



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

**ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

**Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones**

**TEMA:**

---

**“SISTEMA DE COMUNICACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS  
ENTRE LA MATRIZ Y LAS SUCURSALES DE LA COOPERATIVA DE  
AHORRO Y CRÉDITO FINANREDIT LTDA.”**

---

Trabajo de Graduación. Modalidad: TEMI. Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

**AUTOR:** Roberto Asdrúbal Segura Flores

**TUTOR:** Ing. Juan Pablo Pallo, M.Sc.

Ambato - Ecuador

Julio 2012

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, nombrado por el Honorable Consejo Superior de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato:

### **CERTIFICO:**

Que el trabajo de investigación: **“SISTEMA DE COMUNICACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS ENTRE LA MATRIZ Y LAS SUCURSALES DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO FINANREDIT LTDA.”**, presentado por la Sr. Roberto Asdrúbal Segura Flores, 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, reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 31 de Julio de 2012

EL TUTOR

-----  
Ing. Juan Pablo Pallo, M.Sc.

## AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: **“SISTEMA DE COMUNICACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS ENTRE LA MATRIZ Y LAS SUCURSALES DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO FINANCRREDIT LTDA.”**. Es absolutamente original, auténtico y personal; en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, 31 de Julio de 2012

---

Roberto Asdrúbal Segura Flores

C.C.: 180448469-7

## **APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA**

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores: Ing. M.Sc. Oswaldo Paredes Ochoa, Decano de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial y Presidente del Tribunal; Ing. M.Sc. Julio Cuji Rodríguez e Ing. M.Sc. Geovanni Brito Moncayo, Docentes Calificadores; revisaron y aprobaron el Informe Final del Trabajo de Graduación titulado **“SISTEMA DE COMUNICACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS ENTRE LA MATRIZ Y LAS SUCURSALES DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO FINANCRREDIT LTDA.”**, presentado por el señor Roberto Asdrúbal Segura Flores de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de Graduación para obtener el Título Terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 31 de Julio de 2012

Ing. Oswaldo Paredes, M.Sc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Julio Cuji, M.Sc.

**DOCENTE CALIFICADOR**

Ing. Geovanni Brito, M.Sc.

**DOCENTE CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA:**

Principalmente a Dios, Jesús, La Virgen María y el alma noble de mi difunto Papá Asdrúbal, que en ningún momento de mi vida me han dejado solo, han guiado mis pasos por el camino correcto, dándome fortaleza en los momentos difíciles.

Con el más profundo amor del mundo dedico este trabajo a mi Madre: Lida Violeta Flores, por todo su sacrificio a lo largo de nuestras vidas, quien me guía con verdaderos valores; enseñándome a encarar la adversidad sin perder nunca la dignidad, ni desfallecer en el intento, siendo ella la razón de mi existencia y quien me motiva a continuar por el sendero de la superación.

A mis queridos Abuelitos: Julio y Elcira, que Dios los tenga en la Gloria, cuyos sentimientos bondadosos, su amor y cariño, me enseñaron el verdadero significado de la vida. Al cariño, gratitud y apoyo moral de mis familiares y amigos para poder seguir siempre adelante.

Roberto Segura Flores

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, y a mi madre por su amor y bendiciones.

Un agradecimiento de manera especial al Ing. Juan Pablo Pallo por brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concertación de este proyecto. A la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial por contribuir a mi engrandecimiento personal y profesional, y hacerme ver que todo se logra con valentía, coraje, respeto y ardua dedicación para ser mejores día a día. A los distinguidos Maestros, quienes me guiaron por el camino del bien, proporcionándome todos sus vastos conocimientos, haciendo de mi un Profesional íntegro. Y a todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron con la realización de este proyecto.

Roberto Segura Flores

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Página
-----------	--------

### PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	xix

### CAPÍTULOS

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 TEMA.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.2.2 ÁRBOL DEL PROBLEMA.....	3
1.2.3 ANÁLISIS CRÍTICO.....	4
1.2.4 PROGNOSIS.....	4
1.2.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
1.2.6 PREGUNTAS DIRECTRICES.....	5
1.2.7 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4 OBJETIVOS .....	6
1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	6
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6

<b>CAPÍTULO II</b> .....	8
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	8
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	8
2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL .....	9
2.2.1 COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO FINANCRREDIT .....	9
2.2.2 ORGANISMOS DE CONTROL DE TELECOMUNICACIONES .....	11
2.3 GRÁFICA DE INCLUSIÓN DE LAS CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	12
2.3.1 CONSTELACIÓN DE IDEAS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE .....	13
2.3.2 CONSTELACIÓN DE IDEAS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE .....	14
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	15
2.4.1 TELECOMUNICACIONES .....	15
2.4.1.1 Tipos de telecomunicaciones .....	15
2.4.2 REDES DE COMUNICACIÓN .....	15
2.4.2.1 Redes Punto a Punto .....	16
2.4.2.2 Redes Punto a Multipunto .....	16
2.4.2.3 Redes Multipunto a Multipunto .....	17
2.4.3 RED ALÁMBRICA .....	17
2.4.3.1 Medios Guiados .....	18
2.4.4 RED INALÁMBRICA .....	19
2.4.4.1 Medios No Guiados .....	19
2.4.5 FUNDAMENTOS DE LAS COMUNICACIONES INALÁMBRICAS .....	20
2.4.6 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN .....	29
2.4.6.1 Componentes de un sistema de comunicación .....	30
2.4.7 SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES .....	30
2.4.8 TECNOLOGÍAS DE ENLACE .....	31
2.4.8.1 Radio enlace por Microondas .....	31
2.4.8.2 Radio enlace por Espectro Ensanchado .....	33
2.4.9 TÉCNICAS DE ESTUDIO PARA RADIO ENLACE .....	35
2.4.10 TRANSMISIÓN DE DATOS .....	36
2.4.11 TRANSMISIÓN ANALÓGICA .....	37
2.4.12 TRANSMISIÓN DIGITAL .....	37
2.4.13 MODOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS .....	38
2.4.14 REDES DE DATOS .....	38



2.4.15 REDES DE TRANSMISIÓN DE DATOS .....	39
2.4.16 SEGURIDAD BÁSICA Y AVANZADA EN WIRELESS LAN.....	39
2.4.17 ENLACES DE COMUNICACIÓN PRIVADOS .....	42
2.4.18 REDES PRIVADAS VIRTUALES .....	42
2.4.18.1 Objetivos de una implantación VPN .....	42
2.4.18.2 Requerimientos básicos .....	43
2.4.18.3 Arquitecturas VPN .....	43
2.4.18.4 Tunneling.....	45
2.4.18.5 Seguridad en una VPN .....	45
2.5 HIPÓTESIS .....	47
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES .....	47
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>48</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>48</b>
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....	48
3.2 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	49
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	50
3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN .....	52
3.7 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	52
3.8 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	53
3.9 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	53
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>54</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>54</b>
4.1 INTRODUCCIÓN.....	54
4.2 ENCUESTA .....	54
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>64</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>64</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	64
5.2 RECOMENDACIONES.....	65
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>66</b>
<b>PROPUESTA .....</b>	<b>66</b>
6.1 DATOS INFORMATIVOS.....	66

6.2 ANTECEDENTES .....	67
6.3 JUSTIFICACIÓN .....	68
6.4 OBJETIVOS .....	69
6.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	69
6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	69
6.5 ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD.....	69
6.5.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	69
6.5.2 FACTIBILIDAD OPERATIVA .....	70
6.5.3 FACTIBILIDAD ECONÓMICA.....	70
6.6 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO – TÉCNICA .....	71
6.6.1 RADIO ENLACES .....	71
6.6.1.1 Enlace Por Espectro Ensanchado .....	72
6.6.1.2 Antenas para radioenlaces .....	72
6.6.1.3 Perfil del terreno .....	73
6.6.1.4 Efecto del factor K.....	74
6.6.1.5 Zona de Fresnel .....	74
6.6.2 RED PRIVADA VIRTUAL (VPN).....	75
6.6.2.1 Funcionamiento Básico de una VPN.....	76
6.6.2.2 Tipos de VPN .....	76
6.6.2.3 Red Privada Virtual (VPN) basada en Intranet.....	77
6.6.3 IPSEC (INTERNET PROTOCOL SECURITY) .....	78
6.6.3.1 Protocolos .....	79
6.6.3.2 Modos de funcionamiento IPsec .....	79
6.6.3.3 Gestión y manejo de claves dentro de una asociación IPsec .....	81
6.6.4 Transmisión de Voz sobre IP .....	82
6.6.4.1 Protocolo H.323.....	82
6.6.4.2 QoS (Quality of Service).....	84
6.6.4.3 Recomendaciones de la ITU Para VoIP .....	85
6.7 METODOLOGÍA.....	86
6.8 MODELO OPERATIVO.....	88
6.8.1 DISEÑO DEL RADIOENLACE ENTRE LA MATRIZ AMBATO Y LA AGENCIA LATACUNGA DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO “FINANCREDIT” LTDA. ....	88

