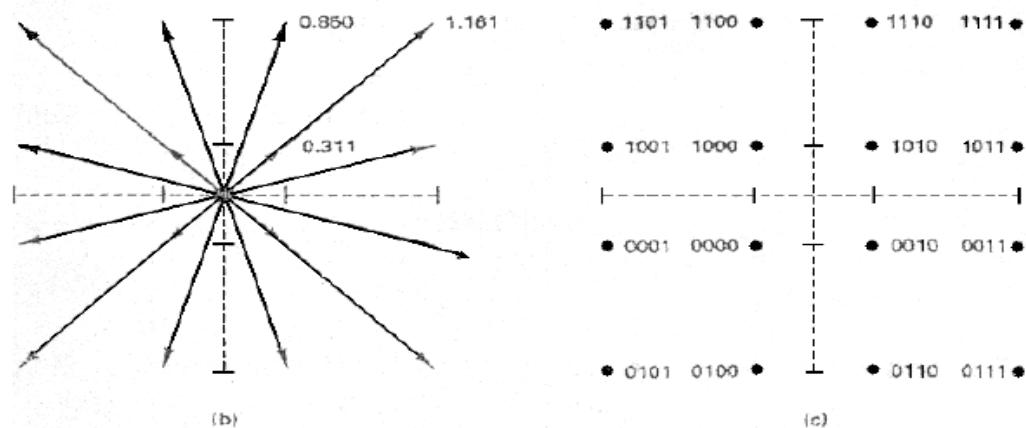


Figura 12. Modulación 16 QAM (b) Diagrama fasorial,  
(c) Diagrama de Constelación.

Fuente: .( María Soledad 2004.)

En general, la modulación QAM da una tasa de error (BER) menor que la PSK para la misma relación S/N; y, esta última presenta un comportamiento mejorado con respecto a la modulación ASK.

➤ **Modulación por división ortogonal de frecuencia (OFDM)**

La modulación por división ortogonal de frecuencia, en inglés Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), también llamada modulación por multitono discreto, en inglés Discreet Multitone Modulation (DMT), es una modulación que consiste en enviar la información modulando en QAM o en PSK un conjunto de portadoras de diferente frecuencia.

Normalmente se realiza la modulación OFDM tras pasar la señal por un codificador de canal con el objetivo de corregir los errores producidos en la transmisión, entonces esta modulación se denomina COFDM, del inglés Coded OFDM.

Debido al problema técnico que supone la generación y la detección en tiempo continuo de los cientos, o incluso miles, de portadoras equiespaciadas que forman una modulación OFDM, los procesos de modulación y demodulación se realizan en tiempo discreto mediante la IDFT y la DFT respectivamente.

### ➤ **Características de la modulación OFDM**

La modulación OFDM es muy robusta frente al multitrayecto, que es muy habitual en los canales de radiodifusión, frente al desvanecimiento debido a las condiciones meteorológicas y frente a las interferencias de RF.

Mejora el problema de interferencia multicamino, aumentando la eficiencia y optimizando el aprovechamiento del ancho de banda disponible.

Debido a las características de esta modulación, las distintas señales con distintos retardos y amplitudes que llegan al receptor contribuyen positivamente a la recepción, por lo que existe la posibilidad de crear redes de radiodifusión de frecuencia única sin que existan problemas de interferencia.

### ➤ **MODULACIÓN ADAPTIVA**

La técnica de modulación adaptiva consiste en ajustar una señal de información a un esquema de modulación más robusto en comparación del que está utilizando, de acuerdo al comportamiento de la señal en un canal de comunicación. WiMAX utiliza 9 esquemas de modulación diferentes, con distintas características de eficiencia espectral. Entre las principales tenemos BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM, y 256 QAM. Como resultado de usar esta técnica se obtiene una señal con menor tasa de bits errados y mayor velocidad de transmisión, la figura 13 representa un ejemplo de cómo trabajaría la modulación adaptiva en función de la distancia. (María Soledad 2004.)



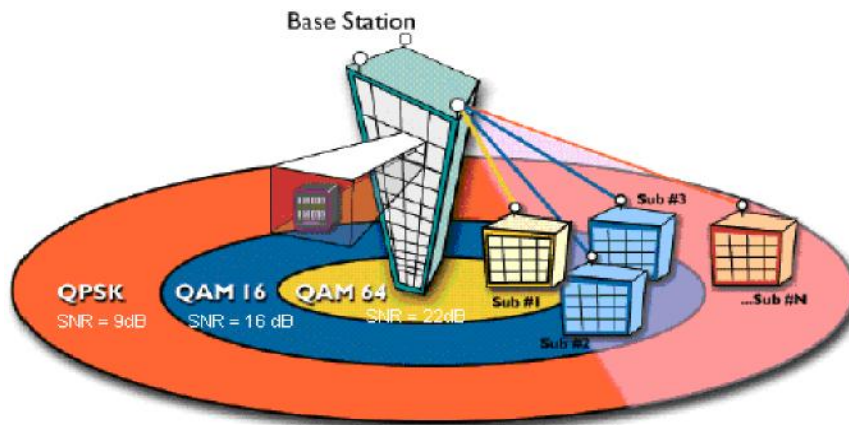


Figura 13. Ejemplo de Modulación Adaptiva.

#### 2.3.3.4 ÁREA DE COBERTURA DE WIMAX

WIMAX es un sistema BWA (Broadband Wireless Access) de alta tasa de transmisión de datos y largo alcance (hasta 50 Km.), escalable (es fácil añadir nuevos canales/usuarios, el ancho de banda asignado a cada uno es flexible y permite tanto sistemas en espectro “licenciado” como “no licenciado”) y en cuya cobertura se considera la incorporación de antenas sectoriales tradicionales o antenas adaptivas con modulaciones adaptables que permiten intercambiar ancho de banda por alcance, la tabla 2 a continuación nos da una visión del alcance y ancho de banda para diferentes tipos de propagación de las ondas de radio. (Wayne Tomasi 1996)

Entorno	Tamaño celda	Rendimiento
Urbanos en interiores (NLOS)	1 Km.	21 Mbps con canales 10
Suburbanos en interiores	2.5 Km.	22 Mbps con canales 10
Suburbanos en exteriores	7 Km.	22 Mbps con canales 10
Rurales en interiores (NLOS)	5 Km.	4.5 Mbps con canales 3.5
Rurales en exteriores (LOS)	15 Km.	4.5 Mbps con canales 3.5

Tabla 2. Área de Cobertura de WiMAX

Fuente: (Lara Gonzalo)

### 2.3.3.5 TÉCNICAS DE DUPLEXACIÓN.

El estándar WIMAX soporta FDD (frequency division duplexing) y TDD (time division duplexing) para permitir la interoperabilidad con los sistemas celulares y otros sistemas inalámbricos.

#### ➤ Duplexación por División de Frecuencia

El duplexado por división de frecuencia (FDD) es cuando a cada usuario se le proporciona dos bandas de frecuencias distintas. En el FDD, cada canal duplex consiste en realidad de dos canales simplex. En cada receptor se usa un aparato especial llamado duplexor, que también se usa en la estación base, para permitir la transmisión y recepción simultáneas en cada canal duplex.

#### ➤ Duplexación por División de Tiempo (TDD)

TDD se consigue subdividiendo cada trama en 24 intervalos de tiempo (time slots), 12 de los cuales son usados para el “down-link” y 12 para el “up-link”. Cada trama dura 10 ms proveyendo una velocidad promedio de 100 tramas duplex por segundo. Cada intervalo contiene 392 bits de datos, con 320 bits usados para información y 64 bits para chequeo de errores y control, como se puede apreciar en la figura 14.

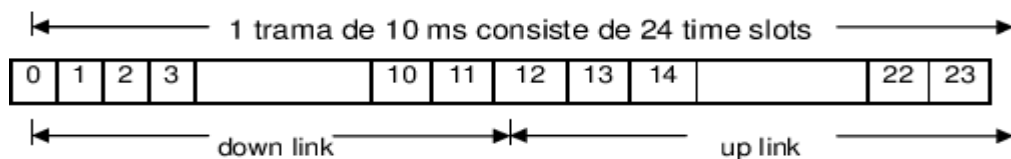


Figura 14. Trama TDD

Fuente.( María Soledad 2004.)

Cuando se utiliza TDD, el ancho de banda a ocupar se lo establece mientras el ciclo de trabajo transmisor/receptor varía en el tiempo. Con FDD, el ancho de banda es variable y el ciclo de trabajo transmisor/receptor es fijo. Tanto TDD como FDD consumen una cantidad de espectro equivalente para una velocidad efectiva dada.

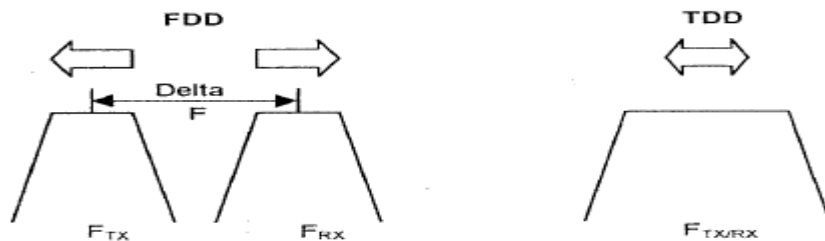


Figura 15. Distribución del Uso del Espectro con FDD y TDD

Fuente.( María Soledad 2004.)

La figura 15 muestra dos ventajas de utilizar TDD:

- No se requiere un espacio mínimo de separación entre las bandas de transmisión y de recepción. Es decir, no se pierde capacidad en la separación transmisor-receptor ("banda de guarda" utilizada en FDD).
- En FDD el número de frecuencias requeridas para la reutilización es dos (una para transmitir y otra para recibir). TDD entonces, ofrece mayor reutilización de frecuencia que FDD. (Geoff Varral 1992)

### **2.3.3.6 TÉCNICAS DE ACCESO AL MEDIO**

#### **Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA)**

Método de acceso múltiple, que permite soportar a múltiples usuarios al mismo tiempo que comparten una mancomunidad de canales de radio, de forma que cualquiera de ellos puede acceder a cualquier canal. Cada portadora o trozo de espectro se divide en pequeños períodos de tiempo o microsegmentos llamados “time slots”, de forma que a cada usuario se le asigna en cada momento un time slot, lo que permite multiplicar el número de usuarios.

### **2.3.3.7 BANDAS DE FRECUENCIA DE WIMAX**

El espectro electromagnético está dividido en bandas de frecuencias de radio enlaces conforme a las normas de los organismos reguladores de las comunicaciones mundiales, los cuales son parte de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Las frecuencias para radiocomunicaciones se definen entre límites bien establecidos y respetados por los diseñadores y usuarios.

El estándar inicial 802.16 se encontraba en la banda de frecuencias de 10-66 GHz y requería torres con Línea de Vista (LOS).

La nueva versión ratificada del estándar 802.16-2004, utiliza una banda del espectro más estrecha y baja, de 2-11 GHz, facilitando su regulación. Además, como ventaja añadida, no requiere de torres LOS sino únicamente del despliegue de estaciones base (BS) formadas por antenas emisoras/receptoras con capacidad de dar servicio a unas 200 estaciones suscriptoras (SS) que pueden dar cobertura y servicio a edificios completos.

## CAPA FÍSICA DE WIMAX

El 802.16-2004 contempla cuatro especificaciones en su capa física:

- SC (10-66 GHz): Portadora única
- SCa (sub-11 GHz): Portadora única, NLOS, Bandas con licencia
- OFDM (sub-11 GHz): 256 portadoras, NLOS
- OFDMA (sub-11 GHz): 2048 portadoras, NLOS, Bandas con licencia

En la tabla 3 se indican las características y beneficios de la capa física de WIMAX. (IEEE 802.16)

<b>Características</b>	<b>Beneficio</b>
Señal con 256 subportadoras OFDM	Soporta direccionamiento multitrayectoria en ambientes LOS
Modulación adaptiva y corrección de errores variable mediante RF	Asegura un robusto enlace de RF mientras maximiza la velocidad efectiva para cada suscriptor
Soporta duplexación TDD y FDD	Selección variable dependiendo de la compatibilidad permitida
Ancho del canal flexible (ej. 3.5MHz, 5MHz, 10 MHz, etc.)	Provee flexibilidad necesaria para operar en diferentes bandas de frecuencia dependiendo del lugar

Diseñado para soportar sistemas de antenas inteligentes	Suprimir interferencia, incrementar sistemas de ganancia para sistemas
---	--

Tabla 3. Características y Beneficios de la Capa Física

Fuente: (IEEE 802.16)

### **CAPA MAC DE WIMAX**

El estándar 802.16-2004 usa un protocolo TDMA que se programa por la estación base (BS) para asignar la capacidad a los suscriptores en una topología de red punto multipunto.

Aprovechando este protocolo basado en TDMA, el sistema WIMAX será capaz no solo de ofrecer altas velocidades, sino también servicios de baja latencia como voz y video o acceso a base de datos.

WIMAX utiliza un mecanismo de acceso denominado petición/concesión, además de un mecanismo de corrección de errores de capa 2 denominado ARQ.

En la tabla 4 se indican las características y beneficios de la capa MAC de WIMAX.

<b>Características</b>	<b>Beneficios</b>
Tramas uplink/downlink con TDM/TDMA	Uso eficiente de ancho de banda
Escalabilidad de 1 a cientos de usuarios	Efectiviza el costo de la red sin importar el número de usuarios

Orientado a Conexión	Calidad de servicio Enrutamiento y envío de paquetes más rápido
Petición de retransmisión automática (ARQ)	Mejora el rendimiento de la red eliminado errores inducidos por capas superiores
Utiliza modulación adaptiva	Ajusta la tasa de velocidad dependiendo de las condiciones del canal de comunicaciones
Seguridad y Encriptación	Protege la privacidad del usuario
Control Automático de Potencia	Habilita el despliegue de celdas minimizando la auto-interferencia

Tabla 4. Características y Beneficios de la Capa MAC

Fuente: (IEEE 802.16)

### **CALIDAD DE SERVICIO (QoS, Quality of Service)**

La capacidad de voz es extremadamente importante sobre todo en el mercado internacional. Es por esto que WIMAX incluye características de calidad de servicio permitiendo ofrecer servicios de voz y video que requieren una baja latencia en la red. Las características de concesión/petición de WIMAX en la capa MAC, permite ofrecer tanto servicios para negocios como un T1, servicios para hogares para manejar grandes volúmenes de datos mediante el “mejor esfuerzo”, similar al nivel de cable, y todo esto en una sola celda de una estación base.

## **COMPATIBILIDAD DE WIMAX CON TECNOLOGÍAS EXISTENTES**

WIMAX no ha sido diseñado para ser competidor de WiFi sino más bien para complementar y exceder las características técnicas de WiFi en aquellas carencias que éste presenta. WIMAX está pensado principalmente como tecnología de "última milla" y se puede usar para enlaces de acceso, MAN o incluso WAN. Destaca WIMAX por su capacidad como tecnología portadora sobre la que se puede transportar IP, TDM, T1/E1, ATM, Frame Relay y voz, lo que la hace perfectamente adecuada para entornos de grandes redes corporativas de voz y datos así como para operadores de telecomunicaciones que se vean obligadas a usar enlaces inalámbricos como parte de su backbone. Para cumplir este último requisito era imprescindible contar con diferentes niveles de calidad de servicio así como el uso de diferentes canales de comunicación en un mismo radio enlace físico. Asimismo permite cubrir distancias bastante respetables sin línea de visión directa (N-LOS).