6.8.1.1 Descripción.....	88
6.8.1.2 Determinación de Requerimientos. ....	89
6.8.1.3 Determinación de coordenadas geográficas. ....	91
6.8.1.4 Perfiles topográficos .....	91
6.8.1.5 Cálculo de atenuaciones. ....	98
6.8.1.6 Selección de los equipos para el radio enlace.....	100
6.8.1.7 Determinación de intensidad de campo en recepción.....	108
6.8.1.8 Cálculo del punto de reflexión.....	109
6.8.1.9 Potencia de Recepción.....	113
6.8.1.10 Margen de desvanecimiento .....	114
6.8.1.11 Resumen de cálculos del Radioenlace.....	117
6.8.1.12 Desarrollo en programa de simulación.....	118
6.8.1.13 Análisis económico del radioenlace .....	123
6.8.2 DISEÑO DE UNA VPN DE INTRANET ENTRE LA MATRIZ Y LAS AGENCIAS DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO “FINANCREDIT” LTDA. ....	126
6.8.2.1 Descripción.....	126
6.8.2.2 Consideraciones previas al diseño.....	127
6.8.2.3 Ubicación geográfica.....	130
6.8.2.4 Topología Física.....	131
6.8.2.5 Topología Lógica.....	132
6.8.2.6 Equipos utilizados actualmente .....	134
6.8.2.7 Determinación de Ancho de Banda para cada aplicación.....	137
6.8.2.8 Topología de la Red.....	142
6.8.2.9 Selección del tipo y arquitectura de VPN a utilizar.....	142
6.8.2.10 Rediseño de la Red .....	143
6.8.2.11 Seguridad y restricciones.....	146
6.8.2.12 Selección de equipos .....	147
6.8.2.13 Simulación de la Red Privada Virtual (VPN).....	151
6.8.2.14 Análisis económico de la VPN y VoIP .....	158
6.8.3 PRESUPUESTO TOTAL .....	160
6.8.4 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN .....	161
6.8.4.1 Valor Presente Neto (VAN) .....	161

6.8.4.2 Tasa Interna de Retorno (TIR).....	162
6.9 CONCLUSIONES.....	163
6.10 RECOMENDACIONES.....	165
6.11 BIBLIOGRAFÍA.....	167
6.11.1 BIBLIOGRAFÍA DE LIBROS:.....	167
6.11.2 LINKOGRAFÍA:.....	167
6.12 ANEXOS.....	170
ANEXO 1. ENCUESTA REALIZADA A LOS EMPLEADOS DE LA COOPERATIVA FINANREDIT.....	170
ANEXO 2. GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS.....	172
ANEXO 3. PLAN INTERNET CORPORATIVO EMPRESA CNT.....	175
ANEXO 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS.....	176

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo I

Figura N° 1.1. Árbol del problema .....	3
---	---

### Capítulo II

Figura N° 2.1. Categoría Fundamental Variable Independiente.....	12
Figura N° 2.2. Constelación de ideas de la variable independiente.....	13
Figura N° 2.3. Constelación de ideas de la variable dependiente.....	14
Figura N° 2.4. Red Punto a Punto .....	16
Figura N° 2.5. Red Punto a Multipunto.....	17
Figura N° 2.6. Red Multipunto a Multipunto .....	17
Figura N° 2.7. Longitud de onda .....	21
Figura N° 2.8. Propagación por reflexión.....	23
Figura N° 2.9. Propagación por refracción.....	23
Figura N° 2.10. Propagación por difracción.....	24
Figura N° 2.11. Modulación de Amplitud .....	25
Figura N° 2.12. Modulación de Frecuencia.....	26
Figura N° 2.13. Diferentes tipos de modulación digital .....	27
Figura N° 2.14. Espectro de frecuencias electromagnéticas.....	31
Figura N° 2.15. Guías de onda .....	33
Figura N° 2.16. Modo de trabajo de la técnica FHSS .....	34
Figura N° 2.17. VPN de Acceso Remoto a Estación LAN.....	44

### Capítulo IV

Figura N° 4.1. Existencia de un sistema de comunicación en la Cooperativa “FINANCREDIT”.....	55
Figura N° 4.2. Implementación de un sistema de comunicación.....	56
Figura N° 4.3. Grado de interés por contar con una alternativa tecnológica .....	57
Figura N° 4.4. Facilidad de acceso a tecnología de la información y comunicación .....	58
Figura N° 4.5. Beneficios del Sistema de Comunicación.....	59
Figura N° 4.6. Importancia de implementar un sistema de comunicación .....	60
Figura N° 4.7. Razones en buscar una alternativa tecnológica.....	61
Figura N° 4.8. Presencia de personal calificado para administrar la red .....	62
Figura N° 4.9. Disposición de presupuesto para implementar el sistema.....	63

## Capítulo VI

Figura N° 6.1. Curvatura del rayo y factor K .....	74
Figura N° 6.2. Zonas de Fresnel .....	75
Figura N° 6.3. VPN basada en Intranet .....	77
Figura N° 6.4. Topologías VPN .....	78
Figura N° 6.5. Modo Túnel entre 2 Pc configurados como IPSec.....	80
Figura N° 6.6. Modo Transporte entre 2 Pc configurados como IPSec.....	81
Figura N° 6.7. Stack de protocolos H.323 .....	83
Figura N° 6.8. Esquema de Trabajo .....	87
Figura N° 6.9. Diagrama General del Radio Enlace.....	91
Figura N° 6.10. Perfil del terreno obtenido con el software Radio Mobile .....	95
Figura N° 6.11. Perfil del terreno obtenido con el software Radio Mobile .....	96
Figura N° 6.12. Antena seleccionada para el enlace marca Poynting. ....	101
Figura N° 6.13. Patrón de radiación de la antena de Grilla Poynting.....	102
Figura N° 6.14. RouterBoard RB433AH y Wireless MiniPCI R52HN .....	103
Figura N° 6.15. Pigtail Mmcx .....	105
Figura N° 6.16. Inyector POE de Ubiquiti Networks. ....	106
Figura N° 6.17. Caja para el RouterBoard RB433AH.....	107
Figura N° 6.18. Diagrama del punto de reflexión .....	109
Figura N° 6.19. Diagrama del punto de reflexión .....	111
Figura N° 6.20. Diagrama del punto de reflexión .....	112
Figura N° 6.21. Diagrama del enlace completo realizado con Radio Mobile .....	118
Figura N° 6.22. Radioenlace Matriz Ambato - Cerro Llantantoma.....	119
Figura N° 6.23. Radioenlace Cerro Llantantoma – Agencia Latacunga.....	119
Figura N° 6.24. Detalles del Radioenlace Matriz Ambato - Cerro Llantantoma.....	120
Figura N° 6.25. Detalles del Radioenlace Cerro Llantantoma – Agencia Latacunga .....	120
Figura N° 6.26. Nivel de recepción del enlace Matriz Ambato - Cerro Llantantoma .....	121
Figura N° 6.27. Nivel de recepción del enlace Cerro Llantantoma – Agencia Latacunga .....	121
Figura N° 6.28. Vista del Cerro Llantantoma desde la matriz Ambato.....	122
Figura N° 6.29. Vista de la Agencia Latacunga desde el Cerro Llantantoma .....	122

Figura N° 6.30. Conexión a Internet.....	127
Figura N° 6.31. Estructura de la red Telefónica .....	128
Figura N° 6.32. Central Telefónica Panasonic modelo KX-TES824 .....	128
Figura N° 6.33. Interfaz del Sistema Administrativo Financiero .....	129
Figura N° 6.34. Topología Física de la Red LAN de la Matriz.....	131
Figura N° 6.35. Topología Física de la Red LAN de las sucursales.....	132
Figura N° 6.36. Switch 3Com Serie 2924 .....	134
Figura N° 6.37. Switch 3Com Serie 4500G .....	136
Figura N° 6.38. Determinación de las líneas necesarias para la Matriz .....	139
Figura N° 6.39. Determinación de las líneas necesarias para las Agencias.....	139
Figura N° 6.40. Cabecera de un paquete IPSec ESP en modo túnel .....	141
Figura N° 6.41. Topología seleccionada.....	142
Figura N° 6.42. Rediseño de la Red LAN de la Matriz.....	143
Figura N° 6.43. Rediseño de la Red LAN de las sucursales.....	144
Figura N° 6.44. Red de Datos a través de una VPN para la Cooperativa FINANNCREDIT. ....	145
Figura N° 6.45. Red de VoIP utilizando una VPN para la Cooperativa FINANNCREDIT .....	146
Figura N° 6.46. Simulación de la VPN con Packet Tracer.....	151
Figura N° 6.47. Direccionamiento para el Router AGENCIAS y las Pc asociados al mismo.....	155
Figura N° 6.48. Aplicación para abrir una configuración VPN.....	155
Figura N° 6.49. Configuración y conexión de la VPN en un cliente remoto .....	156
Figura N° 6.50. Ping desde un cliente remoto hacia la matriz.....	157
Figura N° 6.51. Desconexión del túnel VPN.....	157

## ÍNDICE DE TABLAS

### Capítulo II

Tabla N° 2.1. Bandas del espectro electromagnético .....	24
--	----

### Capítulo III

Tabla N° 3.1. Operacionalización de la variable independiente: Sistema de comunicación .....	50
--	----

Tabla N° 3.2. Operacionalización de la variable dependiente: Transmisión de datos entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda. ....	51
---	----

Tabla N° 3.3. Plan de recolección de información .....	52
--	----

### Capítulo IV

Tabla N° 4.1. Existencia de un sistema de comunicación en la Cooperativa “FINANCREDIT” .....	55
--	----

Tabla N° 4.2. Implementación de un sistema de comunicación.....	56
---	----

Tabla N° 4.3. Grado de interés por contar con una alternativa tecnológica .....	57
---	----

Tabla N° 4.4. Facilidad de acceso a tecnologías de la información y comunicación	58
--	----

Tabla N° 4.5. Beneficios del Sistema de Comunicación .....	59
--	----

Tabla N° 4.6. Importancia de implementar un sistema de comunicación .....	60
---	----

Tabla N° 4.7. Razones en buscar una alternativa tecnológica .....	61
---	----

Tabla N° 4.8. Presencia de personal calificado para administrar la red .....	62
--	----

Tabla N° 4.9. Disposición de presupuesto para implementar el sistema .....	63
--	----

### Capítulo VI

Tabla N° 6.1. Ubicación Geográfica de los sitios a enlazar .....	91
--	----

Tabla N° 6.2. Cálculos del radioenlace Matriz Ambato – Cerro Llantantoma.....	96
---	----

Tabla N° 6.3. Cálculos del radioenlace Cerro Llantantoma – Agencia Latacunga ...	97
--	----

Tabla N° 6.4. Especificaciones Antena de grilla marca Poynting .....	102
--	-----

Tabla N° 6.5. Especificaciones Radio. ....	104
--	-----

Tabla N° 6.6. Especificaciones de la Tarjeta MiniPCI R52HN.....	105
---	-----

Tabla N° 6.7. Especificaciones del inyector POE .....	107
---	-----

Tabla N° 6.8. Tabla de Confiabilidad respecto al Margen de Desvanecimiento .....	115
--	-----

Tabla N° 6.9. Resumen de cálculos del Radioenlace .....	117
---	-----

Tabla N° 6.10. Costo de equipos y accesorios.....	124
---	-----

Tabla N° 6.11. Costo de Instalación .....	124
---	-----



Tabla N° 6.12. Costo de Operación.....	125
Tabla N° 6.13. Coordenadas de las Agencias de la Cooperativa.....	130
Tabla N° 6.14. Ubicación Urbana de la Matriz y las sucursales .....	130
Tabla N° 6.15. Asignación de subredes y host utilizables para cada agencia .....	132
Tabla N° 6.16. Topología lógica de la matriz Ambato.....	133
Tabla N° 6.17. Topología lógica para cada agencia de la Cooperativa .....	134
Tabla N° 6.18. Ancho de banda para el acceso al sistema SADFIN .....	137
Tabla N° 6.19. Datos de llamadas telefónicas en la hora pico.....	138
Tabla N° 6.20. Canales de voz necesarios para cada Agencia .....	140
Tabla N° 6.21. Ancho de Banda Total requerido .....	141
Tabla N° 6.22. Plan de numeración.....	145
Tabla N° 6.23. Herramientas del router Cisco 2811 .....	149
Tabla N° 6.24. Welltech WG3702B para VoIP.....	150
Tabla N° 6.25. Costo de equipos .....	158
Tabla N° 6.26. Costo de Instalación.....	159
Tabla N° 6.27. Costo de Operación.....	159
Tabla N° 6.28. Costo del Servicio de Internet.....	159
Tabla N° 6.29. Costo Total VPN y VoIP .....	160
Tabla N° 6.30. Costo total del proyecto .....	160
Tabla N° 6.31. Valor Presente Neto .....	162

## RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad se requiere transmitir grandes volúmenes de datos, voz y video, lo que ha obligado a desarrollar una gran variedad de tecnologías de acceso entre los proveedores de servicios y sus clientes, especialmente en la conexión a Internet, donde se hace necesario grandes capacidades.

El desarrollo del Internet ha permitido el avance de sistemas que permiten la comunicación de forma segura entre dependencias que pertenecen a la misma organización o entre proveedores, un ejemplo de estos sistemas son las Redes Privadas Virtuales.

De igual manera las redes inalámbricas tienen un papel importante en las comunicaciones del mundo de hoy; debido a su facilidad de instalación y conexión se han convertido en una excelente alternativa para ofrecer conectividad en lugares donde resulta inconveniente o imposible brindar servicio con una red alambrada.

La comunicación es esencial para la eficiencia organizacional, pero al efectuarse a grandes distancias, se presentan altos costos y se expone información vital; debido a esto, se propone crear un sistema de comunicación que permita el correcto intercambio de información entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito "FINANCREDIT" Ltda.

Dentro de esta perspectiva y en base a requerimientos de los Directivos de la Institución, como son el Gerente General Lcda. Martha Ainaguano y el Gerente de la Sucursal Latacunga Econ. Ángel Chalus, se realizó el diseño del sistema inalámbrico para enlazar la matriz Ambato con la Agencia Latacunga, dejando a disposición del Investigador finalizar la red completa que permita la comunicación para todas las sucursales de la Cooperativa.

## INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación titulado: “SISTEMA DE COMUNICACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS ENTRE LA MATRIZ Y LAS SUCURSALES DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO FINANACREDIT LTDA.”, contempla una solución para las necesidades más urgentes en el aspecto de comunicación y seguridad, orientadas específicamente a la Red Financiera de la Cooperativa FINANACREDIT, para lo cual se ha estructurado el proyecto de la siguiente manera:

El Primer Capítulo esta orientado hacia el análisis y la definición del problema, el mismo que se contextualiza mediante un análisis crítico, se realiza una justificación y el planteamiento de objetivos.

El Segundo Capítulo consta de la fundamentación legal, se ejecuta una introducción teórica sobre las redes de comunicación, los fundamentos de comunicaciones inalámbricas, las técnicas de estudio para radioenlaces y una descripción de lo que son las Redes Privadas Virtuales.

El Tercer Capítulo establece la metodología utilizada para esta investigación, determinando el universo y muestra a utilizar, así como las principales herramientas de recolección de información que permitieron conocer la información acercada a la realidad.

El Cuarto Capítulo hace referencia al análisis e interpretación de datos obtenidos mediante los instrumentos seleccionados, identificando problemas que permitan sustentar la investigación.

El Quinto Capítulo presenta conclusiones y recomendaciones provenientes de los capítulos anteriores.

El Sexto Capítulo propone una alternativa de solución a los problemas de comunicación, estableciendo los requerimientos del diseño mediante un análisis financiero del proyecto, para determinar a través de indicadores la rentabilidad y viabilidad de la implementación de la red. Además se expone el diseño de un

sistema inalámbrico para enlazar la matriz Ambato con la filial Latacunga y la utilización de las Redes Privadas Virtuales utilizando el protocolo IPSec y AES, para el transporte seguro de información entre las restantes agencias de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 TEMA**

“Sistema de Comunicación para la transmisión de datos entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito FINANCREDIT Ltda.”

#### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN**

La demanda por parte de la sociedad de fiabilidad y rapidez en la transmisión de información se ha incrementado radicalmente en los últimos años, es así que los sistemas de comunicación están concebidos como uno de los métodos de desarrollo económico y social más importantes en el mundo contemporáneo.

En este sentido distintos países con visión futurista, están en la búsqueda constante de mejorar cada día los procedimientos que ayuden a la completa realización de funciones que optimicen el servicio de transferencia de datos. Es así como la concepción universal respecto del tema han llevado a cada nación a organizarse con el objeto de configurar variados modelos al servicio de este objetivo. En todas las ciudades importantes del mundo es normal que las diferentes empresas e instituciones cuenten con un sistema de comunicación óptimo y eficiente que les permite el correcto

desenvolvimiento en el mercado e incursionar en nuevos ámbitos que resulten rentables y generen beneficio.

En el país, en la mayoría de provincias por no decir en todas, se han desarrollado de manera considerable las Cooperativas de Ahorro y Crédito, las mismas que se preocupan por implementar diferentes sistemas para la correcta comunicación e intercambio de información. Debido a la gran competencia cada una de las cooperativas se debe esmerar por mejorar sus servicios, generando mayor confianza y satisfacción en los clientes, lo que constituye un mayor ingreso económico a las organizaciones.

En la ciudad de Ambato, se ha notado el gran crecimiento de Cooperativas de Ahorro y Crédito, las mismas que se esfuerzan por ofrecer servicios que garanticen confiabilidad y calidad a los clientes con la finalidad de ganar más adeptos, una de ellas es la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., una institución nueva pero con visión futurista.

La Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., actualmente no cuenta con un sistema de comunicación que permita la transferencia de datos entre la matriz y las sucursales, siendo por el momento el teléfono el único sistema que les permite estar comunicados.

### 1.2.2 ÁRBOL DEL PROBLEMA

En la Figura N° 1.1 se detalla los efectos y causas en un árbol de problemas.