La adopción de la tecnología WiFi sigue creciendo a un ritmo acelerado conforme más redes WAN inalámbricas se ponen en línea y conformen han progresado los adelantos a WIMAX. No obstante, sólo un pequeño porcentaje de la población del mundo tiene acceso de banda ancha de este tipo. Resumen la tabla 5 presenta una comparativa de WIMAX frente a tecnologías inalámbricas existentes.



Tecnología Características	WIMAX 802.16-2004	WiFi 802.11	MBWA 802.20	UMTS y CDMA2000
Velocidad	70 Mbps	11-54 Mbps	16 Mbps	2 Mbps
Cobertura	40-70 Km.	300 m	20 Km.	10 Km.
Licencia	Si/No	No	Si	Si
Ventajas	Velocidad y Alcance	Velocidad y Precio	Velocidad y Movilidad	Rango y Movilidad
Inconvenientes	Interferencias	Bajo alcance	Precio alto	Lento y caro

Tabla 5. Cuadro comparativo de tecnologías inalámbricas

### 2.3.4 Comunicaciones

La necesidad de comunicación que ha encontrado el hombre desde el comienzo de su historia lo ha llevado a dar pasos gigantes en la evolución. Pero estos pasos no están dados solo en lo biológico, que es algo que podemos observar diariamente, también en lo tecnológico, ya que una de las principales metas del hombre ha sido el romper con todo tipo de barreras que se le interpongan en su camino, y por consiguiente en su capacidad de comunicarse con los demás. Al comienzo su preocupación fue la lengua, luego la comunicación entre ciudades, mas tarde países, continentes y el espacio.

El desarrollo de estos dispositivos como el de cualquier equipo de comunicación va de la mano y realmente parece que tienen un largo camino por recorrer.

#### 2.3.4.1 Conceptos Básicos

Los medios de transmisión son los caminos físicos por medio de los cuales viaja la información y en los que usualmente lo hace por medio de ondas electromagnéticas.

Los medios de transmisión vienen divididos en guiados (por cable) y no guiados (sin cable).

#### **2.3.4.2 Medios Guiados**

Se conoce como medios guiados a aquellos que utilizan unos componentes físicos y sólidos para la transmisión de datos. También conocidos como medios de transmisión por cable.

##### **➤ Cableado de cobre**

El cableado de cobre es más común de unión entre host y dispositivos en redes locales (LAN). Los principales tipos de cables de cobre usados son:

- Cable coaxial.
- Par trenzado.

##### **➤ Cable coaxial**

Compuesto por un conductor cilíndrico externo hueco que rodea un solo alambre interno compuesto de dos elementos conductores. Uno de estos elementos (ubicado en el centro del cable) es un conductor de cobre. Está rodeado por una capa de aislamiento flexible. Sobre este material aislador hay una malla de cobre tejida o una hoja metálica que actúa como segundo alambre del circuito, y como blindaje del conductor interno. Esta segunda capa de blindaje ayuda a reducir la cantidad de interferencia externa, y se encuentra recubierto por la envoltura plástica externa del cable que es la funda.

El cable coaxial es quizá el medio de transmisión más versátil, por lo que está siendo cada vez más utilizado en una gran variedad de aplicaciones. Se usa para transmitir tanto señales analógicas como digitales. El cable coaxial tiene una respuesta en frecuencia superior a la del par trenzado, permitiendo por tanto mayores frecuencias y velocidades de transmisión. Por construcción el cable coaxial es mucho menos susceptible que el par trenzado tanto a interferencias como a diafonía.

Para la transmisión de señales analógicas a larga distancia, se necesitan amplificadores separados por muy pocos kilómetros, estando menos separados cuando mayor es la frecuencia de trabajo. El espectro de la señalización analógica se extiende hasta los 400MHz. Para señalización digital, en cambio, se necesita un repetidor aproximadamente cada kilómetro, esto es, la separación entre repetidores es menor

#### ➤ **Par trenzado**

Es el medio confinado más barato y más usado. Consiste en un par de cables, embutidos para su aislamiento, para cada enlace de comunicación. Debido a que puede haber acoples entre pares, estos se trenza con pasos diferentes. La utilización del trenzado tiende a disminuir la interferencia electromagnética (diafonía) entre los pares adyacentes dentro de una misma envoltura. También, el apantallamiento del cable con una malla metálica reduce las interferencias externas. Cada par de cables constituye sólo un enlace de comunicación. Típicamente, se utilizan haces en los que se encapsulan varios pares mediante una envoltura protectora. En aplicaciones de larga distancia, la envoltura puede contener cientos de pares.

Este tipo de medio es el más utilizado debido a su bajo coste (se utiliza mucho en telefonía) pero su inconveniente principal es su poca velocidad de transmisión y su

corta distancia de alcance. Con estos cables, se pueden transmitir señales analógicas o digitales.

Es un medio muy susceptible a ruido y a interferencias. Para evitar estos problemas se suele trenzar el cable con distintos pasos de torsión y se suele recubrir con una malla externa para evitar las interferencias externas. Típicamente, para enlaces de larga distancia, la longitud del trenzado varía entre 5 y 15 cm. Los conductores que forman el par tienen un grosor que varía típicamente entre 0,04 y 0,09 pulgadas.

### ➤ **Fibra Óptica**

Se trata de un medio muy flexible y muy fino (de 2 a 125um) que conduce energía de naturaleza óptica; si, puede conducir transmisiones de luz moduladas. Para la fibra se pueden usar diversos tipos de cristales y plásticos. Las pérdidas menores se han conseguido con la utilización de fibras de silicio fundido ultra puro.

- Las **fibras ultra- puras** son muy difíciles de fabricar.
- Las **fibras de cristal** multicomponente tienen mayores pérdidas y son más económicas, pero proporcionan una prestación suficiente.
- La **fibra de plástico** tiene todavía un coste menor y se puede utilizar para enlaces de distancias cortas, para los que son aceptables pérdidas moderadamente altas.

Si se compara con otros medios de la red de datos, es más caro, sin embargo, no es susceptible a la interferencia electromagnética y ofrece velocidades de datos más altas que cualquiera de los demás tipos de medios de la red de datos descritos aquí. El cable de fibra óptica no transporta impulsos eléctricos, como lo hacen otros tipos de medios de la red de datos que usan cables de cobre. En cambio, las señales que representan a los bits se convierten en haces de luz.

### **2.3.4.3 Medios no Guiados**

Los medios no guiados o sin cable han tenido gran acogida al ser un buen medio de cubrir grandes distancias y hacia cualquier dirección, su mayor logro se dio desde la conquista espacial a través de los satélites y su tecnología no para de cambiar.

#### **Microondas**

##### **➤ Microondas terrestres**

Suelen utilizarse antenas parabólicas. El tamaño típico es de diámetro de unos 3mts. Estas antenas se fija rígidamente, y transmite un haz estrecho que debe estar perfectamente enfocado hacia la antena receptora. Las antenas de microondas se sitúan a una altura apreciable sobre el nivel del suelo, para con ello conseguir mayores separaciones posibles entre ellas y pasa ser capaces de salvar posibles obstáculos. Para conexiones a larga distancia, se utilizan conexiones intermedias punto a punto entre antenas parabólicas.

##### **➤ Microondas por satélite**

Un satélite de comunicaciones es esencialmente una estación que retransmite microondas. Se usa como enlace entre dos o más receptores/trasmisores terrestres, denominados estaciones base. El satélite recibe la señal en una banda de frecuencia (canal ascendente), la amplifica o repite, y posteriormente la retransmite en otra banda de frecuencia (canal descendente). Cada uno de los satélites geoestacionarios operará en una serie de bandas de frecuencias llamadas “transponders”. El satélite recibe las señales y las amplifica o retransmite en la dirección adecuada. Para mantener la alineación del satélite con los receptores y emisores de la tierra, el satélite debe ser geoestacionario. El satélite, para mantenerse geoestacionario, debe tener un periodo de rotación igual al de la tierra y esto sólo ocurre a una distancia de 35.784 km. ( CARDOZO F.)

## **2.4 COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO “SALASACA” LIMITADA.**

La Coop. “SALASACA” Ltda. es una entidad financiera que presta sus servicios en el centro del país básicamente en tres cantones estos son Pelileo, Patate, Ambato con su matriz en la Parroquia de SALASACA, inicia en el año 2006.

### **Transmisión de datos en la Coop. “SALASACA**

En la actualidad la Coop. SALASACA cuenta con una red de área local para cada una de sus agencias en las cuales se utiliza para su red el par trenzado y un proveedor de internet externo a la cooperativa.

### **Información financiera**

La información financiera es el conjunto de datos que se emiten en relación con las actividades derivadas del uso y manejo de los recursos financieros asignados a una institución. Es aquella información que produce la contabilidad indispensable para la administración y el desarrollo de las empresas y por lo tanto es procesada y concentrada para uso de la gerencia y personas que trabajan en la empresa.

La información financiera nos permite ver las transacciones realizadas por cada socio.

Tipos de servicios financieros con los que cuenta la Cooperativa

- Cuentas
  - Cuenta corriente
  - Cuenta de Ahorros
- Servicios básicos
  - Pagos Luz
  - Pagos de agua

- Pagos de Teléfono

- Bonos

- Bono de desarrollo humano

- Créditos

## **2.5 Hipótesis**

El diseño de la red de datos afectará a la transmisión y movilidad de la información en la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA LTDA.

## **2.6 Variables**

### **2.6.1 Variable independiente**

Red de datos

### **2.6.2 Variable dependiente**

Transmisión y movilidad de la información en la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA LTDA

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

Esta investigación se basó en analizar y comprender las causas y efectos que conllevan el desarrollo del proyecto, Red alternativa con la tecnología WIMAX para mejorar la transmisión y movilidad de datos en la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda., la misma que involucró una investigación de campo, adquiriendo aproximaciones de la red actual de la Cooperativa. En cada una de sus sucursales.

#### **3.2 Modalidad Básica de la Investigación**

La presente investigación se contextualizó en una modalidad de investigación de campo y bibliográfica.

De campo porque fue realizado en la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda. por tres meses. Y bibliográfica debido a que los hechos fueron estudiados en base a normas legales que se encuentran tipificadas en reglamentos de las telecomunicaciones.



### **3.3 Tipos de Investigación**

La investigación abarco el nivel **exploratorio** pues reconoció las variables que nos competen. Un nivel **descriptivo** permitió caracterizar la realidad investigada. Y finalmente el nivel **explicativo** detecto las causas de determinados comportamientos y canalizó la estructuración de propuestas de solución a la problemática analizada.

### **3.4 Población y muestra**

#### **3.4.1 Población**

La población la constituye el gerente y la persona encargada del departamento técnico de la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda. En un total de 2 personas.

#### **3.4.2 Muestra**

Por ser el número de integrantes de la población muy pequeña todos los integrantes pasan a ser parte de la muestra

### **3.5 Técnicas e Instrumentos de investigación**

Las técnicas empleadas en la presente investigación fueron: observación.

Observación, en la Cooperativa y sus sucursales donde se realizó el estudio, detectando los problemas para su análisis e interpretación de resultados.

Entrevista, mediante la cual se recaudo información de los problemas con los que cuenta la Cooperativa en el traslado de datos se realizo al señor gerente y encargado del departamento técnico.

### **3.6 Recolección de información**

La recolección de investigación para el diseño de una red alternativa con la tecnología WIMAX para mejorar la transmisión y movilidad de datos en la Cooperativa de

Ahorro y Crédito SALASACA Ltada. Se ha realizado mediante entrevista con el departamento técnico de la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltada.

### **3.7 Procesamiento de la información**

Primeramente se procedió a la revisión de la información recolectada durante toda la investigación en cada uno de los puntos de acceso a la red existente en cada sucursal de la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltada

Acto seguido se realizó al análisis integral, enriquecido gracias a los elementos de juicio desprendidos del marco teórico, objetivos y variables de la investigación.

A continuación se efectuó la estructuración del proyecto, en una propuesta lógica y factible, que permitirán participar proactivamente en la solución o minimización de la problemática planteada.

## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

#### **4.1 INFORMACION OBTENIDA DE LA ENTREVISTA**

La entrevista fue realizada al Gerente general de la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda. Lcdo. Jorge Jerez quien mostro un gran interés por el proyecto reconociendo que mejorara el desarrollo de la cooperativa.

En primera instancia, se realizo la investigación del impacto que tendría en la Cooperativa la elaboración de una red alternativa con la tecnología WIMAX para mejorar la transmisión y movilidad de datos en la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltada., Se pudo determinar que es una muy buena opción para precautelar la información que dispone cada usuario.

Con la propuesta de este proyecto, podemos adentrarnos más en el desarrollo de nuevas tecnologías para las telecomunicaciones, permitiendo además que los usuarios puedan disfrutar de los beneficios de este avance tecnológico.

Se puede también predecir que con la ejecución de este proyecto, la información y lo servicios requeridos por los usuarios se lo realizara de manera rápida y eficiente dentro del tiempo requerido.

A continuación se detalla cada una de las preguntas realizadas al señor encargado del departamento técnico de la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda. en la entrevista que se llevo acabo.

**Pregunta 1.-**¿Está conforme con su proveedor de internet?

No por los problemas que presenta muy a menudo.

**Pregunta 2.-**¿Con cuántos equipos de acceso a internet cuenta por sucursal?

Todo depende de los servicios que se preste en cada sector pero se promedia 10 equipos por sucursal y matriz.

**Pregunta 2.-**¿La red actual le brinda actualización inmediata de datos?

La actualización de los datos en la Cooperativa no es inmediata en ninguno de sus centros

**Pregunta 3.-** ¿ Tiene acceso inalámbrico en su empresa?

La empresa en la actualidad no tiene ningún acceso inalámbrico

**Pregunta 4.-**¿Los usuarios están conformes con los servicios que la Cooperativa les ofrece?

Los usuarios no están totalmente conformes debido a los pocos servicios que se ofrece

**Pregunta 5 .-**¿ La Cooperativa cuenta con un sistema de respaldo en caso de que tenga algún desperfecto su proveedor de internet?

Este es otro de los problemas que presenta la empresa porque si pasa algo con nuestro proveedor la empresa tiene que dejar de prestar sus servicios hasta que se encuentre una solución al problema.

**Pregunta 6.-¿** Cree Ud. necesario la implementación de una red propia de la Cooperativa?

En la actualidad la mejor opción sería que la empresa cuente con una red que brinde servicio acorde a las necesidades de los usuarios.

#### **4.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

Una vez concluida la entrevista y con las respuestas a la misma podemos decir que la Cooperativa no está conforme con su proveedor de internet por que la actualización de datos no es inmediata y sus usuarios no están satisfechos con los servicios prestados, además no cuenta con una red inalámbrica.

Es por ello que la mejor opción para la Cooperativa es que cuente con una red propia de datos que brinde actualización inmediata del sistema, también aumentar y mejorar los servicios a los usuarios.

Una vez hecho el análisis de la entrevista y los beneficios que quiere la empresa con una red de datos podemos decir que la mejor opción es utilizar la tecnología WIMAX para el traslado de la información.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- Mediante el trabajo realizado, se ha podido determinar que la infraestructura de la red existente, ha afectado parte de la información requerida por los usuarios, de tal manera que los usuarios reclamen por sus servicios.
  
- Se pudo verificar que la red existente, no cumple con un verdadero estudio de necesidades de los clientes.
  
- La Cooperativa cuenta con la infraestructura física necesaria para plantear una solución al problema de conectividad.

- Con la implementación de una red privada que abarque la matriz y sus sucursales se puede centralizar la información, facilitando su administración y agilizando los procesos, resultando en una atención más eficiente.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda, en corto plazo de soluciones con respecto al tratamiento de información requerida por sus usuarios.
- Se tiene que dar mantenimiento preventivo y correctivo en los equipos los cuales conforman la red de comunicación, evitando el retraso del tráfico de la información en la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda.
- Se recomienda que se realice un plan de actualización y mantenimiento de la información requerida por los usuarios de la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda.
- Se recomienda que se comience con la implementación de una Red Wimax para interconectar la matriz de la Cooperativa con sus sucursales.

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 Datos informativos**

##### **TEMA**

**“RED ALTERNATIVA CON TECNOLOGÍA WIMAX PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN Y MOVILIDAD DE DATOS EN LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO “SALASACA” LTDA.”**

**Institución Ejecutora:** Universidad Técnica de Ambato

**Beneficiario:** Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda.

**Ubicación:** Provincia: Tungurahua

Cantón : Pelileo

Parroquia: Salasaca

**Autor:** Juan Carlos López Raza

**Tutor:** Ing. Geovanni Brito



**Entidad:** Universidad Técnica de Ambato- Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

## **6.2 Antecedentes de la Propuesta**

En la Cooperativa la información financiera debe estar totalmente protegida, actualizada y disponible cada que el usuario requiera realizar alguna transacción, por lo que es necesario que cada empresa financiera cuente con su propia red de datos.

A lo que se propone realizar una red de datos utilizando tecnología WIMAX, para mejorar la trasmisión y movilidad de datos.

## **6.3 Justificación**

Fue muy importante la investigación del tema, ya que permite conocer los aspectos técnicos de la infraestructura de las redes inalámbricas en lo que concierne a la transmisión de datos dentro de una cooperativa.

Además los resultados son un referente de gran importancia tanto para la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda. ya que dispondrá de información actualizada de todo tipo de transmisión de datos que se realicen dentro de la cooperativa y los nuevos servicios que se pueden brindar debido a la gran demanda de usuarios en dichos sectores.

Permitiendo a que se puedan tomar decisiones en cuanto al mejoramiento de las comunicaciones, implementando un sistema confiable y con mayores prestaciones.

Los beneficiados del proyecto investigativo son: la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda., los usuarios porque dispondrán de nuevos servicios y por último la universidad ya que dispondrán de un proyecto muy útil de información teórica y práctica para sus estudiantes.

## **6.4 Objetivos**

### **6.4.1 Objetivo General**

- Realizar el diseño de una red WIMAX para la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda.

### **6.4.2 Objetivos Específicos**

- Establecer una estructura general de la red usando Tecnología WIMAX para la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda.
- Seleccionar los equipos WIMAX requeridos en el diseño de la red para la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda.
- Diseñar los diagramas lógico y físico de la red WIMAX para la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda.
- Establecer el presupuesto de la red propuesta.

## **6.5 Análisis de Factibilidad**

### **6.5.1 Factibilidad Técnica**

La propuesta planteada es factible ya que los equipos y demás recursos tecnológicos requeridos para el diseño de una red inalámbrica de banda ancha Wimax se lo puede conseguir en el mercado nacional o importándolos.

### **6.5.2 Factibilidad Operativa**

La empresa cuenta con el personal indicado para llevar a cabo el presente proyecto, así mismo está en condiciones de seguir todos los procesos que demanda el proyecto, y existen usuarios finales dispuestos a emplear los servicios generados por el proyecto desarrollado.

### **6.5.3 Factibilidad Económica**

La realización del proyecto es factible económicamente ya que la Cooperativa cuenta con los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto, además los equipos requeridos en la red se los puede encontrar en el mercado nacional.

## **6.6 Fundamentación Científico - Técnica**

### **PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA**

Los avances tecnológicos contribuyen a la convergencia de los servicios de telecomunicaciones y cambian continuamente la manera de trabajar de las personas.

El vínculo estrecho entre proveedor-cliente hace que los sistemas estén diseñados para satisfacer las necesidades particulares de cada uno de ellos; además las soluciones que se presenten, estén en capacidad de funcionar en las condiciones más exigentes del mundo actual, para cubrir las necesidades de los usuarios, siendo capaces de ofrecer con gran experiencia y eficiencia un buen servicio siempre pensando que con una buena planificación se tenga satisfecho al cliente.

Una solución inalámbrica sería de gran beneficio, tanto para los usuarios como para los operadores del sistema, debido a su rápido despliegue y puesta en marcha del sistema.

### **6.6.1 Desarrollo del proyecto**

El presente trabajo propone el diseño de una red WIMAX, para la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA LTDA, éste diseño asegura el acceso de los empleados de dicha empresa a servicios como internet, red corporativa y demás redes de datos que ellos necesiten.

Datos:

La Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA LTDA tiene 4 locales importantes:

1. Matriz Parroquia Salasaca Frente al parque central
2. Pelileo ( General Cacha 262 y Padre Chacón)
3. Patate (Abdon Calderón s/n y Marcial Soria esq.)
4. Ambato (redondel de Huachi Chico)

Estas 4 sucursales deben estar permanentemente comunicadas con acceso a todos los servicios descritos.

### **6.6.2 Introducción**

El diseño en primer lugar considera establecer la estructura de la red, esto permitirá tener una idea clara de lo que necesitamos realizar en instancias posteriores. Una vez estructurada la red es necesario ubicar sitios estratégicos para situar las estaciones base y definir el área de cobertura de cada una.

Es importante definir la banda de frecuencia dentro de la cual se va operar, en esta parte es necesario considerar la regulación establecida y vigente para los servicios que se van a prestar a través de la red, así como para la frecuencia escogida.

A continuación se procede a la elección de los equipos que serán empleados en la implementación de la red, es importante considerar equipos que se acoplen de mejor manera a los requerimientos del sistema.

En este punto se diseñará un sistema que integre todos nuestros nodos de red de manera eficaz, este sistema de integración será el “backbone” de nuestra red y se propone realizarlo mediante el uso de microondas punto a punto bajo el estándar de WIMAX

### 6.6.3 ESTRUCTURA DE LA RED

La figura 21 que a continuación se presenta, nos da una idea de la posible estructura de la red, que ha sido considerado en función de la densidad de posibles usuarios y la ubicación geográfica de los mismos.

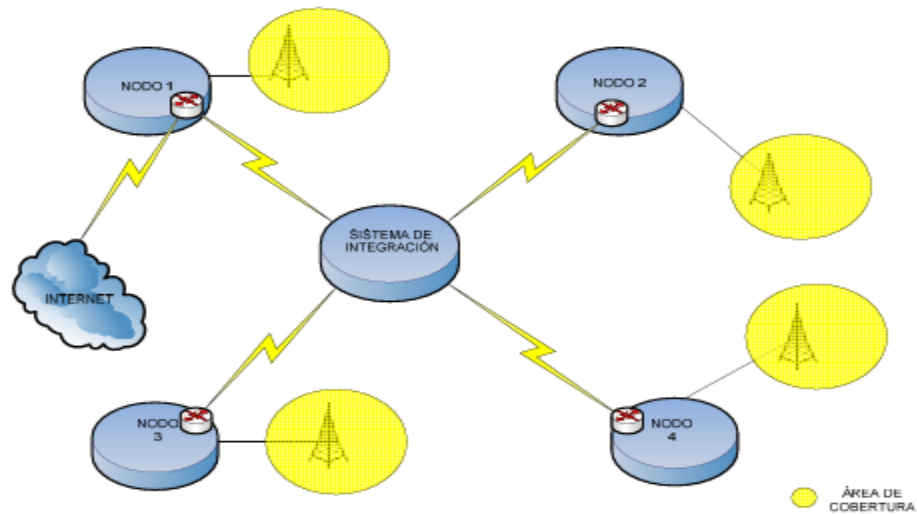


Figura 16. Diagrama de bloques de la red

**Elaborado por:** Investigador

#### 6.6.4 UBICACIÓN DE LAS RADIOBASES

Para escoger la ubicación geográfica de las radio bases es necesario cumplir con ciertos requisitos:

- ✓ Línea de vista con la mayoría de los usuarios potenciales.
- ✓ Cubrir la zona en su totalidad.

Ya que es importante que se cumpla los requisitos antes mencionados, se realizó una inspección para encontrar un lugar adecuado para el emplazamiento de las radio bases dando como resultado su ubicación en los lugares detallados en la tabla.8

Lugar de emplazamiento de las Radio bases	UBICACION		Altura de las antenas	ALTURA	NUMERO DE USUARIOS
	LONGITUD	LATITUD	/nivel de la tierra	/NIVEL DEL MAR	
MATRIZ SALASACA	78' 34'39.07"w	1 ' 19 ' 15.82"	12	m	14
PELILEO	78°32'40.1"W	01°19'45.3"S	9	2602 m	8
PATATE	78°30'22.9"W	01°18'45.1"S	9	2205m	8
AMBATO	78°32'40.1"W	01°23'48"S	9	1830 m	8

Tabla 6. Ubicación geográfica de las radio bases

**Elaborado por:** Investigador

### **6.6.5 BANDA DE FRECUENCIA**

Para el desarrollo del proyecto hemos escogido las bandas no licenciadas puesto que requiere menos trámite para su utilización, mientras que las bandas con licencia son concesionadas por el CONATEL.

Se aprobará la operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilicen técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en las siguientes bandas de frecuencia:

<b>BANDA (MHz)</b>	<b>ASIGNACIÓN</b>
902 - 928	No licenciada
2400 - 2483.5	No licenciada
5150 - 5250	Licenciada
5250 - 5350	Licenciada
5470 - 5725	Licenciada
5725 - 5850	No licenciada

Tabla 7. Bandas de Frecuencias asignadas por la SNT

El CONATEL aprobará y establecerá las características técnicas de operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha en bandas distintas a las indicadas en la presente Norma, previo estudio sustentado y emitido por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones. (RESOLUCION 417-15-CONATEL)

El presente diseño se utilizará la banda de 5,725 – 5,850 GHz denominada Banda no licenciada; debido a que en esta banda presenta mayor ancho de banda por canal hasta 10 MHz, según el equipo que utilice.

### **6.6.6 REUSO DE FRECUENCIA EN ESCENARIOS MULTICELDA**

Como ya se ha mencionado, el rehusó de frecuencia en los escenarios múlticelda de los sistemas WiMAX se cumple en grupos de N celdas, es decir, se asignan canales a cada uno de los sectores de un grupo de celdas contiguas teniendo en cuenta aspectos como máxima separación entre canales adyacentes y polarizaciones alternantes, luego se repite el patrón de N celdas hasta cubrir la totalidad del área de servicio.

### **6.6.7 ÁREA DE COBERTURA**

Como se especificó anteriormente el diseño de la red tendrá un área de cobertura que cubra gran parte o en su totalidad los sectores en donde se encuentra cada una de las estaciones bases de la cooperativa para el despliegue de un sistema como el que exponemos en el presente proyecto.

Cabe destacar que la densidad de usuarios en la ciudad no es uniforme, por lo que es necesario ubicar las zonas donde están concentrados los usuarios potenciales, considerando el análisis de demanda.

## **6.7 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS**

Existe una cantidad extensa de equipos que pueden ser utilizados en sistemas WIMAX. Muchos de los fabricantes conocidos a nivel mundial han desarrollado tecnología de punta para todo tipo de usuarios en los mercados más exigentes.

El proceso de selección de equipos entre un fabricante y otro, no es tarea sencilla. Se lo realiza siguiendo ciertos pasos, según lo disponga la empresa interesada en la compra de equipos. Se podrá seguir un proceso parecido al siguiente:

- Llamar a una presentación de ofertas, habiendo estudiado con detenimiento los requerimientos del sistema.
- Conocer las características técnicas que presenta cada fabricante.



- Estudiar las propuestas económicas de cada fabricante.
- Seleccionar uno o varios fabricantes, basándose en los dos puntos anteriores.
- Negociar formas de financiamiento con los fabricantes seleccionados.
- Elección del equipo a ser instalado en el sistema.

En la tabla 10 se presenta varios fabricantes y las características más relevantes de los equipos que ofrecen. Se elegirá al que se acople mejor a las necesidades del diseño. (airspan)

<b>Fabricante</b>	<b>AIRSPAN</b>	<b>NEX-G</b>	<b>SIEMENS</b>	<b>ALVARION</b>	<b>APERTO</b>
<b>Modelo</b>	<b>HyperMax</b>	<b>Horizon</b>	<b>SkyMax</b>	<b>BreezeMax</b>	<b>PacketMax</b>
<b>Banda de Frecuencia (GHz)</b>	3,4 - 3,6 y 5,8	5,8; 3,5 y 2,5	3,4 - 3,8	3,4 - 3,6	3,4 - 3,6 y 5,8
<b>Potencia del Transmisor (dBm)</b>	32 x antena	NO ESPECÍFICA	35	28	20 – 28

<b>Sensibilidad del receptor (dBm)</b>	-115 (1/16)	NO ESPECIFICA	-103/-100	-100/-103	-100
<b>Ancho del canal(Mhz)</b>	1,75; 3,5; 5; 7 y 10	1,75; 3,5; 7 y 10	1,75 a 14	1,75; 3,5	2 - 10 pasos de 1
<b>QoS</b>	UGS rtPS nrtPS BE	RT	CG RT NRT BE	RT	CG RT NRT BE
<b>Ganancia de la Antena</b>	DL 18dBi UL 13dBi	18dbi	NO ESPECIFICA	17dBi	NO ESPECIFICA
<b>IPv6</b>	Si	NO ESPECIFICA	NO ESPECIFICA	NO ESPECIFICA	NO ESPECIFICA
<b>CIR/MIR</b>	Si	NO ESPECIFICA	NO ESPECIFICA	NO ESPECIFICA	NO ESPECIFICA
<b>Encriptación</b>	AES/DES	NO ESPECIFICA	NO ESPECIFICA	WEP 64 - 128 bits	AES/DES

<i>Actualización de software</i>	Si	Si	Si	NO ESPECIFICA	Si
<i>VLAN</i>	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla 8. Características de equipos WIMAX

Fuente: (airspan)

Si se estudia detalladamente la tabla se observa que las marcas AIRSPAN, NEX-G y APERTO trabajan en la banda de 5,8 GHz que es la que utilizamos para el diseño del proyecto. Es importante monitorear y administrar el ancho de banda de cada uno de los clientes esta opción está disponible con los equipos AIRSPAN.

Al momento los equipos AIRSPAN tienen compatibilidad con el estándar IPv6 y además soportan actualización del software del estándar 802.16-2004 a 802.16-e.

Después de revisar las especificaciones técnicas de cada fabricante y sus equipos llegamos a la conclusión que los equipos de Airspan y su línea AsMax se acoplan de mejor manera a los requerimientos de nuestro diseño.

Una vez seleccionado el fabricante y la línea de equipos a continuación se describirá las estaciones base y los equipo terminal de usuario que se considerarán en el diseño.

### **6.7.1 ESTACIÓN BASE HIPERMAX**

HiperMax está diseñado para operar sobre grandes redes, utiliza un sistema altamente escalable y redundante.