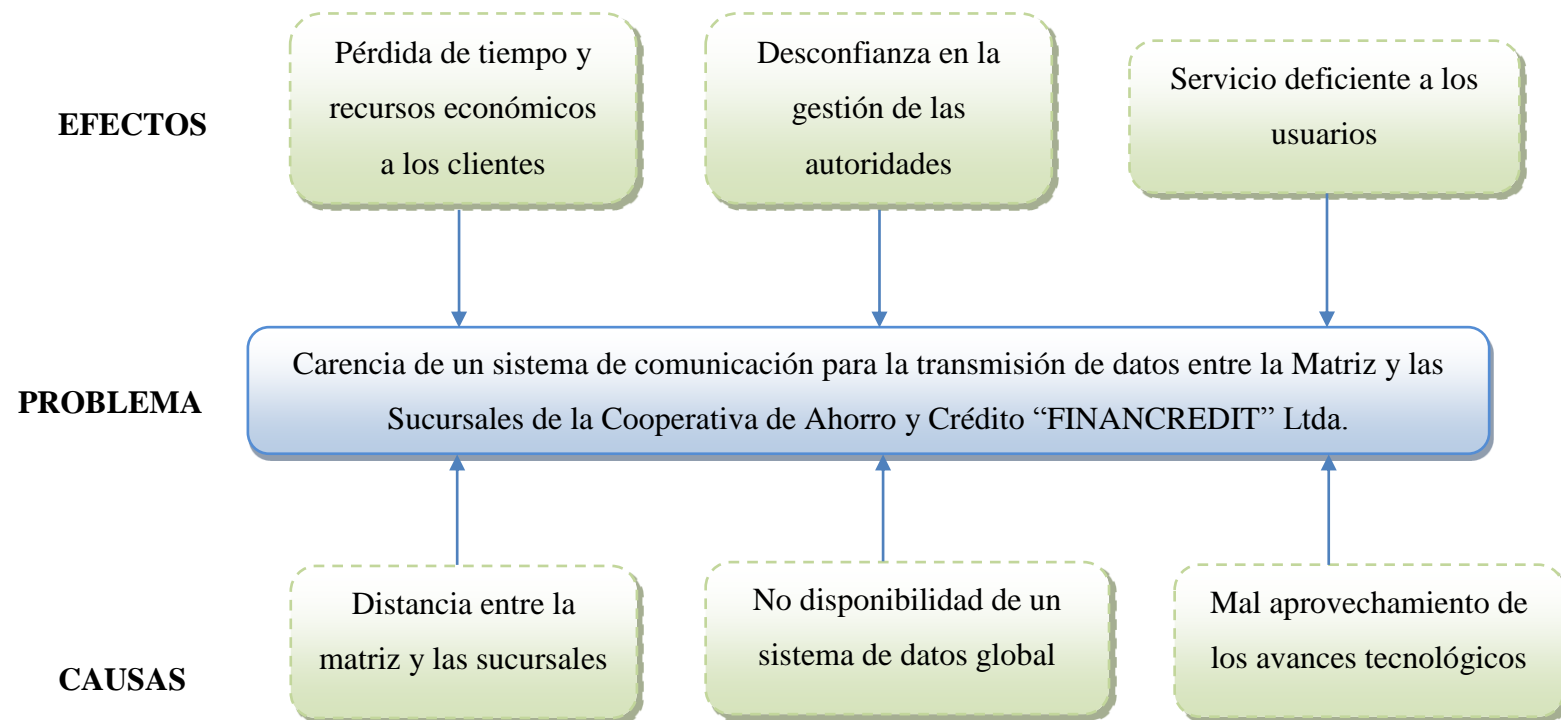


Figura N° 1.1 Árbol del problema

Elaborado por: El Investigador

### **1.2.3 ANÁLISIS CRÍTICO**

En la última década se ha observado una revolución impresionante de las comunicaciones, y en esta época de continuo desarrollo tecnológico, la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., no dispone de un sistema de comunicación para la transmisión de datos. La falta de conocimiento y el mal aprovechamiento de los avances tecnológicos son factores causantes de esta carencia, originando un servicio deficiente a sus clientes.

Al no tener a disposición un sistema de datos global, si un usuario no se encuentra en la ciudad donde creó su libreta de ahorros y desea revisar su cuenta, optar por utilizar algún servicio o realizar algún trámite en cualquiera de las sucursales o en la matriz misma de la cooperativa, al momento la única manera de verificar si dicha cuenta existe es a través de una llamada telefónica a la agencia donde abrió la cuenta, al mirar este procedimiento lo que genera en los usuarios es desconfianza en la gestión de las autoridades.

Otro factor importante es la distancia que existe entre cada sucursal y la matriz de la cooperativa, debido a que se encuentran en ciudades distintas y si por falta de comunicación no puede efectuar un trámite en una dependencia de la institución ajena a donde abrió su cuenta, lo que se genera a los clientes es una pérdida de tiempo y recursos económicos, por otra parte la mala gestión de las autoridades y su indiferencia, provocan un incumplimiento de los objetivos trazados.

### **1.2.4 PROGNOSIS**

La Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., al no disponer de un sistema de comunicación que permita enlazar la matriz y sus sucursales, perderá prestigio ante la competencia, lo cual afectará su desenvolvimiento en la sociedad, perderá socios, le impedirá tener ventajas sobre el resto de Cooperativas y disminuirá su fiabilidad.



### **1.2.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿La carencia de un sistema de comunicación no permite la transmisión e intercambio de datos entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.?

### **1.2.6 PREGUNTAS DIRECTRICES**

¿Cuáles son las tecnologías de comunicación que se utilizan actualmente para los procesos de intercambio de información?

¿Cuál es el proceso actual que utiliza la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., para la transmisión de datos entre la matriz y las sucursales?

¿Se puede plantear una propuesta con el propósito de intercambiar información entre la matriz de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda. y sus sucursales?

¿Cuál sería la inversión necesaria para la implementación de un sistema de comunicación?

### **1.2.7 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

**CAMPO:** Ingeniería Electrónica y Comunicaciones.

**ÁREA:** Telecomunicaciones

**ASPECTO:** Sistema de comunicaciones

**DELIMITACIÓN ESPACIAL:** Esta investigación se realizó en las ciudades de Ambato, Latacunga, Machachi y Francisco de Orellana (El Coca), en los que cuenta con oficinas la Cooperativa “FINANCREDIT” Ltda.

**DELIMITACIÓN TEMPORAL:** El presente proyecto de investigación se ejecutó en el periodo comprendido entre Julio del 2011 y Julio del 2012, luego de ser aprobado por el Honorable Concejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad la ciencia y la tecnología avanzan a una gran rapidez y hacemos uso de ella para facilitar nuestro trabajo, por lo que resulta de vital importancia tener un sistema de comunicación para la transmisión de datos entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., para de esta forma lograr un control óptimo de las cuentas de los clientes y brindar las garantías necesarias a los mismos.

Resulta importante este proyecto; si bien el sistema de comunicación más utilizado en la actualidad es el telefónico, éste es un medio abierto para la atención de muchos requerimientos de la sociedad, lo cual ocasiona en muchas oportunidades la ineficiencia del sistema. Es por ello que con la existencia de un sistema dedicado de comunicación, se permitirá que los socios puedan acceder a su cuenta en cualquier lugar donde exista una sucursal de la Cooperativa.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un Sistema de Comunicación para la transmisión de datos entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

#### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Analizar las diversas tecnologías de comunicaciones disponibles y recomendar la mejor alternativa a utilizarse para la Cooperativa.
2. Analizar la situación actual del proceso de transmisión de datos entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

3. Plantear una propuesta con los parámetros necesarios que garantice la seguridad en transmisión y recepción de información, entre la matriz de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda. y sus sucursales.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Dentro de los registros bibliográficos que reposan en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, se logró encontrar los siguientes trabajos investigativos que podrían guardar relación al tema propuesto:

“Diseño de un enlace inalámbrico para transmisión de datos entre las sucursales de Andinamotors 1 y 2 para la compañía Compumatica Cia. Ltda. Realizada por: Cáceres Montesdeoca Cesar Danilo. Año 2006.

*Conclusión Principal:* Para el sistema del Enlace Inalámbrico se utilizó la tecnología Spread Spectrum, debido a las ventajas que brinda entorno a sus características, accesorios y los estándares de la misma, para asegurar la interoperabilidad de equipos militares de comunicaciones para la transmisión de datos, con el fin de ofrecer un panorama sobre las normas que rigen al fabricante de equipo.

“Diseño de una red inalámbrica privada con tecnología IP para el servicio de comunicaciones entre el Municipio de Ambato y sus parroquias rurales.” Realizado por: Vásquez Zurita Francisco Xavier. Año 2011.

*Conclusión Principal:* Los principales servicios que se brinda con la implementación de esta red son: Internet Inalámbrico de Banda Ancha, con lo

que se puede obtener también correo electrónico, alojamiento web, registro de dominios, servidores de noticias, etc.

“VPN para facilitar la comunicación entre las oficinas centrales y las bodegas de la constructora LOPEZ CÍA LTDA.” Realizado por: Espinoza Paul. Año 2010.

*Conclusión Principal:* Las VPN representan una gran solución para las empresas en cuanto a seguridad, confidencialidad e integridad de los datos. Con las VPN's, una organización sólo necesita una conexión relativamente pequeña con el proveedor del servicio (ISP) y disminuyen significativamente costos adicionales por comunicación y/o compartición de recursos entre dependencias de una misma empresa que se encuentran geográficamente distantes.

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

### **2.2.1 COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO FINANREDIT**

La Cooperativa de Ahorro Y Crédito “FINANREDIT” Ltda., es una entidad dedicada al impulso de la economía popular y solidaria brindando servicios de calidad hacia los sectores menos favorecidos de la sociedad, canalizando y viabilizando proyectos productivos.

Geográficamente la Matriz de la Cooperativa se encuentra ubicada en la Ciudad de Ambato, en las calles Espejo 11-54 y Juan Benigno Vela, también se cuenta con tres Sucursales ubicadas en las Ciudades de Latacunga, Machachi y Francisco de Orellana (El Coca), con las siguientes direcciones:

Latacunga: Av. Felix Valencia 8-31 entre Quito y Belisario Quevedo.

Machachi: Av. 11 de noviembre S1-46 y Pérez Barriga.

El Coca: Calle Napo y Vicente Rocafuerte.

## **Reseña Histórica**

El liderazgo y entusiasmo creativo de un grupo de personas innovadoras de la Provincia de Tungurahua, fecunda la idea de crear una Cooperativa de Ahorro y Crédito, enfocando la ayuda mutua con espíritu cooperativista, para el progreso y desarrollo de sectores rurales y urbanos marginales, especialmente a quienes hacen la Economía Popular y Solidaria de la Región Sierra Centro y a nivel Nacional.

Con un total de 12 Socios fundadores, el 11 de Agosto del 2008 inicia sus actividades como PRE-COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO y posteriormente mediante Acuerdo Ministerial N° 00017 del 06 de Julio del 2010 e inscrita con Numero de Orden 7457 en el Registro General de las Cooperativas, se crea legalmente la Cooperativa de Ahorro y Crédito "FINANCREDIT" Ltda., con un Capital inicial de 60,054.46 Dólares Americanos, con el propósito de brindar productos y servicios financieros a los sectores como: agricultura, ganadería, vivienda, artesanía, comercio informal, pequeña industria, transporte, consumo, etc.

## **Visión**

Ser una institución solvente, sólida y productiva, consolidada entre las 10 primeras Cooperativas de la provincia de Tungurahua con cobertura nacional dentro de los 5 años, con una filosofía de trabajo en equipo, estabilidad y armonía interna entre sus estamentos directivos, gerenciales y operativos, prestando servicios financieros de excelencia, con la utilización de la tecnología moderna y recursos humanos eficientes, brindando calidad de atención y confianza para satisfacer las necesidades insatisfechas de sus asociados.