Proporciona una amplia cobertura con un arreglo de antenas de 8 elementos, toda estación base HiperMax soporta Sistema de Antenas Adaptivas (AAS), diversidad de transmisión y recepción multicanal, además posee una plataforma que le permitirá utilizar Acceso Múltiple por División Espacial (SDMA), el cual usa el arreglo de antenas para mejorar la capacidad y el reuso de frecuencias.

Las estaciones base HiperMax pueden ser configuradas para proveer aplicaciones de voz tradicionales utilizando TDM o pueden ser optimizadas para soportar aplicaciones VoIP, usando un gateway estándar hacia la PSTN (Public Switched Telephone Network).

La estación base HiperMax ha sido seleccionada ya que permite manejar gran cantidad de tráfico así como de Equipos terminal de usuarios.

### **6.7.2 ESTACIÓN BASE MICROMAX**

La estación base MicroMax tiene un diseño altamente modular, y consiste de dos partes principales: una externa de radio frecuencia (BSR, Base Station Radios) y una interna denominada Unidad de Distribución de Estación Base (BSDU) o un sencillo adaptador de canal de datos. Cada emplazamiento de estaciones base puede contener hasta 12 BSRs, dependiendo de la cantidad de espectro disponible. Cada BSR es conectada a la BSDU a través de un interfaz 100BASE-T operando sobre cable UTP categoría 5, el cual conduce datos y alimentación.

MicroMax-SOC ha sido diseñada para soportar baja densidad de tráfico, acceso de banda ancha rural, aplicaciones empresariales y DSL operando en bandas licenciadas y no licenciadas.

Una de las principales características de MicroMax BSR es que requiere menos de 28 vatios de potencia, haciéndolo ideal para alimentarse de energía a través de la línea de datos usando líneas SHDSL, de éste modo se hace posible la entrega

económica de servicios inalámbricos de banda ancha a comunidades rurales, superando el alcance de DSL.

MicroMax ha sido considerada para zonas en las que la concentración de usuarios no es muy grande y el tráfico que generan no es muy alto.

### **6.7.3 EQUIPO TERMINAL DE USUARIO (CPE)**

El CPE (Customer Premises Equipment) de WIMAX es un terminal simple “plug and play”, similar a un módem xDSL, proporciona la conectividad. Para los clientes situados a varios kilómetros de la estación base de WIMAX, una antena al aire libre se puede requerir para mejorar calidad de transmisión. Para servir a clientes alejados se requiere una antena directiva apuntando a la estación base de WIMAX. Para los clientes que solicitan voz además de servicios de banda ancha, el CPE específico permitirá la conexión del teléfono estándar o de los teléfonos de VoIP. Para las “notebooks” el CPE consiste en una tarjeta insertable, mientras que para los equipos móviles será un chip WIMAX.



Figura 17. CPE WIMAX, para aplicaciones fijas y móviles.

Fuente: (airspan)

El ProST de Airspan ha sido diseñado para un despliegue externo rápido y simple, para ser instalado por personal calificado en menos de una hora. Esta unidad es ideal cuando se necesita garantizar calidad de servicio. El ProST asegura alta disponibilidad de servicio en rangos mejorados, operando indistintamente en ambiente de propagación LOS y NLOS.

Para ofrecer un servicio básico, el ProST posee una configuración simple, sin embargo; para dar mejor servicio el ProST requerirá el sistema de administración para autenticar el equipo de usuario usando el protocolo X.509. La figura 23 nos da una idea de cómo trabaja el ProST.

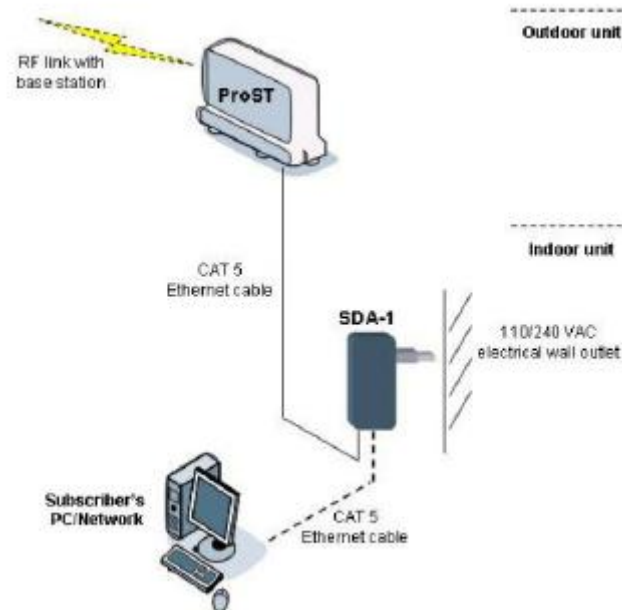


Figura 18. Equipo ProST con antena integrada

Fuente: (airspan)

ProST-WiFi es el equipo terminal que será utilizado para los usuarios empresariales por las características antes mencionadas.

## 6.7.4 Características específicas de los equipos Airspan

		Macro Cells Base Stations	
		HiperMAX	MacroMAX
RF Interface	Physical Layer	OFDM (SDR software upgradable to SOFDMA)	OFDM (SDR software upgradable to SOFDMA)
	Frequency Bands	3.4-3.6GHz initially, 2.3-2.4GHz, 4.9-5.0GHz + subsequent additional WIMAX bands	3.4-3.6GHz initially
	Channel Size	1.75MHz, 3.5MHz, 5MHz, 7MHz, 10MHz	1.75MHz, 3.5MHz, 5MHz
	FFT	256 (SDR software upgradable to 512 and 1024)	256 (SDR software upgradable to 512 and 1024)
	Duplex Method	FDD + TDD	FDD initially
	Sector Angle	60, 90, 120, 180, omni	60, 90, 120, 180, omni
	Modulations Supported	64QAM, 16QAM, QPSK, BPSK	64QAM, 16QAM, QPSK, BPSK
	WIMAX Profiles Supported	3.5F1, 3.5F2, 3.5T1, 3.5T2	3.5F1, 3.5F2, 3.5T1, 3.5T2
	Standards Compliance	IEEE 802.16-2004 (Software upgradeable to 802.16e)	IEEE 802.16-2004 (Software upgradeable to 802.16e)
	Tx Power (see note 1)	Up to +32dBm per antenna element	Up to +37dBm per antenna
	Rx Sensitivity (see note 2)	-115dBm (1/16), -103dBm (1/1)	-115dBm (1/16), -103dBm (1/1)
AAS & Diversity Gains (Downlink / Uplink)	Up to 22dB / 15dB	Up to 7dB / 7dB	
RF Interface Options	Adaptive Antenna System (AAS) Support	Yes	No
	Multi Channel Tx Diversity	Yes	Yes
	Nth Order Rx Diversity	Yes	Yes
	Space Division Multiple Access (SDMA) Support	Yes, by software upgrade	No
	Spatial Frequency Interface Rejection (SFIR) Support	Yes, by software upgrade	No
	Uplink Sub-Channelisation Support	1/2, 1/4, 1/8, 1/16 (+1/32 with software upgrade)	1/2, 1/4, 1/8, 1/16 (+1/32 with software upgrade)
	Dynamic Frequency Selection (DFS) Support	N/A	N/A
	Turbo Coding Supported	Yes, by software upgrade	Yes, by software upgrade
	Configurable Cyclic Prefix	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 1/8, 1/16, 1/32
	Configurable Frame Duration	2.5, 4, 5, 8, 10, 12.5, 20ms	2.5, 4, 5, 8, 10, 12.5, 20ms
GPS Clock Synch Supported	Yes	Yes	
IP Options / Features	Bridging Mode	802.1D self-learning bridge	802.1D self-learning bridge
	IPv6	IPv4 + IPv6	IPv4 + IPv6
	802.1Q VLAN	Yes	Yes
	MIR / CIR	Yes	Yes
	DiffServ	Yes	Yes
	Packet IPv6 over 802.3/Ethernet	Yes	Yes
	Packet IPv4 over 802.1Q	Yes	Yes
	Packet IPv6 over 802.1Q	Yes	Yes
	Payload Header Suppression	Yes	Yes
	Multicast Polling	Yes	Yes
	ARQ	Yes	Yes
Packing	Yes	Yes	
Scheduling	Unsolicited Grant Service	Yes	Yes
	Real Time Polling	Yes	Yes
Encryption	Data Encryption AES CCM	Yes	Yes
	TEK Encryption AES 128bit	Yes	Yes
	TEK Encryption AES 1024	Yes	Yes
Management	Managed Subscriber Station	N/A	N/A
User / Network Interface Options	User / Network Interface	100bT/1000bT Ethernet	100bT Ethernet
Power	Voltage	-48V DC nominal	85-265V AC
	Power Consumption	250W per AAS Sector	300W per Diversity Sector
Mechanical	Indoor Dimensions (h-w-d)	Chassis to fit 19" / 23" Equipment Rack	Chassis to fit 19" / 23" Equipment Rack
	Outdoor Dimensions (h-w-d)	710 x 275 x 130 mm (inc. antenna array)	840 x 159 x 82.5 mm (for a single 120deg antenna)
	Indoor Weight	110kg	13.5kg
	Outdoor Weight	20kg	7kg (for a single 120deg antenna)

Note 1: Tx powers apply for QPSK operation. 64QAM support requires appropriate power back-off.

Note 2: Rx sensitivities apply to the minimum channel bandwidth supported and include maximum sub-channelisation.

Figura 19. Características específicas de los equipos Airspan de la estación base

Fuente: (airspan)



Micro Cells Base Stations		Indoor CPE	Outdoor CPE
<b>MicroMAX-SOC</b>	<b>MicroMAX-SDR</b>	<b>EasyST</b>	<b>ProST</b>
OFDM (future release supports SOFDMA)	OFDM (SDR software upgradable to SOFDMA)	OFDM (future release supports SOFDMA)	OFDM (future release supports SOFDMA)
3.4-3.6GHz, 5.8GHz initially + subsequent additional WIMAX bands	3.4-3.6GHz, 4.9-5.0GHz + subsequent additional WIMAX bands	3.4-3.6GHz, 4.9-5.0GHz, 2.3-2.4GHz + subsequent additional WIMAX bands	3.4-3.6GHz, 5.8GHz, 4.9-5.0GHz, 2.3-2.4GHz + subsequent additional WIMAX bands
1.75MHz, 3.5MHz, 7 MHz, 10MHz	1.75MHz, 3.5MHz, 5MHz 7MHz, 10 MHz	1.75MHz, 3.5MHz, 5MHz 7MHz, 10MHz	1.75MHz, 3.5MHz, 5MHz 7MHz, 10MHz
256 (future release supports 512 and 1024)	256 (SDR software upgradable 512 and 1024)	256 (future release supports 512 and 1024)	256 (future release supports 512 and 1024)
FDD + TDD	FDD + TDD	HFDD + TDD	HFDD + TDD
60 + others with external antenna	60, 90, 120, 180, omni	N/A	N/A
64QAM, 16QAM, QPSK, BPSK	64QAM, 16QAM, QPSK, BPSK	64QAM, 16QAM, QPSK, BPSK	64QAM, 16QAM, QPSK, BPSK
3.5F1, 3.5F2, 3.5T1, 3.5T2, 5.8T IEEE 802.16-2004 (future release to support 802.16e)	3.5F1, 3.5F2, 3.5T1, 3.5T2 IEEE 802.16-2004 (Software upgradeable to 802.16e)	3.5F1, 3.5F2, 3.5T1, 3.5T2 IEEE 802.16-2004 (future release to support 802.16e)	3.5F1, 3.5F2, 3.5T1, 3.5T2, 5.8T IEEE 802.16-2004 (future release to support 802.16e)
+28dBm	Up to +32dBm per antenna element	+24dBm	Up to +23dBm
-115dBm (1/16), -103dBm (1/1)	-115dBm (1/16), -103dBm (1/1)	-103dBm	-103dBm
7dB / 7dB with dual BSRs	7dB / 7dB	-	-
No	No for standard configuration	Yes	Yes
Yes (with multiple BSRs)	Yes	Yes	Yes
Yes (with multiple BSRs)	Yes	Yes	Yes
No	No for standard configuration	Yes	Yes
No	No for standard configuration	Yes	Yes
1/2, 1/4, 1/8, 1/16	1/2, 1/4, 1/8, 1/16 (+1/32 with software upgrade)	Yes	Yes
Yes (at 5.8GHz)	N/A	N/A	Yes (at 5.8GHz)
No	Yes, by software upgrade	No	No
1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	N/A	N/A
2.5, 4, 5, 8, 10, 12.5, 20ms	2.5, 4, 5, 8, 10, 12.5, 20ms	N/A	N/A
Yes	Yes	N/A	N/A
802.1D self-learning bridge	802.1D self-learning bridge	802.1D self-learning bridge	802.1D self-learning bridge
IPv4 + IPv6	IPv4 + IPv6	IPv4 + IPv6	IPv4 + IPv6
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	No	No
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes
N/A	N/A	Yes	Yes
100bT/1000bT Ethernet	100bT/1000bT Ethernet	10/100bT Ethernet, 802.11g WiFi, POTS with integrated RGW	10/100bT Ethernet, 802.11g WiFi, POTS with integrated RGW, E1, T1
-48V DC nominal, 90-265V AC	90-265V AC,	90-264V AC, 6VDC	-48V DC nominal, 90-264V AC
25W per sector	220W per AAS sector	6-8W	10W
43 x 483 x 229mm	N/A (all outdoor solution)	30 x 145 x 145mm (excl dip-on antenna)	200 x 150 x 40mm
317 x 400 x 66mm	Multiple configurations available	N/A	244 x 311 x 65.5 mm
3kg	-	1.4kg	0.5kg
5kg	-	N/A	1.2kg

Figura 20. Características específicas de los equipos Airspan de los equipos terminales de usuarios

Fuente: (airspan)

### 6.7.5 SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE RED

Como todo sistema de telecomunicaciones necesita de un sistema de control y monitoreo de la red, se ha elegido para el presente diseño utilizar uno que ha sido elaborado por los mismos fabricantes de los equipos; esto permitirá un óptimo funcionamiento de la red.

Netspan es un administrador de red centralizado que soporta una arquitectura cliente/servidor y está basado en SNMP. El Netspan Server corre sobre la plataforma de un PC, haciendo uso de una Base de Datos SQL que almacena la configuración, estadísticas e historial de alarmas de la red de radio. Para acceder al servidor Netspan se lo hace desde el Explorador de Internet Microsoft, usando el servicio de web del servidor Netspan, como se aprecia en la figura 25

Netspan soporta equipos que conforman el estándar WIMAX, y puede ser integrado con sistemas de administración existentes.

Soporta sistemas fijos y nómadas (móviles y portátiles) con actualizaciones.

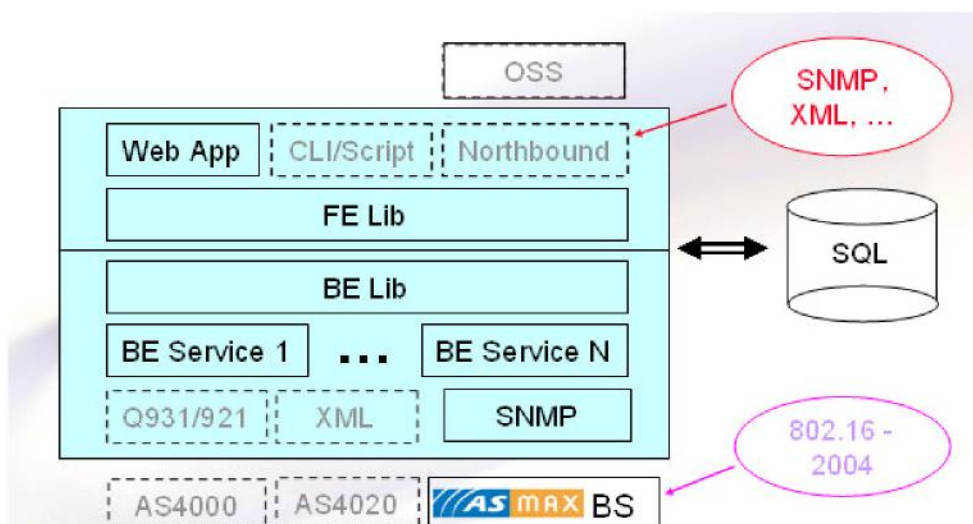


Figura 21. Modelo de la Arquitectura de capas Netspan

Fuente: ( Lara Gonzalo 2005)

El Sistema de Administración de Red Netspan está basado en una plataforma Microsoft.net que permite configuración, operación y mantenimiento como cliente web estándar. La figura 26 presenta un esquema de cómo Netspan administra los terminales de los clientes.

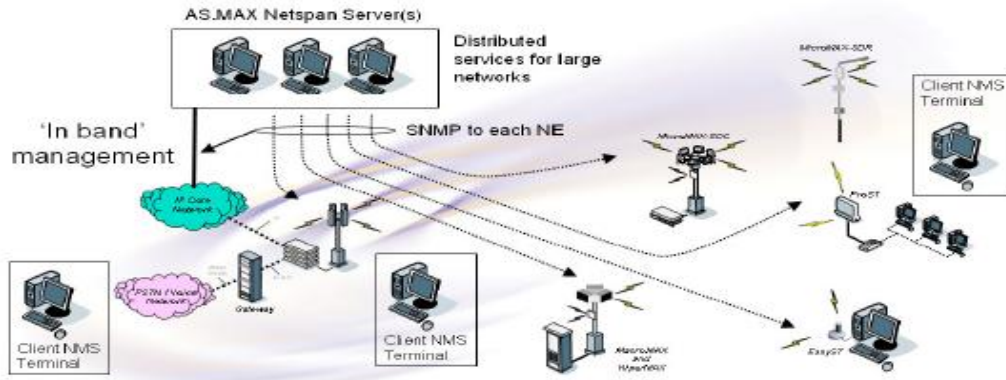


Figura 22. Terminales NMS de cliente distribuidos

Fuente: ( Lara Gonzalo 2005)

Permite el control centralizado de las estaciones base mediante reportes continuos de las mismas hacia el centro de operaciones donde estará ubicada la terminal de control. La figura 27 nos da una idea de cómo Netspan monitorea y administra las estaciones base de manera centralizada.

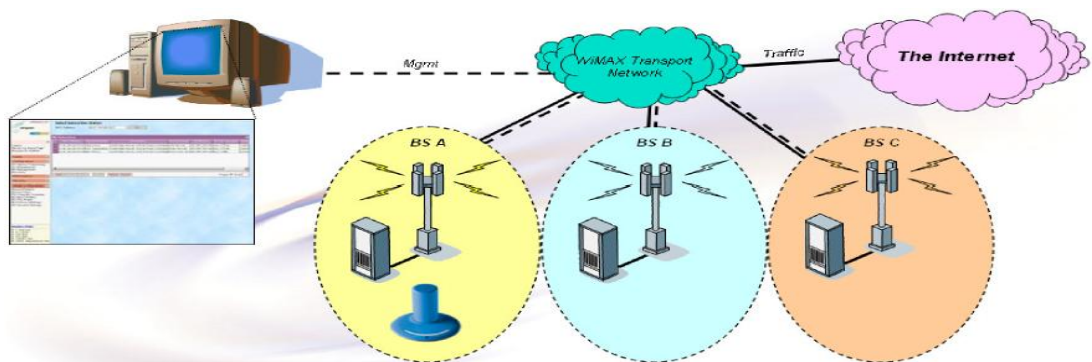


Figura 23. Modelo de Administración total de la Red incluyendo Estaciones Base

Fuente: ( Lara Gonzalo 2005)

### 6.7.6 Actualización de WIMAX

Los equipos antes mencionados podrán utilizar actualizaciones para operar con nuevas versiones de software ya sea bajo el estándar fijo o móvil, de acuerdo a las especificaciones de la tabla 11.

	<b>WIMAX Fijo</b>	<b>WIMAX Móvil</b>
<b>Estándar</b>	802.16-2004	802.16e-2005,
<b>Capa Física</b>	256 FFT OFDM	512 and 1024 FFT SOFDMA
<b>Tamaño de Canal</b>	3.5 MHz, 7 MHz y 10 MHz	5 MHz y 10 MHz
<b>Método de Duplexación</b>	TDD & FDD	TDD (actualmente)
<b>Capa de Convergencia</b>	Ethernet (Capa 2)	IP (Capa 3)
<b>Scenarios de Aplicación</b>	Fijo y nómada	Portable y Móvil
<b>Cliente</b>	CPEs externos módems de escritorio	Tarjetas para Laptop, Dispositivos
<b>Esquemas de Modulación</b>	64 QAM en Uplink y Downlink	64 QAM en downlink, 16 QAM en
<b>Características del sistema</b>	Bridging transparente, Roaming nómada,	Soporte Handover, Paging, Sleep
<b>Características de CPEs para soportar técnicas de RF</b>	Diversidad de Tx and Rx (opcional) Uplink Sub-canalización	AAS (obligatorio) MIMO (obligatorio)

tabla 9. Actualización de Wimax

Fuente: ( Lara Gonzalo 2005)

## 6.8 DISEÑO DEL “BACKBONE” DE LA RED

Las estaciones base necesitan de un sistema que las integre y es independiente de la tecnología se podría usar enlaces de fibra óptica, así como enlaces de microondas, el presente proyecto propone el diseño de un “backbone” utilizando tecnología WIMAX con enlaces punto-punto para integrar todas las estaciones base.

Se realizará un enlace desde la estación base situada en el edificio donde opera la Matriz de la Cooperativa hacia una estación base ubicada en el Cerro Niton desde aquí se enlazarán a las demás sucursales localizadas en la provincia del Tungurahua mediante enlaces punto-punto.

Las coordenadas geográficas de la estación ubicada en el Cerro Nitón y de las sucursales y de la matriz se presentan en la tabla 12 :

	UBICACION		ALTURA
	LONGITUD	LATITUD	/NIVEL DEL MAR
Cerro Niton	78'33'24.41"W	1'18'11.05"S	2890 m
Matriz Salasaca	78'57'7.52"W	1'32"10.6"S	2735m
Sucursal Ambato	78'62'9.97"W	1'27'58.9"S	2770m
Sucursal Pelileo	78'54'49.3"W	1'32'9.57"S	2615m
Sucursal Patate	78'50'7.13"W	1'31'30.9"S	2200 m

Tabla 10. Coordenadas geograficas.

**Elaborado por:** Investigador



En el siguiente grafico se puede observar como van estar distribuidas las estaciones bases y el repetidor ubicado en el cerro Nitón.

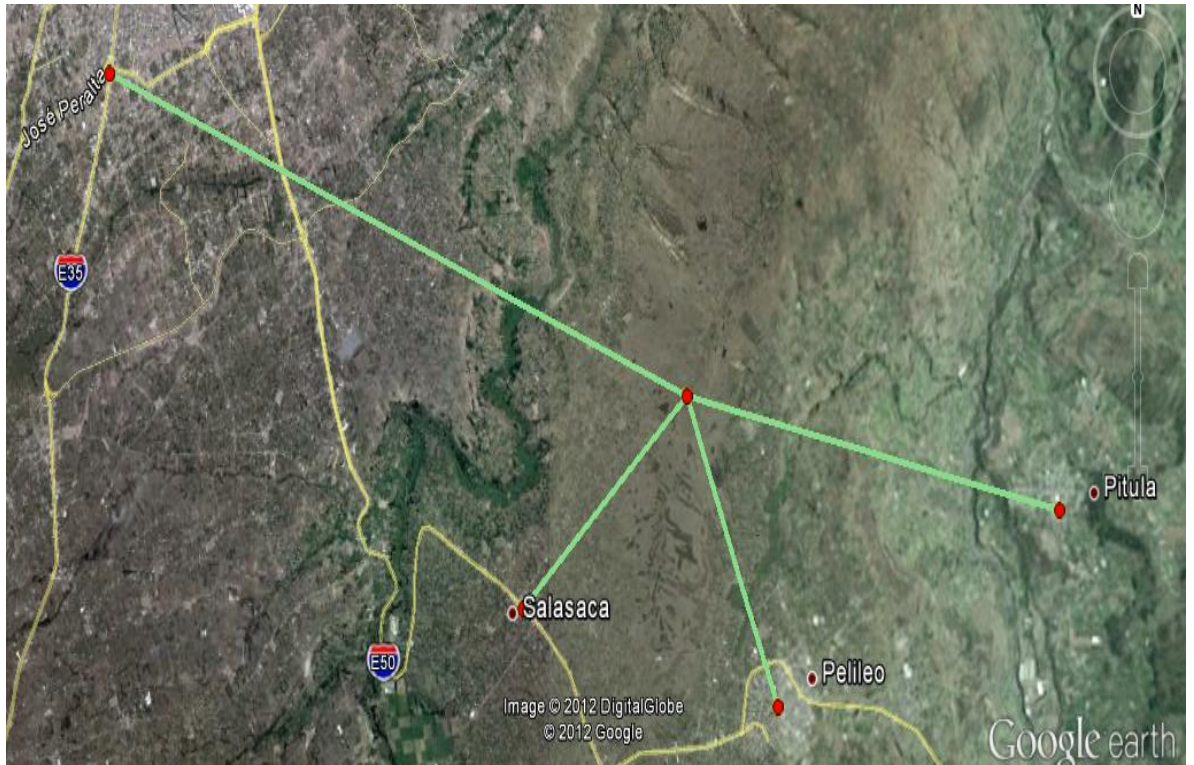


Figura24. Coordenadas Geográficas

**Elaborado por:** Investigador

### **6.8.1 DIAGRAMA FÍSICO DE LA RED**

En la siguiente figura se observa el diagrama físico de la red Wimax, la misma que cuenta con una estación base en el cerro Niton desde donde tranquilamente se puede realizar los enlaces con cada uno de los puntos ya mencionados.

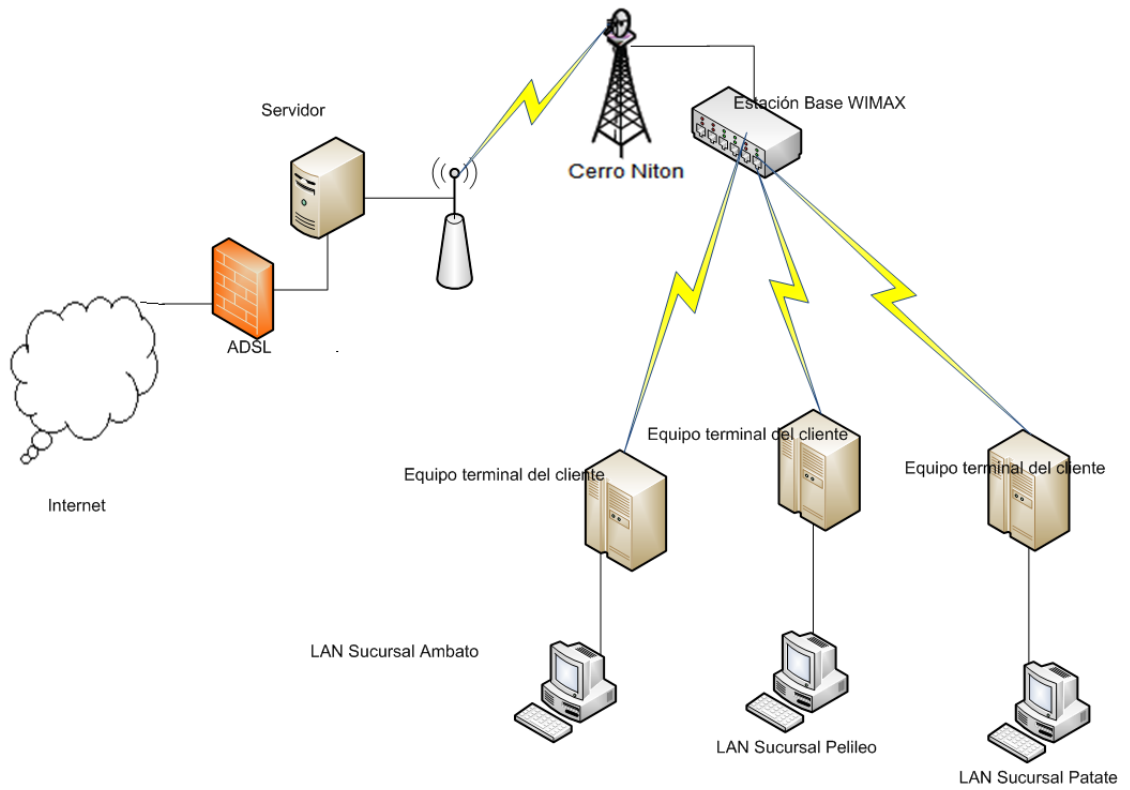


Figura 25. Diagrama físico de la red

**Elaborado por:** Investigador

A continuación se procede a calcular cada uno de los enlaces entre la estación base con la matriz y las sucursales utilizando el software Linkplanner.

### 6.8.2 Enlace Matriz Salasaca Cerro Nitón

En la siguiente figura nos da una idea de la configuración del enlace entre la Matriz Salasaca y el Cerro Niton así como su distancia.

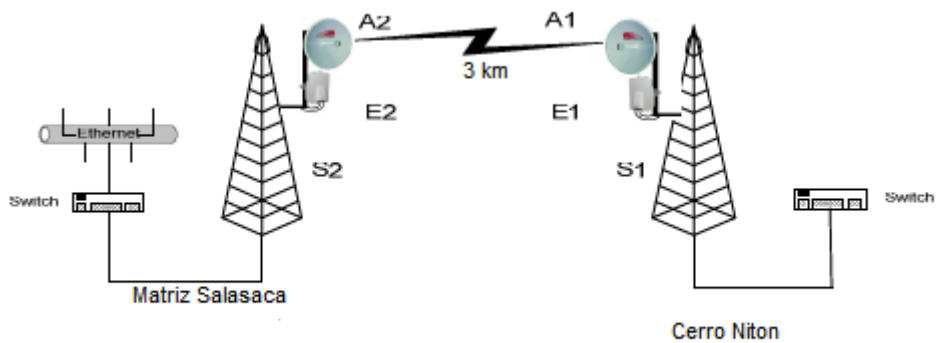


Figura 26. Enlace Matriz Salasaca Cerro Nitón

**Elaborado por:** Investigador

A continuación se presenta el perfil topográfico del enlace entre la Matriz Salasaca y el Cerro Nitón, así como el cálculo de la primera zona de fresnel.