## **Misión**

Somos una entidad dedicada a ofertar servicios financieros y no financieros mediante su propio estilo de gestión, desarrollando e innovando productos y

servicios eficientes y eficaces, que promueva el desarrollo socioeconómico del sector de la economía popular y solidaria

### **2.2.2 ORGANISMOS DE CONTROL DE TELECOMUNICACIONES**

**MINTEL:** El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información es el órgano rector del desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación en el Ecuador, que emite políticas, planes generales y realiza el seguimiento y evaluación de su implementación, coordinando acciones de asesoría y apoyo para garantizar el acceso igualitario a los servicios y promover su uso efectivo, eficiente y eficaz.

**CONATEL:** El Consejo Nacional de Telecomunicaciones es el ente que tiene la representación del Estado para administrar y regular las telecomunicaciones ante la unión internacional de telecomunicaciones (UIT).

**SENATEL:** La Secretaría Nacional De Telecomunicaciones es el organismo encargado de la ejecución de las políticas en telecomunicaciones en el país.

**SUPERTEL:** La Superintendencia De Telecomunicaciones tiene como misión vigilar, auditar, intervenir y controlar técnicamente la prestación de los servicios de telecomunicaciones, radiodifusión, televisión y el uso del espectro.

### 2.3 GRÁFICA DE INCLUSIÓN DE LAS CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

La Figura N° 2.1 representa las inclusiones conceptuales de las variables independiente y dependiente.

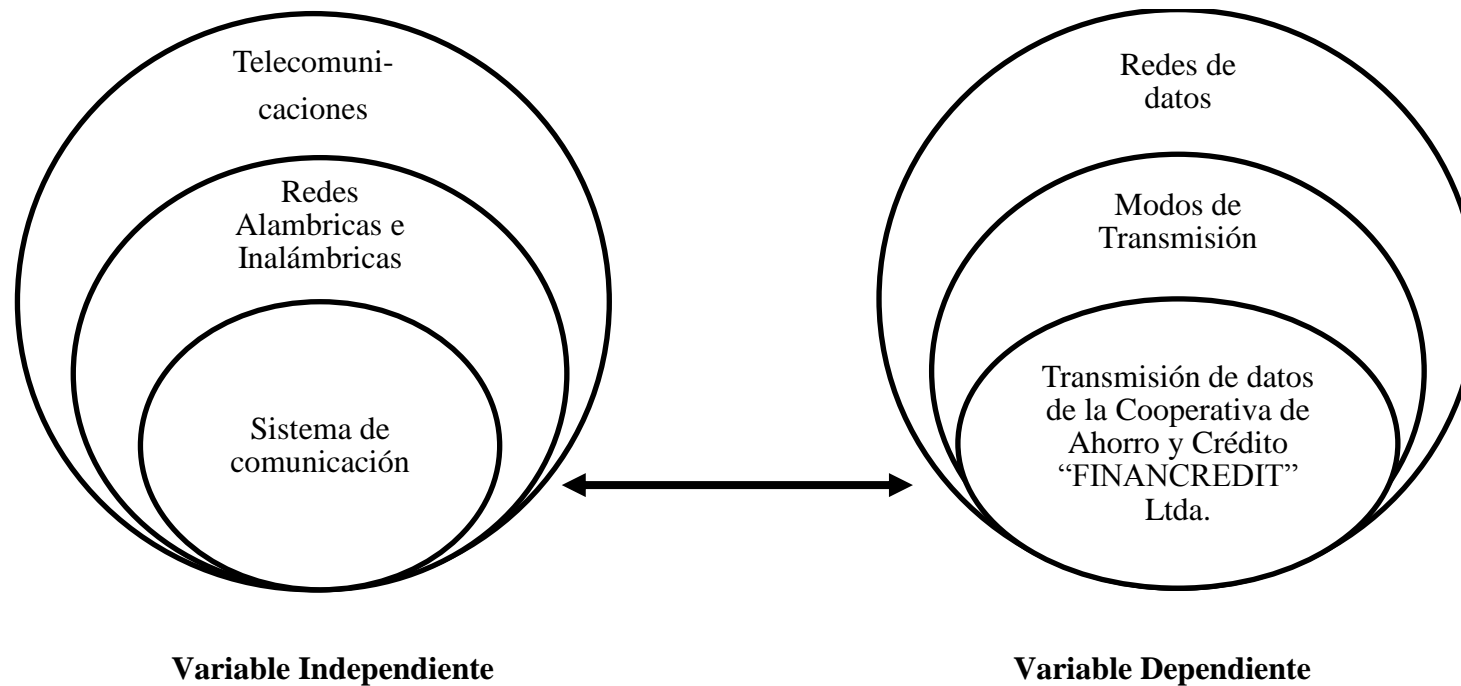


Figura N° 2.1. Categoría Fundamental Variable Independiente

Elaborado por: El Investigador



### 2.3.1 CONSTELACIÓN DE IDEAS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

En la Figura N° 2.2 se expone la variable independiente por medio de una constelación.

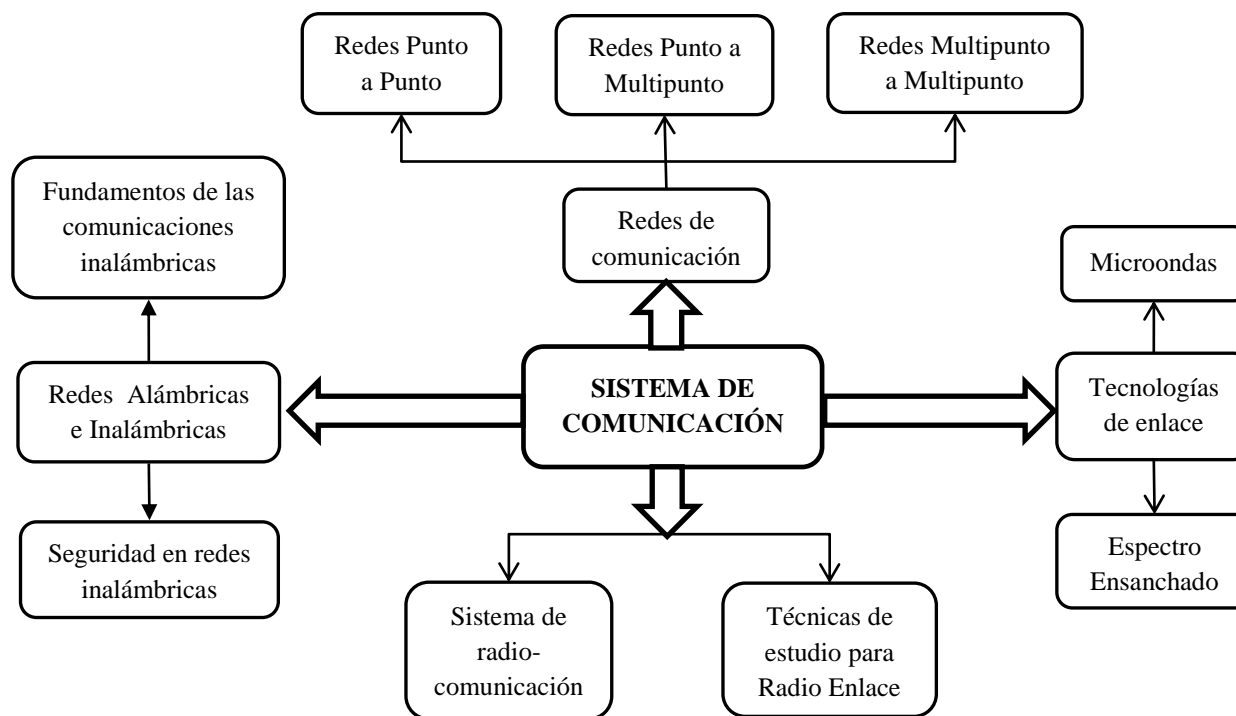


Figura N° 2.2. Constelación de ideas de la variable independiente

Elaborado por: El Investigador

### 2.3.2 CONSTELACIÓN DE IDEAS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

En la Figura N° 2.3 se expone la variable dependiente por medio de una constelación.

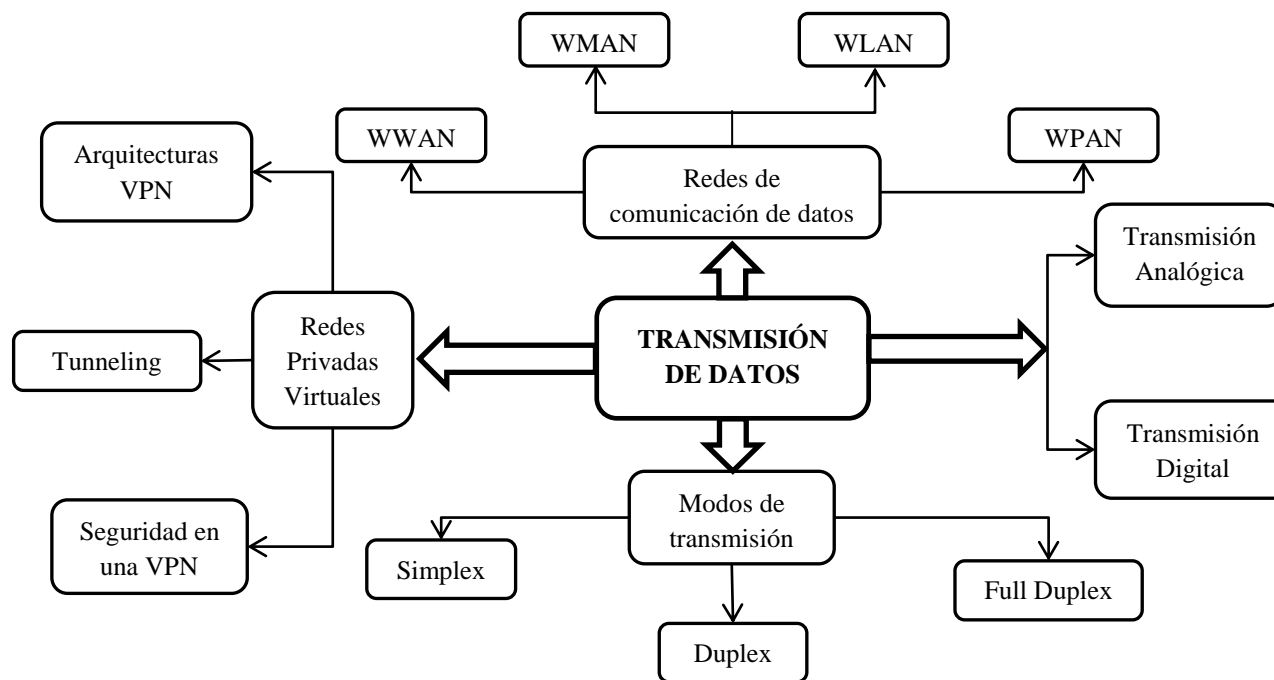


Figura N° 2.3. Constelación de ideas de la variable dependiente

Elaborado por: El Investigador

## 2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

### 2.4.1 TELECOMUNICACIONES

Telecomunicaciones, es toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, datos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de cables, medios ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos.