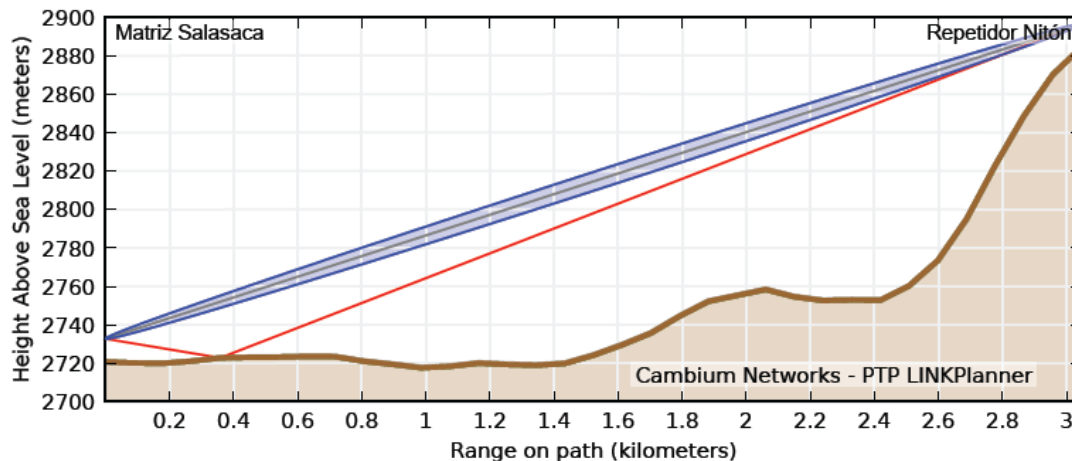


Figura 27. Enlace Matriz Salasaca Cerro Nitón perfil topográfico

**Elaborado por:** Investigador

La siguiente figura muestra algunas características del enlace entre la Matriz Salasaca y el Cerro Nitón.



	Performance to Matriz Salasaca	Performance to Repetidor Nitón	
Mean IP	76.4 Mbps	76.4 Mbps	
IP Availability	100.00000 % for 1.0 Mbps	100.00000 % for 1.0 Mbps	

Link Summary			
Link Length	3.047 km	System Gain	141.33 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	23.94 dB
Regulation	Mexico	Mean Aggregate Data Rate	152.8 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.00000 %
Bandwidth	30 MHz	Annual Link Unavailability	0 secs/year
Total Path Loss	117.39 dB	Prediction Model	ITU-R

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-135.46 N units/km	Link Type	Line-of-Sight
Area roughness 110x110km	930.29 metre	Excess Path Loss	0.00 dB
Geoclimatic factor	1.82e-005	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-7, ITU-R P.835-4
Fade Occurrence Factor (P0)	9.64e-010	Diffraction Loss	ITU-R P.526-10
Path inclination	53.72 mr	Propagation	ITU-R P.530-12
0.01% Rain rate	60.17 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-5
Free Space Path Loss	117.38 dB	Refractivity Index	ITU-R P.453-9
Gaseous Absorption Loss	0.02 dB		

Part Number	Qty	Description
(no part number)	2	Airspan Antena wimax Hypermax
BP5830BHC-2	1	PTP 58600 Full Connectorised (ETSI/RoW) - Link Complete
WB2907	2	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Figura 28. Características del enlace

Fuente: LINKPlanner

### 6.8.3 Enlace Sucursal Ambato y el Cerro Nitón

En la siguiente figura nos da una idea de la configuración del enlace entre la Sucursal Ambato y el Cerro Niton así como su distancia.

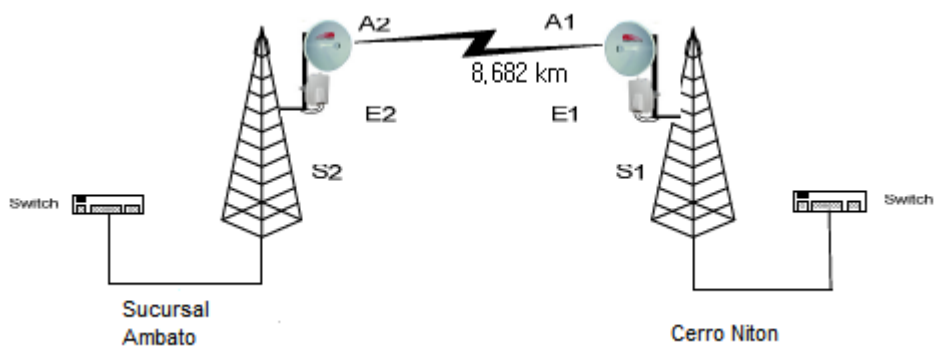


Figura 29. Enlace Sucursal Ambato - Cerro Nitón

**Elaborado por:** Investigador

A continuación se presenta el perfil topográfico del enlace entre la Sucursal Ambato y el Cerro Nitón, así como el cálculo de la primera zona de fresnel.

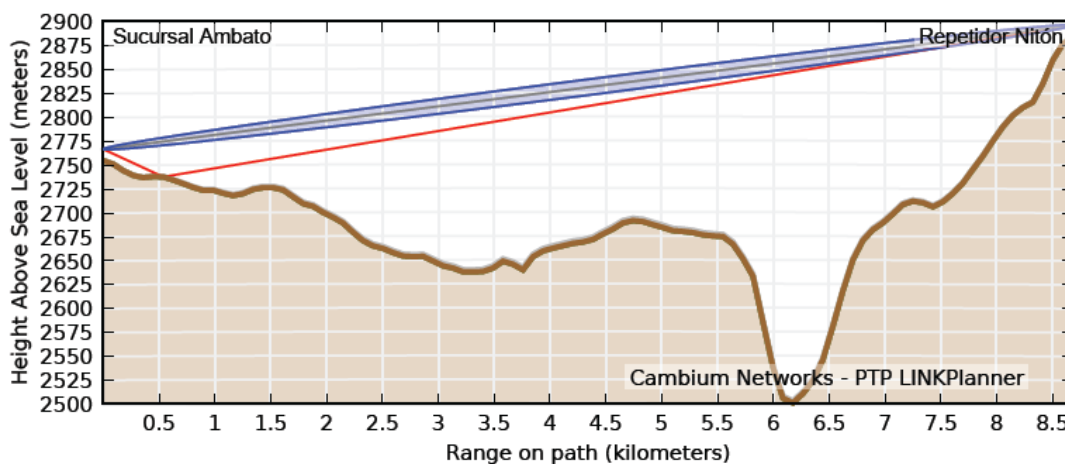


Figura 30. Enlace Sucursal Ambato - Cerro Nitón perfil topográfico

**Elaborado por:** Investigador

La siguiente figura muestra algunas características del enlace entre la Sucursal Ambato y el Cerro Nitón.

	Performance to Sucursal Ambato	Performance to Repetidor Nitón
Mean IP	52.7 Mbps	52.7 Mbps
IP Availability	99.99999 % for 1.0 Mbps	99.99999 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	8.682 km	System Gain	141.33 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	14.82 dB
Regulation	Australia, Hong Kong	Mean Aggregate Data Rate	105.3 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	99.99999 %
Bandwidth	30 MHz	Annual Link Unavailability	2 secs/year
Total Path Loss	126.51 dB	Prediction Model	ITU-R

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-135.32 N units/km	Link Type	Line-of-Sight
Area roughness 110x110km	942.98 metre	Excess Path Loss	0.00 dB
Geoclimatic factor	1.81e-005	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-7, ITU-R P.835-4
Fade Occurrence Factor (P0)	8.46e-008	Diffraction Loss	ITU-R P.526-10
Path inclination	14.93 mr	Propagation	ITU-R P.530-12
0.01% Rain rate	59.50 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-5
Free Space Path Loss	126.47 dB	Refractivity Index	ITU-R P.453-9
Gaseous Absorption Loss	0.04 dB		

Part Number	Qty	Description
(no part number)	2	Airspan Antena wimax Hypermax
BP5830BHC-2	1	PTP 58600 Full Connectorised (ETSI/RoW) - Link Complete
WB2907	2	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Figura 31. características del enlace

Fuente: LINKPlanner

#### 6.8.4 Enlace Sucursal Pelileo y el Cerro Nitón

En la siguiente figura nos da una idea de la configuración del enlace entre la Sucursal Pelileo y el Cerro Niton así como su distancia.

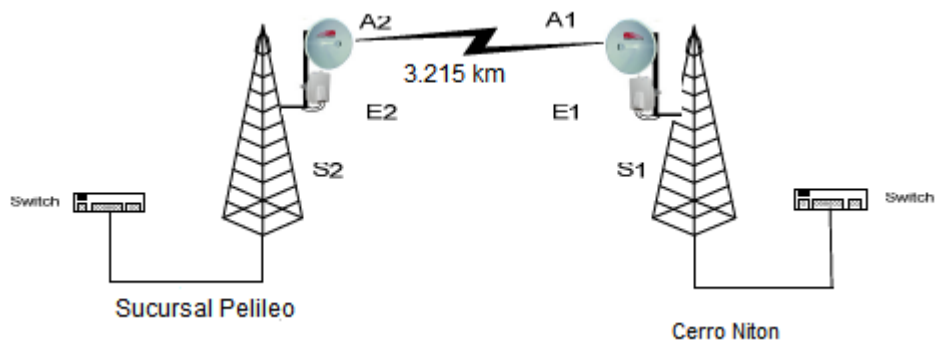


Figura 32. Enlace Sucursal Pelileo- Cerro Nitón

**Elaborado por:** Investigador

A continuación se presenta el perfil topográfico del enlace entre la Sucursal Pelileo y el Cerro Nitón, así como el cálculo de la primera zona de fresnel.

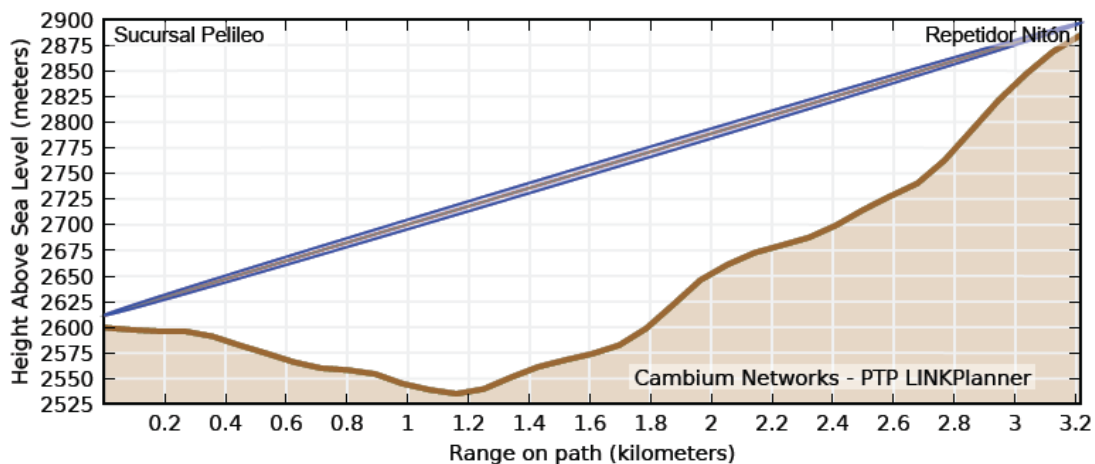


Figura 33. Enlace Sucursal Pelileo- Cerro Nitón perfil topográfico

**Elaborado por:** Investigador

La siguiente figura muestra algunas características del enlace entre la Sucursal Pelileo y el Cerro Nitón.

	Performance to Sucursal Pelileo	Performance to Repetidor Nitón
Mean IP	101.8 Mbps	101.8 Mbps
IP Availability	100.00000 % for 1.0 Mbps	100.00000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	3.215 km	System Gain	141.33 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	23.48 dB
Regulation	Australia, Hong Kong	Mean Aggregate Data Rate	203.7 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.00000 %
Bandwidth	30 MHz	Annual Link Unavailability	0 secs/year
Total Path Loss	117.86 dB	Prediction Model	ITU-R

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-135.62 N units/km	Link Type	Line-of-Sight
Area roughness 110x110km	922.07 metre	Excess Path Loss	0.00 dB
Geoclimatic factor	1.83e-005	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-7, ITU-R P.835-4
Fade Occurrence Factor (P0)	9.04e-010	Diffraction Loss	ITU-R P.526-10
Path inclination	88.59 mr	Propagation	ITU-R P.530-12
0.01% Rain rate	60.60 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-5
Free Space Path Loss	117.84 dB	Refractivity Index	ITU-R P.453-9
Gaseous Absorption Loss	0.02 dB		

Part Number	Qty	Description
(no part number)	2	Airspan Antena wimax Hypermax
BP5830BHC-2	1	PTP 58600 Full Connectorised (ETSI/RoW) - Link Complete
WB2907	2	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Figura 34. Características del enlace

Fuente: LINKPlanner

### 6.8.5 Enlace Sucursal Patate y el Cerro Nitón

En la siguiente figura nos da una idea de la configuración del enlace entre la Sucursal Patate y el Cerro Niton así como su distancia.

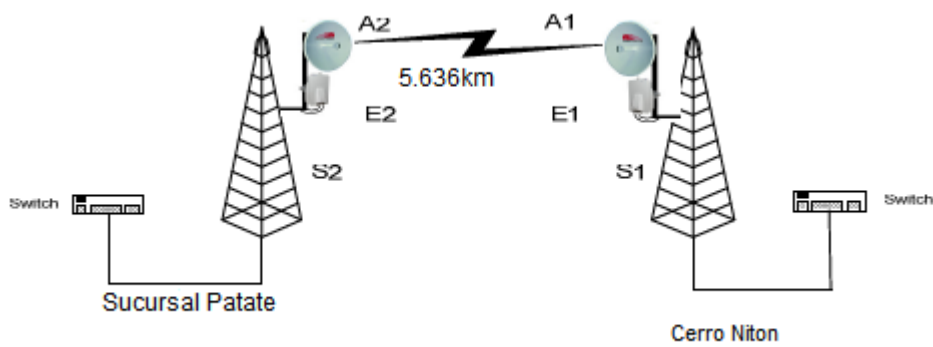


Figura 35. Enlace Sucursal Patate- Cerro Nitón

**Elaborado por:** Investigador

A continuación se presenta el perfil topográfico del enlace entre la Sucursal Patate y el Cerro Nitón, así como el cálculo de la primera zona de fresnel.

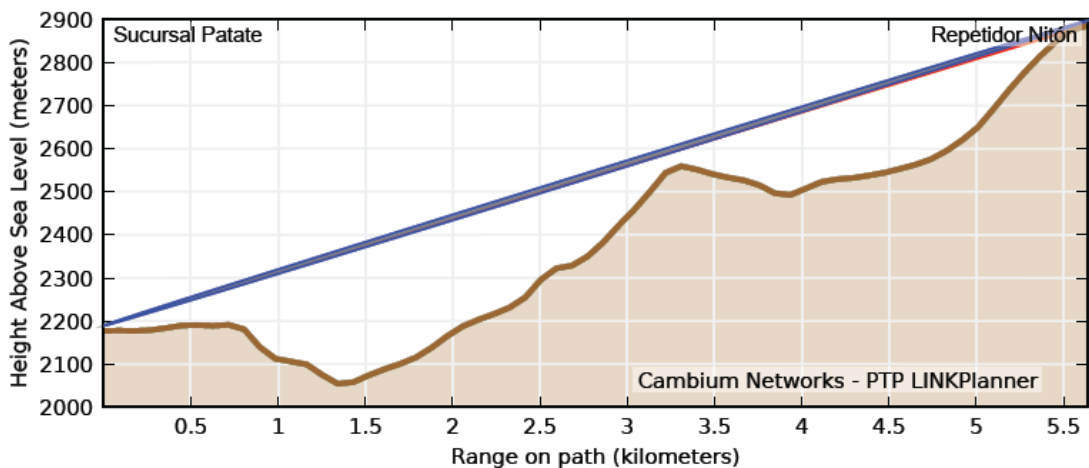


Figura 36. Enlace Sucursal Patate- Cerro Nitón perfil topográfico

**Elaborado por:** Investigador

La siguiente figura muestra algunas características del enlace entre la Sucursal Patate y el Cerro Nitón.

	Performance to Sucursal Patate	Performance to Repetidor Nitón
Mean IP	76.5 Mbps	76.5 Mbps
IP Availability	100.00000 % for 1.0 Mbps	100.00000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	5.636 km	System Gain	141.33 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	18.59 dB
Regulation	Australia, Hong Kong	Mean Aggregate Data Rate	153.0 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.00000 %
Bandwidth	30 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	122.75 dB	Prediction Model	ITU-R

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-135.93 N units/km	Link Type	Line-of-Sight
Area roughness 110x110km	910.28 metre	Excess Path Loss	0.00 dB
Geoclimatic factor	1.84e-005	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-7, ITU-R P.835-4
Fade Occurrence Factor (P0)	8.98e-009	Diffraction Loss	ITU-R P.526-10
Path inclination	125.47 mr	Propagation	ITU-R P.530-12
0.01% Rain rate	61.11 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-5
Free Space Path Loss	122.72 dB	Refractivity Index	ITU-R P.453-9
Gaseous Absorption Loss	0.03 dB		

Part Number	Qty	Description
(no part number)	2	Airspan Antena wimax Hypermax
BP5830BHC-2	1	PTP 58600 Full Connectorised (ETSI/RoW) - Link Complete
WB2907	2	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Figura 37. Características del enlace

Fuente: LINKPlanner

### 6.8.6 Diseño Lógico de la red Wimax

El diseño lógico consiste en establecer el rango de IPs para cada equipo activo de la red, como se muestra en la siguiente Tabla.

Equipos	Lugares	IP
Flexnet	Salasaca	10.10.10.2
Flexnet	Nitón	10.10.10.3
Estación Base	Nitón	10.10.10.4
Equipo Terminal Cliente	Sucursal Ambato	10.10.10.5
Equipo Terminal Cliente	Sucursal Pelileo	10.10.10.6
Equipo Terminal Cliente	Sucursal Patate	10.10.10.7
Router	Gateway Salasaca	10.10.10.8

Tabla 11. Diseño lógico de la red Wimax

**Elaborado por:** Investigador

### 6.8.7 Presupuesto de la Red Wimax

El presupuesto de los equipos para el diseño de la red es el siguiente

Item	Cantidad	Descripción	Precio Unitario (dolares)	Precio Total (dolares)
1	2	Airspan Flexnet AS-700 Enlaces punto a punto incluye fuente de alimentación y protección	1000	2000
2	1	Airspan Micromax Radio Base Wimax incluye SDA-4 y proteccion	9500	9500



		de trascientes		
3	3	Airspan Prost Equipo cliente de Wimax incluye inyector	750	2250
4	1	HP 6200Pro Equipo para el servidor de gestion de red Netspan	1200	1200
5	5	Mastil de 6m con escalera para loza	120	600
6	5	Pozos de tierra para aterrizacion de equipos CPE de la estacion base y enlaces	120	600
7	1	Torre metalica de 12m instalada	1700	1700
			Subtotal	17850

Tabla 12. Presupuesto de los equipos de la red

**Elaborado por:** Investigador

Presupuesto de la mano de obra para el diseño de la red

Item	Cantidad	Descripción	Precio Unitario (dolares)	Precio Total (dolares)
1	4	Instalación, configuración de clientes y materiales.	75	300
2	1	Instalación de Radio Base y materiales	200	200
3	1	Instalación del servidor Netspan	500	500

4	4	Instalación de enlaces punto a punto (flexnet)	150	600
5	1	Pararrayos de 5 puntas y aterrización de torre	750	750
			Subtotal	2350

Tabla 13. Presupuesto de la mano de obra de la red

**Elaborado por:** Investigador

En la siguiente tabla se muestra el presupuesto general del diseño de la red.

Descripcion	Total (dolares)
Presupuesto de los equipos de la red	17850
Presupuesto de la mano de obra de la red	2350
Total	20200

Tabla 14. Presupuesto general de la red

**Elaborado por:** Investigador

El costo de la implementación del presente proyecto será cubierto en su totalidad por la cooperativa de Ahorro y Crédito Salasaca Ltda.

## 6.9 Conclusiones

- Una vez terminado el diseño se puede concluir que es factible la implementación del proyecto, considerando que los equipos utilizados se encuentran en el mercado del país.
- Se concluye que la mejor opción en equipos para el diseño de la red es la marca Airspan, por sus características y porque brinda la mayor facilidad de administración de la red.
- WIMAX es una tecnología que permite el acceso inalámbrico a internet de banda ancha, pero que se puede extender para brindar servicios de datos, voz y video.
- El creciente interés por parte de los usuarios por acceder a servicios de transporte de datos a alta velocidad, Internet de banda ancha, VoIP, IPTV, video conferencia entre otras, ha dado origen a que los proveedores de servicios de telecomunicaciones tengan que optar cada vez por nuevas tecnologías que ofrezcan mayores anchos de banda este es el caso de la Cooperativa.

## 6.10 Recomendaciones

- Se recomienda el uso de nuevos servicios IP, ya que con el diseño de la red WIMAX se puede implementar y mejorar el servicio a los clientes de la Cooperativa.
  
- Se recomienda utilizar diferentes métodos de seguridad en la red para brindar mayor confiabilidad a los usuarios de la Cooperativa, como pueden ser cámaras IP.
  
- Conocer ampliamente que tipo de regulación se maneja en el Ecuador para redes multiservicios.
  
- Se recomienda a la Cooperativa comenzar con la implementación de una red Wimax ya que con los estudios realizados en el presente diseño es la mejor opción para mejorar los servicios que brinda a los usuarios.

## BIBLIOGRAFIA

- ✓ Tomasi Wayne, “Sistemas de Comunicaciones Electrónicas”, Prentice Hall, 2ª Edición, México, 1996.
- ✓ Stallings William, “Comunicaciones y Redes de Computadores”, Prentice Hall, 5ª Edición, España, 1998.
- ✓ Andrew S. Tanenbaum, “Redes de Computadoras”, Prentice Hall, 3ª Edición, México, 1997.
- ✓ Msc. Jiménez María Soledad, “Comunicación Digital”, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2004.
- ✓ Hidrobo José Manuel, “Todo sobre Comunicaciones”, Paraninfo, España, 2002.
- ✓ Sweeney Daniel, “WiMAX Operator’s Manual: Building 802.16 Wireless Networks”, USA; 2004.
- ✓ Clark Martin, “Wireless Access Network”, UK, 2000.  
Regis J. Bates, Comunicaciones Inalámbricas de Banda Ancha, McGraw Hill, España, 2003.
- ✓ Serna Paola Martínez, “Proyección de la Demanda: Antecedentes, Necesidad e Importancia”, Universidad Nacional de Colombia.

## LINKOGRAFIA

- ✓ Groth, David; Skandier, Toby (2005). *Guía del estudio de redes*, (4ª edición). Sybex, Inc. [http://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_de\\_computadoras](http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_computadoras)
- ✓ WiMAX 802.16-2004 Soluciones R/S para Aplicaciones de Banda Ancha, Lara Gonzalo, Abril 2005. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- ✓ [Angel Gutierrez](http://windowsespanol.about.com/od/RedesYDispositivos/a/Red-inalambrica.htm)  
<http://windowsespanol.about.com/od/RedesYDispositivos/a/Red-inalambrica.htm>
- ✓ Artículo “WiMAX, un estándar emergente”, José Manuel Huidobro, Ingeniero en Telecomunicaciones, [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

- ✓ Revista Antena de Telecomunicación, Septiembre 2004.  
[www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- ✓ Comunicación Digital, Msc. María Soledad Jiménez, Escuela Politécnica Nacional, 2004 <http://es.wikipedia.org/wiki/Modulacion>
- ✓ Data and Digital Processing Techniques in Mobile and Cellular Radio, Geoff Varrall y Roger Belcher, uantum Publishing, 1992  
<http://www.intel.com/espanol/revistaTechnology@>.
- ✓ Fuente: IEEE 802.16-2004 and WiMAX Broadband and Wireless Access for Everyone, White Paper
- ✓ RESOLUCION 417-15-CONATEL-2005
- ✓ [www.airspan.com](http://www.airspan.com)

# ANEXOS

# ANEXOS 1

ABREVIATURAS



## ABREVIATURAS

**ADSL** (Asymmetric Digital Subscriber Line) o Línea de Suscripción Digital Asimétrica.

**ATM** (Asynchronous Transfer Mode) o Modo de Transferencia Asíncrona

**ASK** (Amplitudeshift keying ) o Modulación por Desplazamiento de Amplitud.

**BER** (Bit Error Rate) o Tasa de Datos de Errores

**BPSK** (Binary Phase Shift Keying) o Transmisión por desplazamiento de fase binaria.

**BS** (Base Station) o Estación base

**BWA** (Broadband Wireless Access) o Acceso de banda ancha inalámbrico.

**CONATEL** Consejo Nacional de Telecomunicaciones

**CPE** (Customer Premises Equipment) o Equipo del cliente local

**DCD** (Downlink Channel Descriptor) o Descriptor de canal de downlink

**DES** (Data Encryption Standard) o Estándar de Encriptación de Datos

**DHCP** (Dynamíc Host Configuración Protocol) o Protocolo de configuración dinámica de host.

**ETSI** (European Telecommunications Standards Institute ) o Instituto Europeo de Estándares en Telecomunicaciones.

**FDD** (Frequency Division Duplexing) o Duplexamiento por División de Frecuencia

**GSM** (Global System for Mobile Communications) o Sistema Global de Comunicaciones Móviles.

**GPRS** (General Packet Radio Service) o Paquete General de servicio de radio

**IETF** (Internet Engineering Task Force) o Fuerza de Trabajo de Ingeniería para el Internet

**IEEE** (Institute of Electrical and Electronics Engineers) o Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos

**IPS** (Internet Service Provider) o Proveedor de Servicios de Internet

**IrDA** (Infrared Data Association) o Asociación de datos infrarrojos

**ISDA** (Integrated Service Digital Network) o Red Digital de Servicios Integrados.

**ITUT** (ITU Telecommunication Standardization Sector) o Sección de Estandarización de las Telecomunicaciones de ITU

**LAN** (Local Area Network) o Red de Área Local

**LMDS** (Local Multipoint Distribution System) o Servicio de Distribución Local Multipunto

**LOS** (Line of sight) o Línea de vista

**MAC** (Media Access Control) o Control de Acceso al Medio

**MPEG** (Moving Pictures Experts Group) o Grupo de Expertos en Imagen en Movimiento.

**NAT** (Network Address Translation) o Traducción de Dirección de Red

**NLOS** (NonLine of sight) o Sin línea de vista

**OFDM** (Orthogonal Frequency División Multiplexing) o Multiplexador por división de frecuencia ortogonal.

**OFDMA** (Ortogonal frequency división múltiple access) o Acceso Múltiple por división de frecuencia ortogonal

**PCMCIA** (Personal computer memory card international association) o Asociación internacional de placas de memoria para ordenadores personales.

**PDA** (Personal Digital Assistant ) o Asistente Personal Digital

**PTP** (Point to Point) o Punto a Punto

**PMP** (Point to MultiPoint) o Punto a Multipunto

**QAM** (Quadrature Amplitude Modulation) o Modulación por amplitud de cuadratura

**QoS** (Quality of Service) o Calidad de Servicio

**QPSK** (Quadrature Phase shift keying) o Modulación por desplazamiento de fase

**RFID** (Radio Frequency Identification) o Identificación por Radiofrecuencia.

**SENATEL** Secretaria Nacional de Telecomunicaciones

**SIM** (Subscriber Identity Module) o Modulo de Identidad del Subscriptor

**SIP** (Session Initiation Protocol) o Protocolo de Inicialización de Sesiones.

**SNMP** (Simple Network Management Protocol) Protocolo simple de administración de red.

**SOFDM** (Scalable Orthogonal Frequency Division Multiplexing) o Multiplexaje por división de frecuencia ortogonal escalable)

**SOFDMA** (Scalable Orthogonal frequency división múltiple access) o Acceso múltiple escalable por división de frecuencia ortogonal

**SS** (Subscriber Station) o Estación Subscriptora

**SUPTTEL** Superintendencia de Telecomunicaciones

**TDD** (Time Division Duplexing) o Duplexamiento por División de Tiempo

**TDMA** (Time Division Multiple Access) o Acceso múltiple por división de tiempo

**TFTP** (Trivial File Transfer Protocol) o Protocolo de transferencia de datos Trivial

**UCD** (Uplink Channel descriptor) o Descriptor de Canales de Enlace de Subida

**UDP** (User Datagram Protocol) o Protocolo de Datagramas del Usuario

**VoIP** (Voice over internet protocol) o Voz sobre protocolo de internet

**UMTS** (Universal Mobile Telecommunications System ) o Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles

**WLL** (Wireless Local Loop) o Lazo local inalámbrico

**WIMAX** (Worldwide Interoperability for Microwave Access) o Interoperabilidad mundial de acceso inalámbrico

**WLAN** (Wireless Local Area Network) o Red Inalámbrica de área Local.

**WMAN** (Wireless Metropolitan Area Network) o Red Inalámbrica de área Metropolitana.

**WPAN** (Wireless Personal Area Network) o Red Inalámbrica de área Personal.

**WSP** (Wireless Service Provider) o Proveedor de Servicios inalámbricos

**WWAN** (Wireless Wide Area Network) o Red Inalámbrica de área extensa.

# ANEXOS 2

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA ESTACION BASE MICROMAX DE  
AIRSPAN

# ANEXOS 3

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL ENLACE PUNTO A PUNTO  
FLEXNET DE AIRSPAN

# ANEXOS 4

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA ANTENA SECTORIAL  
HYPERLINK

# ANEXOS 5

REPORTE DE CADA ENLACE QUE BRINDA EL SOFTWARE UTILIZADO  
PARA EL DISEÑO DE LARED.

# ANEXOS 6

Situación actual de la Cooperativa y su red de datos



## **DESCRIPCION DE LA RED ACTUAL**

La Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda. se encuentra ubicada en la Parroquia de Salasaca Provincia del Tungurahua.

Su gerente es el Sr. Lcdo. Jorge Jerez quien termina su periodo el 31 de Julio del 2012 y el cargo será asumido por el Sr. Pedro Pilla quien estará al frente de la Cooperativa por el periodo de 2 años.

### **Visión de la Cooperativa**

Es una organización innovadora que responde las necesidades de los clientes orientando al trabajo y apoyo mutuo, promotora de alternativas justas y humanas para alcanzar el bienestar para el mayor número posible de personas.

### **Misión de la Cooperativa**

Promover el fortalecimiento de la institución democrática y la intervención de sus socios en el mejoramiento de la calidad de vida con una decisión ética basada en la corresponsabilidad, la ayuda mutua y la preocupación y acción solidaria con sus socios.

A continuación se detalla las direcciones de la Cooperativa y sus sucursales.

La Matriz se encuentra en la Parroquia de Salasaca frente al parque central vía a Baños.

La sucursal de Pelileo se encuentra en la calle 22 de Julio Frente al parque central

La sucursal de Patate se encuentra entre Abdón Calderón s/n y Marcial Soria esq.