#### 2.4.1.1 Tipos de telecomunicaciones

**Telecomunicaciones Terrestres:** Son aquellas cuyo medio de propagación son líneas físicas, estas pueden ser cables de cobre, cable coaxial, fibra óptica, par trenzado, etc.

**Telecomunicaciones Radioeléctricas:** Son aquellas que utilizan como medio de propagación la atmósfera terrestre, transmitiendo las señales en ondas electromagnéticas, ondas de radio, microondas, etc. dependiendo de la frecuencia a la cual se transmite.

**Telecomunicaciones Satelitales:** Son aquellas comunicaciones radiales que se realizan entre estaciones espaciales, entre estaciones terrenas con espaciales o entre estaciones terrenas (mediante retransmisión en una estación espacial).

### 2.4.2 REDES DE COMUNICACIÓN

Una red de comunicación es un conjunto de equipos y facilidades que proporcionan un servicio consistente en la transferencia de información entre usuarios situados en puntos geográficos distantes, según el medio de transmisión por el que se propaga la información.

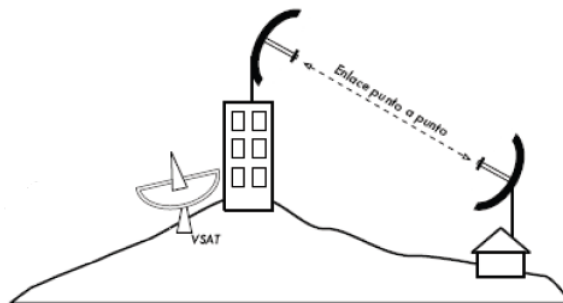
Los medios de transmisión son los caminos por medio de los cuales viaja la información y vienen divididos en guiados y no guiados. Normalmente los

medios de transmisión vienen afectados por factores de fabricación, y encontramos entonces unas características básicas que los diferencian:

- **Ancho de banda:** mayor ancho de banda proporciona mayor velocidad de transmisión.
- **Problemas de transmisión:** se les conoce como atenuación y se define como alta en el cable coaxial y el par trenzado y baja en la fibra óptica.
- **Interferencias:** tanto en los guiados como en los no guiados y ocasionan la distorsión o destrucción de los datos.

#### 2.4.2.1 Redes Punto a Punto

Son aquellas que responden a un tipo de arquitectura de red en las que cada canal de datos se usa para comunicar únicamente dos nodos, al igual que se ilustra en la figura 2.4. El enlace punto a punto proporciona soluciones de conectividad para empresas con centros de trabajo múltiples que necesiten de una gran coordinación y trabajo compartido.



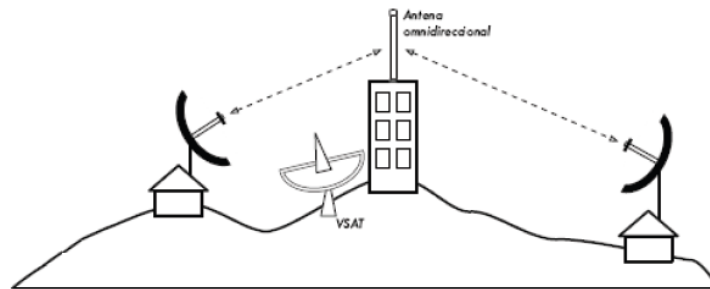
**Figura N° 2.4.** Red Punto a Punto

**Fuente:**[http://montevideolibre.org/manuales/libros:wndw:capitulo\\_3:red\\_fisica](http://montevideolibre.org/manuales/libros:wndw:capitulo_3:red_fisica)

#### 2.4.2.2 Redes Punto a Multipunto

Es la red más comúnmente encontrada donde varios nodos están hablando con un punto de acceso central. El ejemplo típico de esta disposición es el uso de un punto de acceso inalámbrico que provee conexión a varias computadoras portátiles, las cuales no se comunican directamente unas con

otras, pero deben estar en el rango del punto de acceso para poder utilizar la red, un ejemplo de esto se muestra en la figura 2.5.

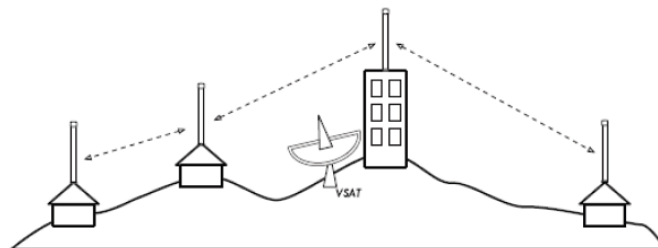


**Figura N° 2.5.** Red Punto a Multipunto

**Fuente:**[http://montevideolibre.org/manuales:libros:wndw:capitulo\\_3:red\\_fisica](http://montevideolibre.org/manuales:libros:wndw:capitulo_3:red_fisica)

### 2.4.2.3 Redes Multipunto a Multipunto

Denominadas también ad-hoc o en malla (Mesh), en donde tal como se muestra en la figura 2.6 no hay una autoridad central, sino que cada nodo de la red transporta el tráfico de tantos otros como sea necesario, y todos los nodos se comunican directamente entre sí.



**Figura N° 2.6.** Red Multipunto a Multipunto

**Fuente:**[http://montevideolibre.org/manuales:libros:wndw:capitulo\\_3:red\\_fisica](http://montevideolibre.org/manuales:libros:wndw:capitulo_3:red_fisica)

### 2.4.3 RED ALÁMBRICA

Una red alámbrica se refiere a una comunicación con cables; es decir la información es enviada a través de medios físicos. Una de sus principales ventajas es el bajo costo para la conexión entre los dispositivos que interactúan, siempre y cuando las distancias sean pequeñas.

### **2.4.3.1 Medios Guiados**

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

#### **a. Par Trenzado**

Normalmente se les conoce como un par de conductores de cobre aislados entrelazados formando una espiral. El hecho de ser trenzado es para evitar la diafonía (la diafonía es un sonido indeseado el cual es producido por un receptor telefónico). Dentro de sus características de transmisión tenemos que para señales analógicas necesitamos transmisores cada 5 o 6 Km; para señales digitales es necesario repetir cada 2 o 3 Km; en una red LAN las velocidades varían entre 10 y 100 Mbps en una distancia de 100 metros.

#### **b. Cable Coaxial**

El cable coaxial es un medio de transmisión usado en los sistemas de televisión por cable. Físicamente es un cable cilíndrico constituido por un conducto cilíndrico externo que rodea a un cable conductor, usualmente de cobre. Es un medio más versátil ya que tiene más ancho de banda (500Mhz) y es más inmune al ruido.

#### **c. Fibra Óptica**

Es el medio de transmisión más novedoso dentro de los guiados, en este medio los datos se transmiten mediante una haz confinado de naturaleza óptica; es costoso y difícil de manejar pero excelente en rendimiento y calidad de transmisión. Físicamente está constituido por un núcleo formado por una o varias fibras muy finas de cristal o plástico; un revestimiento de cristal o plástico con propiedades ópticas diferentes a las del núcleo y una cubierta plástica para protegerla de humedades y el entorno.

Usa dos modos de transmisión, el monomodo (este cubre largas distancias, más caro, más velocidad debido a no tener distorsión multimodal) y el multimodo (cubre cortas distancias, es más barata pero tiene menos velocidad, 100 Mbps) además se ve afectado por distorsión multimodal). Tiene un ancho de banda de 2.5 a 10 GHz e incluso tiende a llegar a 1THz.

#### **2.4.4 RED INALÁMBRICA**

El término se refiere a comunicación sin cables, usando frecuencias de radio u ondas infrarrojas. Ondas de radio de bajo poder, como las que se emplea para transmitir información entre dispositivos. Sus principales ventajas son que permiten una amplia libertad de movimientos, facilita la reubicación de las estaciones de trabajo evitando la necesidad de establecer cableado y la rapidez en la instalación, sumado a menores costos que permiten una mejor inserción en economías reducidas. Algunas de las técnicas utilizadas en las redes inalámbricas son: infrarrojos, microondas, láser y radio.

##### **2.4.4.1 Medios No Guiados**

De manera general podemos definir las siguientes características de este tipo de medios: La transmisión y recepción se realiza por medio de antenas, las cuales deben estar alineadas cuando la transmisión es direccional, o si es omnidireccional la señal se propaga en todas las direcciones.

###### **a. Microondas terrestres**

Los sistemas de microondas terrestres han abierto una puerta a los problemas de transmisión de datos, sin importar cuales sean, aunque sus aplicaciones no estén restringidas a este campo solamente. Las microondas están definidas como un tipo de onda electromagnética situada en el intervalo del milímetro al metro y cuya propagación puede efectuarse por el interior de tubos metálicos. Es en si una onda de corta longitud.