La sucursal en Ambato se está ubicando en el redondel de Huachi Chico.

### **Coordenadas Geográficas de la matriz y sus sucursales**

	Latitud	Longitud
Matriz SALASACA	01°32'10.6"S	78°57'7.52"W
Sucursal Ambato	01°27'58.9"S	78°62'9.97"W
Sucursal Pelileo	01°32'9.57"S	78°54'49.3"W
Sucursal Patate	01°31'30.9"S	78°50'7.13"W

Tabla 6 .Coordenadas geográficas

A continuación en un mapa general se puede apreciar la ubicación de la matriz y las sucursales de la cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda.

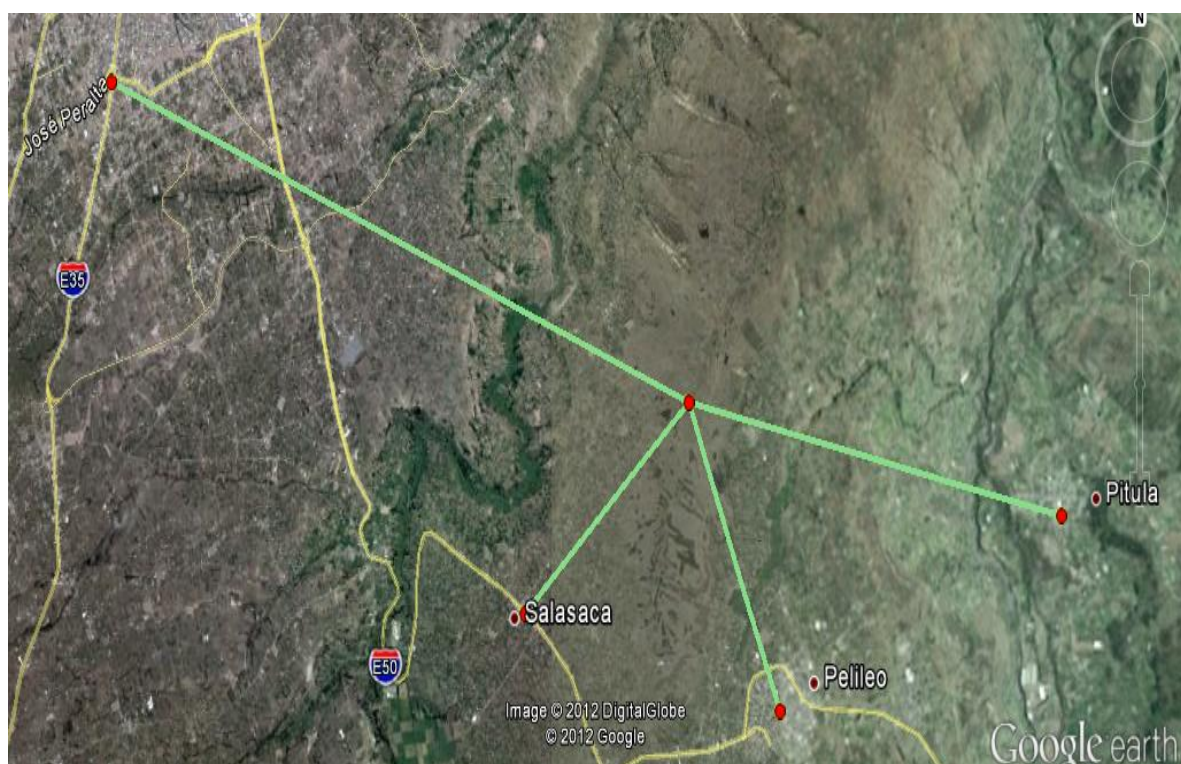


Figura 16. Mapa de ubicación de la matriz y sus sucursales

La Cooperativa y sus sucursales cuentan con un cableado estructurado que es distribuido desde el cuarto de equipos, hasta cada una de sus oficinas dependiendo el tipo de servicio que presta dicha oficina, en la actualidad la Cooperativa no cuenta con una red inalámbrica,

Debido al alto índice de crecimiento de usuarios en el sector cuenta ahorrista y a la creación de muchas empresas surge la necesidad de brindar un buen servicio y llegar a más usuarios.

Actualmente la red no cuenta con servicios suficientes para satisfacer las demandas y los requerimientos de los usuarios, dando como resultado que algunos usuarios esperen un tiempo prudente, para acceder a cualquier servicio que deseen utilizar.

Hay Sucursales que están demasiado alejadas de la central y generan problemas como fallos en el sistema de actualización inmediata de cuentas financieras de los usuarios.

La red actual de la Cooperativa de Ahorro y Crédito SALASACA Ltda., cuenta con un proveedor de internet para el enlace de la matriz con sus sucursales dicho proveedor es Asaptel.

En la matriz y en cada una de sus sucursales se cuenta con, una red de área local (LAN), con Access point, dependiendo el sector en el que se encuentre dentro de la matriz se puede encontrar conexiones con cable UTP de categoría 6 en la siguiente tabla se detalla los aspectos más importantes de la red actual de la Cooperativa .

<b>Ubicación</b>	<b># de puntos de datos</b>	<b>Líneas Telefónicas</b>	<b>Ancho de Banda (Mb) de Internet contratado a Asaptel</b>	<b>Pago mensual por los servicio de Internet en dólares</b>
Matriz	14	9	172	48
Sucursal Pelileo	8	6	172	48
Sucursal Patate	8	6	172	48
Sucursal Ambato	10	7	172	48
			Total	192

Tabla 7. Descripción de los puntos de datos

Fuente: realizado por el autor

En los planos que se detallan a continuación la línea que esta con rojo es la red actual de la Cooperativa y también se detalla donde están los puntos de acceso a la red en cada departamento y dependiendo las necesidades.

## PLANOS DE LA COOPERATIVA.

### 1.-MATRIZ SALASACA

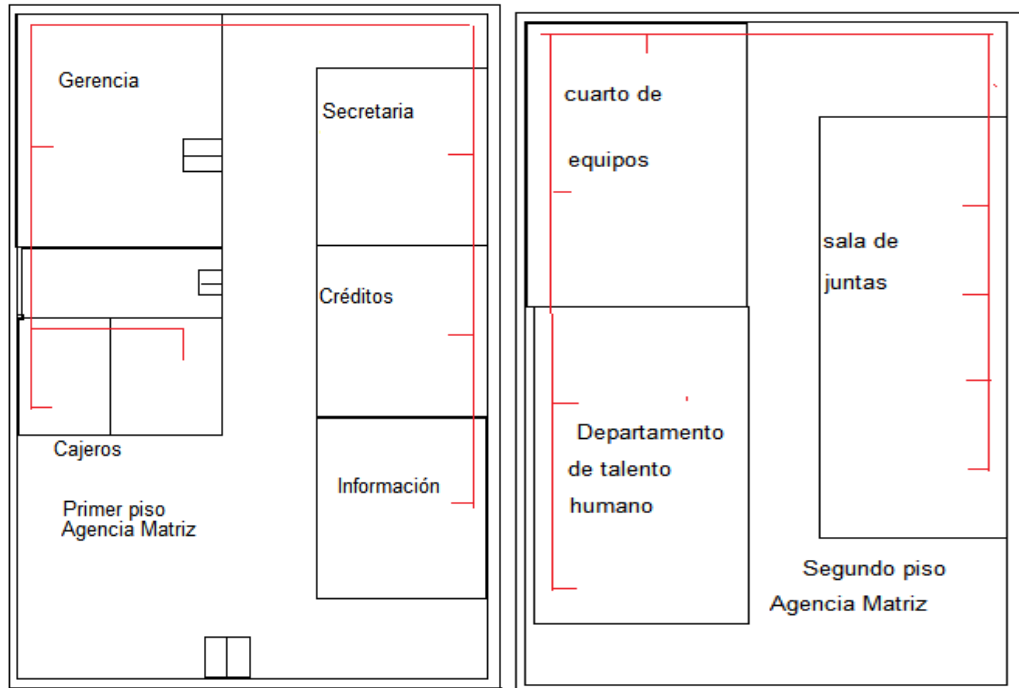


Figura 17. Plano de la Matriz

Fuente: realizado por el autor

## 2.-SUCURSAL PATATE

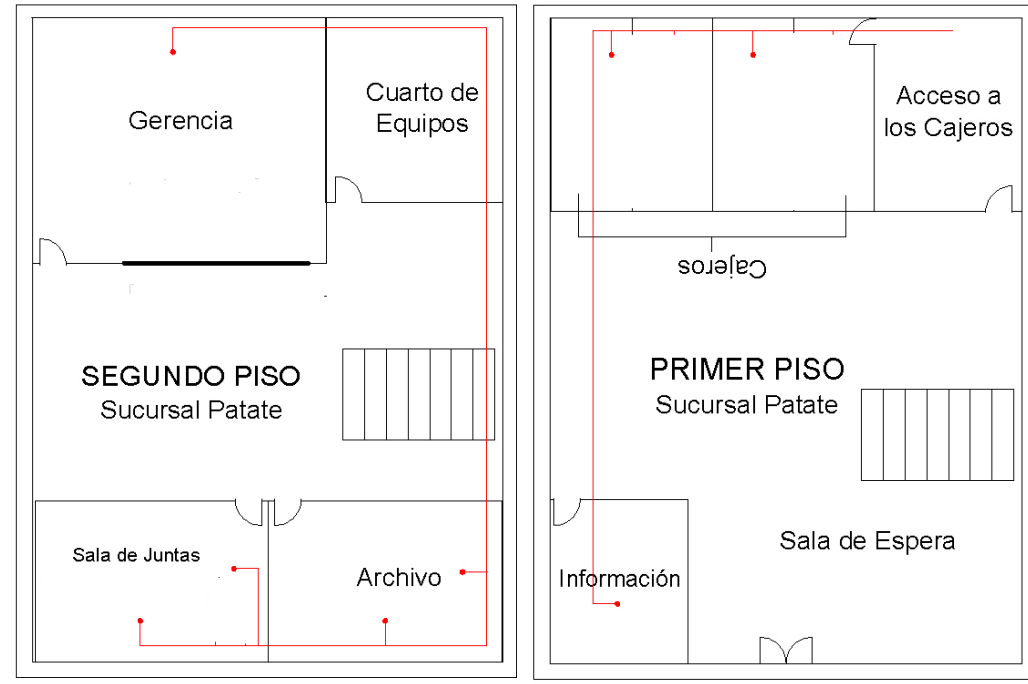


Figura 18. Plano de la sucursal Patate

Fuente: realizado por el autor

### 3.- SUCURSAL PELILEO

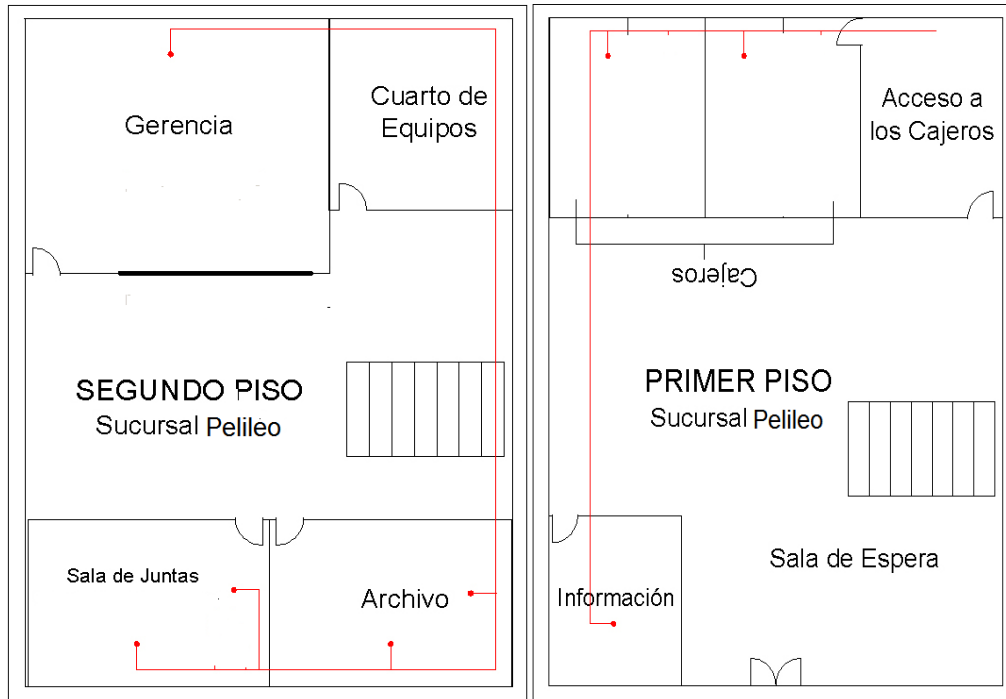


Figura 19. Plano de la sucursal Pelileo

Fuente: realizado por el autor

#### 4.-SUCURSAL AMBATO

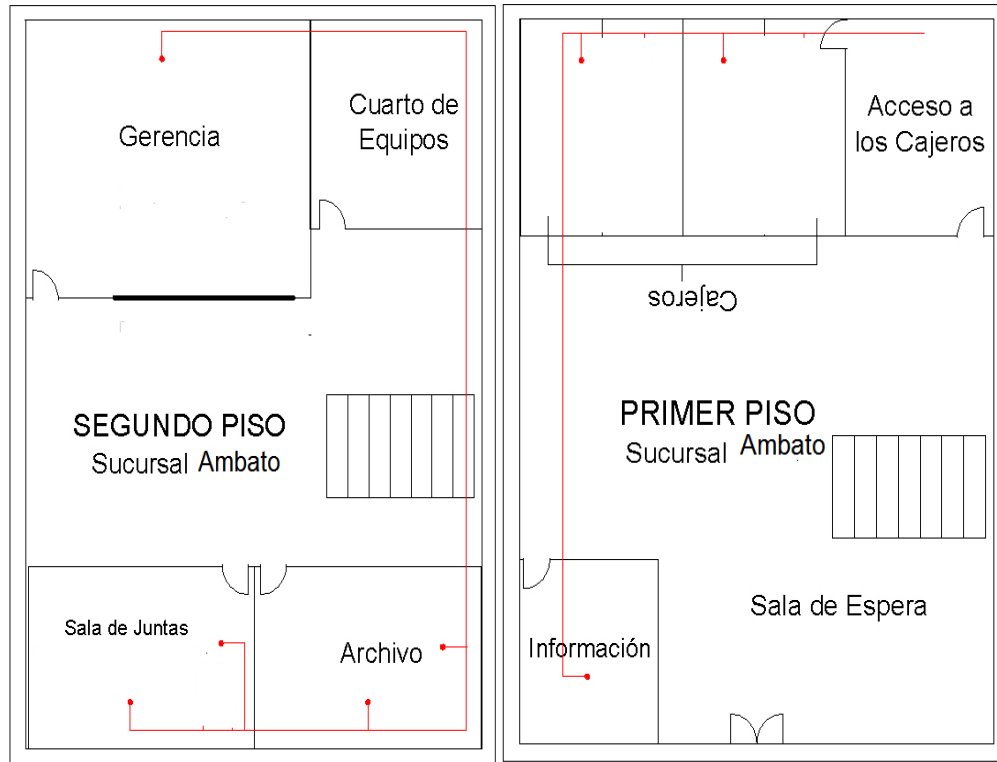


Figura 20. Plano de la sucursal Ambato

Fuente: realizado por el autor