### **b. Satélites**

Conocidas como microondas por satélite, está basado en la comunicación llevada a cabo a través de estos dispositivos, los cuales después de ser lanzados de la tierra y ubicarse en la órbita terrestre, realizan la transmisión de todo tipo de datos, imágenes, etc., según el fin con que se han creado. Las microondas por satélite manejan un ancho de banda entre los 3 y los 30 Ghz, y son usados para sistemas de televisión, transmisión telefónica a larga distancia y punto a punto y redes privadas punto a punto.

### **c. Ondas de radio.**

Son las más usadas, pero tienen apenas un rango de ancho de banda entre 3 KHz y los 1 GHz. Son poco precisas y solo son usados por determinadas redes de datos o los infrarrojos

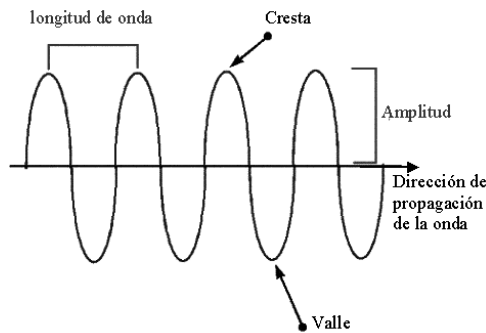
## **2.4.5 FUNDAMENTOS DE LAS COMUNICACIONES INALÁMBRICAS**

### **a. Ondas Electromagnéticas y Longitud de onda**

Una onda electromagnética es la forma de propagación de la radiación electromagnética a través del espacio. A diferencia de las ondas mecánicas, no necesitan de un medio material para propagarse; es decir, pueden desplazarse por el vacío.

La energía electromagnética puede viajar de varios modos: como voltaje o corriente por medio de alambres, como luz por fibra óptica o como emisiones de radio frecuencia que viajan por el aire o espacio. En cualquiera de ellos un concepto importante que debe entenderse es el de Longitud de Onda (Wavelength). La Figura 2.7 muestra lo que se denomina como longitud de onda.





**Figura N° 2.7.** Longitud de onda

**Fuente:** <http://www.areatecnologia.com/ondas-electromagneticas.htm>

La longitud de una onda es el período espacial de la misma, es decir, la distancia a la que se repite la forma de la onda. Normalmente se consideran dos puntos consecutivos que poseen la misma fase: dos máximos, dos mínimos, dos cruces por cero (en el mismo sentido).”

La letra griega "λ" (lambda) se utiliza para representar la longitud de onda en ecuaciones.

$$\lambda = \frac{\text{velocidad}}{\text{frecuencia}} = \frac{c}{f}$$

Donde:

- Velocidad: Es la velocidad a la que viaja la onda. Depende del medio y se conoce como Velocidad de Propagación.
- Frecuencia: La variación en ciclos por segundo de la señal que se propaga (f).

Mientras más pequeña sea la longitud de onda, la energía electromagnética no puede ser fácilmente controlada o confinada, lo que hace más difícil trabajar con señales de frecuencias elevadas.

### **b. Modos de Propagación**

La propagación de ondas se refiere a la propagación de ondas electromagnéticas en el espacio libre. Aunque el espacio libre realmente

implica en el vacío, con frecuencia la propagación por la atmósfera terrestre se llama propagación por el espacio libre y se puede considerar siempre así. La principal diferencia es que la atmósfera de la Tierra introduce pérdidas de la señal que no se encuentra en el vacío.

Las ondas electromagnéticas se propagan a través de cualquier material dieléctrico incluyendo el aire pero no se propaga bien a través de conductores con pérdidas como agua de mar ya que los campos eléctricos hacen que fluyan corrientes en el material disipando con rapidez la energía de las ondas.

### **1. Propagación Directa**

Llamada también onda espacial, son las ondas que viajan desde una antena transmisora a una receptora, en ella la onda emitida por la antena emisora alcanza la antena receptora en línea recta y sin desviación alguna. Estas ondas pueden sufrir en su camino reflexiones y/o refracciones debidas a las variaciones características físicas de la atmósfera. En los enlaces con línea de vista, la Tierra y la atmósfera a menudo propician la recepción por trayectoria múltiple

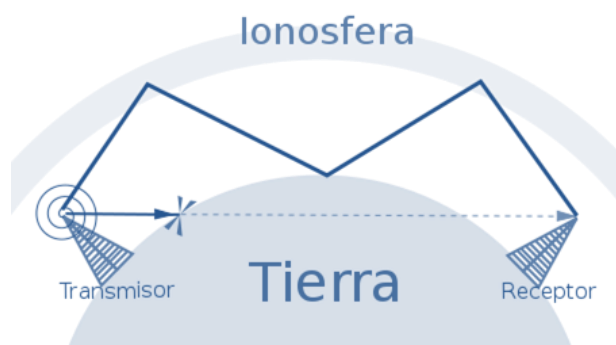
### **2. Propagación por Reflexión**

Es el cambio en la dirección de propagación de un fenómeno ondulatorio, como las ondas radioeléctricas, cuando inciden sobre una superficie reflectante.

“Este tipo de propagación no es muy deseable, ya que a la antena receptora pueden llegarle, además de la señal directa, varias señales reflejadas procedentes de uno o varios puntos, produciendo las conocidas y molestas "imágenes fantasma" o dobles imágenes.”<sup>1</sup> En la Figura N° 2.8 se tiene el esquema en cuanto se refiere a propagación por reflexión.

---

<sup>1</sup> <http://capa-f2.com/propagondas.html>

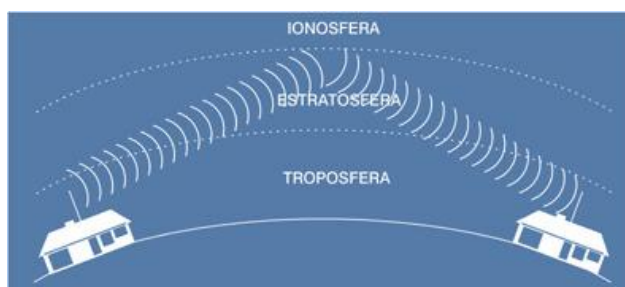


**Figura N° 2.8.** Propagación por reflexión

**Fuente:** <http://eloviparo.wordpress.com/2010/09/26/el-diexismo/>

### 3. Propagación por Refracción

La refracción es el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio material a otro. Sólo se produce si la onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación de los dos medios y si éstos tienen índices de refracción distintos. La refracción se origina en el cambio de velocidad de propagación de la onda. Este concepto es ilustrado en la Figura N° 2.9.



**Figura N° 2.9.** Propagación por refracción

**Fuente:** <http://capa-f2.com/propagondas.html>

### 4. Propagación por Difracción

Es el fenómeno característico de las propiedades ondulatorias de la materia, por lo cual un obstáculo que se opone a la propagación libre de las ondas se presenta como una fuente secundaria que emite ondas derivadas en todas las direcciones. Gracias a este fenómeno las ondas rodean al obstáculo y consiguen salvarlo. Este modo de propagación se muestra en la Figura N° 2.10.



**Figura N° 2.10.** Propagación por difracción

**Fuente:** <http://capa-f2.com/propagondas.html>

### c. Espectro radioeléctrico

Como se ilustra en la Tabla N° 2.1, el espectro electromagnético es el conjunto de ondas electromagnéticas agrupado en bandas, que se propagan de manera ondulatoria y con velocidad constante.

Para evitar interferencias, a los usuarios se les asignan frecuencias específicas dentro de las bandas. La asignación de las frecuencias para diferentes servicios se rige por una serie de acuerdos bajo el control de la International Telecommunications Union (ITU).

Nombre	Abreviatura inglesa	Frecuencias	Longitud de onda
		Inferior a 3 Hz	> 100.000 km
Extra Baja Frecuencia	ELF	3- 30 Hz	100.000 - 10.000 km
Súper Baja Frecuencia	SLF	30 - 300 Hz	10.000 - 1000 km
Ultra Baja Frecuencia	ULF	300 - 3000 Hz	1000 - 100 km
Muy Baja Frecuencia	VLF	3 -30 KHz	100 - 10 km
Baja Frecuencia	LF	30 - 300 KHz	10 - 1 km
Media Frecuencia	MF	300 - 3000 KHz	1 km - 100 m
Alta Frecuencia	HF	3 - 30 MHz	100 - 10 m
Muy Alta Frecuencia	VHF	30 - 300 MHz	10 - 1 m
Ultra Alta Frecuencia	UHF	300 - 3000 MHz	1 m -100 mm
Súper Alta Frecuencia	SHF	3 - 30 GHz	100 -10 mm
Extra Alta Frecuencia	EHF	30 - 300 GHz	10 - 1 mm
		Por encima de los 300 GHz	< 1 mm

**Tabla N° 2.1.** Bandas del espectro electromagnético

**Fuente:** <http://www.vidadigitalradio.com/el-espectro-radioelectrico/>

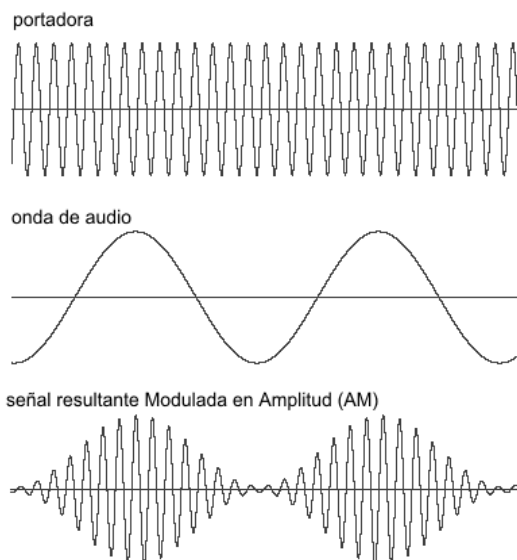
#### d. Modulación

“La modulación consiste en variar las características de una señal portadora en función de la información contenida por otra señal (moduladora)”<sup>2</sup>

De manera genérica, una señal viene definida por su amplitud, su frecuencia y su fase, de tal manera que podremos encontrar modulaciones en amplitud, frecuencia o fase y modulaciones híbridas. Sin embargo, cuanto mayor es la complejidad del esquema de modulación empleada, mayor SNR (Relación Señal a Ruido) y mayor sensibilidad exige el receptor y por tanto menor es el alcance.

##### 1. Modulación de Amplitud (AM)

Una de las técnicas de modulación es la de Amplitud Modulada o AM. En amplitud modulada, el modulador, al combinar las dos señales, produce una señal que varía su amplitud en proporción al valor de la señal modulante. Este concepto es ilustrado en la Figura N° 2.11.



**Figura N° 2.11.** Modulación de Amplitud

**Fuente:** <http://arieldx.tripod.com/manualdx/bandas/modulacion.htm>

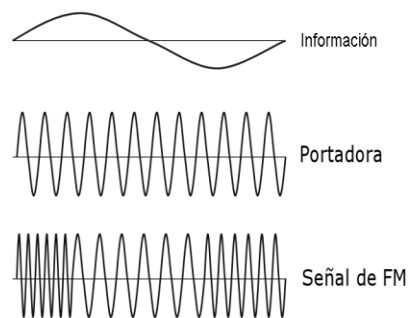
---

<sup>2</sup> ROLDÁN, David. Comunicaciones Inalámbricas. Primera edición: Alfaomega Grupo Editor

En AM cualquier efecto que la modifique la amplitud de la señal portadora, (el ruido por ejemplo) estará cambiando la información.

## 2. Modulación de Frecuencia (FM)

La Frecuencia Modulada (FM), es un sistema de transmisión de radio en el que la onda portadora se modula de forma que su frecuencia varíe según la señal de información transmitida. La Figura N° 2.12 muestra la definición de modulación de frecuencia.



**Figura N° 2.12.** Modulación de Frecuencia

**Fuente:** [http://es.wikipedia.org/wiki/Frecuencia\\_modulada](http://es.wikipedia.org/wiki/Frecuencia_modulada)

En una transmisión de FM, el ruido puede afectar la amplitud de la señal pero muy difícilmente su frecuencia, de allí que la información tiende a contaminarse menos, aumentando la fidelidad de este tipo de transmisión, que resulta también una buena alternativa para transmisión digital.

## 3. Modulación Digital con Portadora Analógica

En la Figura N° 2.13 se muestra los diferentes tipos de modulación digital, al igual que el comportamiento de cada una de ellas.

- Modulación ASK

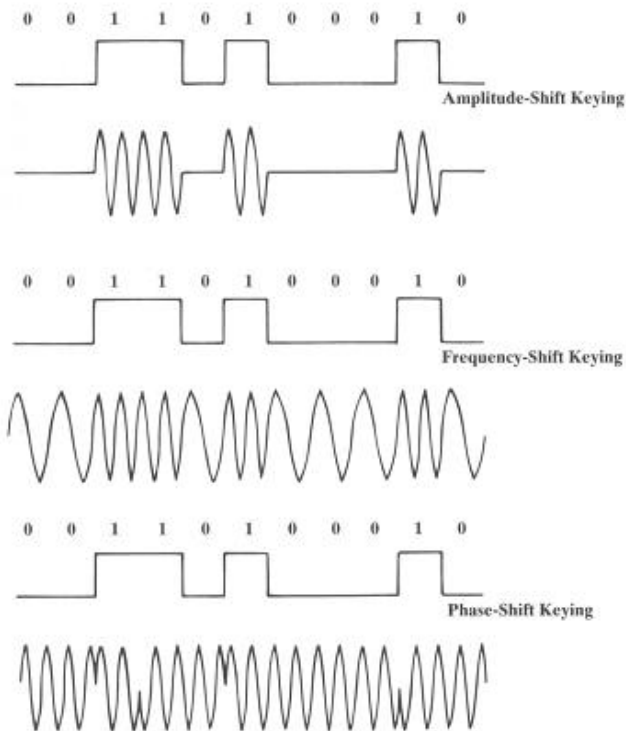
ASK (Amplitude Shift Keying), consiste en variar la amplitud de la portadora. Este tipo de modulación es muy sensible a la atenuación y a las interferencias, por lo que en comunicaciones radioeléctricas no suele emplearse.

- Modulación FSK

“FSK (Frequency Shift Keying) es una modulación digital de bajo rendimiento, por lo que no suele emplearse en comunicaciones radioeléctricas. Existen dos variantes: coherente, si no existe variación en la fase de la portadora para los mismos valores binarios, y no coherente, en el caso contrario.”<sup>3</sup>

- Modulación PSK

“La modulación PSK (Phase Shift Keying) consiste en variar la fase de la portadora en función de la señal de datos. En realidad, la modulación PSK no es muy utilizada, sin embargo de ella se han derivado otros esquemas de modulación más complejos que si que se encuentran muy extendidos.”<sup>4</sup>



**Figura N° 2.13.** Diferentes tipos de modulación digital

**Fuente:** <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/MODULACION-DIGITAL.php>

<sup>3</sup> ROLDÁN, David. Comunicaciones Inalámbricas. Primera edición: Alfaomega Grupo Editor

<sup>4</sup> ROLDÁN, David. Comunicaciones Inalámbricas. Primera edición: Alfaomega Grupo Editor

### **e. Ancho de banda**

El ancho de banda es el rango de frecuencias que se transmiten por un medio. Se define como BW, y aquí encontramos como ejemplo que en BW telefónico se encuentra entre 300 Hz y 3.400 Hz o el BW de audio perceptible al oído humano se encuentra entre 20 Hz y 20.000 Hz. Por lo general al usar este término nos referimos a la velocidad en que puedo transmitir.

Por ejemplo, para transmitir la Audio Frecuencia (AF), se requiere de al menos un ancho de banda de 20 KHz. Las emisoras de AM solo disponen de 5 KHz pues se les asigna frecuencias separadas entre sí 10 KHz., con la consecuente pérdida de información que se traduce en falta de "fidelidad". Por otro lado, una emisora de FM tiene un ancho de banda de 75 KHz, suficiente incluso para transmitir dos canales que es lo que hacen las emisoras de FM en estéreo.

En las redes de computadores, el ancho de banda a menudo se utiliza como sinónimo para la tasa de transferencia de datos - la cantidad de datos que se puedan llevar de un punto a otro en un período dado (generalmente un segundo). Esta clase de ancho de banda se expresa generalmente en bits de datos por segundo (bps).

Debe recordarse que una comunicación consiste generalmente en una sucesión de conexiones, cada una con su propio ancho de banda. Si una de estas conexiones es mucho más lenta que el resto actuará como cuello de botella enlenteciendo la comunicación.

### **f. Capacidad de información**

Shannon (1948) encontró la siguiente relación sobre el ancho de banda análogo y la transmisión de datos digitales:

$$Capacidad = Anchode\ Banda \times \log_2 \left( 1 + \frac{PotenciaSeñal}{PotenciaRuido} \right)$$



Donde:

Capacidad está en bits/s,

Ancho de Banda en Hz, y

Potencia en Watts.

Suponga que en un canal se trasmite con una potencia de 10 W y hay ruido de 1 W. El ancho de banda análogo del canal es de 1 KHz. La capacidad del canal resulta:

$$C = 1000 \times \log_2 \left( 1 + \frac{10}{1} \right) = 3471 \text{ bits/s}$$

Un valor relativamente bajo. Considere aumentar el ancho de banda de 1 KHz a 100 KHz. Esto aumenta la Capacidad de 3,471 Kbps a 347,1 Kbps. Y si se aumenta la potencia del canal de 10 a 100 W, entonces la Capacidad del canal llega a 6,681 Kbps. Entonces entre el ancho de banda análogo y el digital hay una relación lineal, pero no ocurre así con la relación potencia del canal y el ruido que es logarítmica y no tiene el mismo efecto sobre la capacidad digital del canal.

En resumen, Shannon demostró matemáticamente que para enviar datos digitales a más velocidad se requiere de más ancho de banda análogo. En la práctica hay otros factores que intervienen a más del ruido como: calidad de los circuitos electrónicos, efectos de estabilidad con la temperatura, distorsión, por dar unos ejemplos. Por lo mismo la capacidad que calcula la Ecuación de Shannon debería interpretarse como la máxima.

#### **2.4.6 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN**

Un sistema de comunicación es el conjunto de equipos y enlaces tanto físicos como electromagnéticos, utilizables para la prestación de un determinado servicio de telecomunicaciones.

#### **2.4.6.1 Componentes de un sistema de comunicación**

En toda comunicación existen tres elementos básicos: el transmisor, el canal de transmisión y el receptor.

El Transmisor pasa el mensaje al canal en forma de señal. Para lograr una transmisión eficiente y efectiva, se deben desarrollar varias operaciones de procesamiento de la señal. La más común e importante es la modulación, un proceso que se distingue por el acoplamiento de la señal transmitida a las propiedades del canal, por medio de una onda portadora.

El Canal de Transmisión o medio, es el puente de unión entre la fuente y el destino. Todos los medios de transmisión se caracterizan por la atenuación, la disminución progresiva de la potencia de la señal conforme aumenta la distancia.

La función del Receptor es extraer del canal la señal deseada y entregarla al transductor de salida. Como las señales son frecuentemente muy débiles, como resultado de la atenuación, el receptor debe tener varias etapas de amplificación. En todo caso, la operación clave que ejecuta el receptor es la demodulación, el caso inverso del proceso de modulación del transmisor, con lo cual vuelve la señal a su forma original.

#### **2.4.7 SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES**

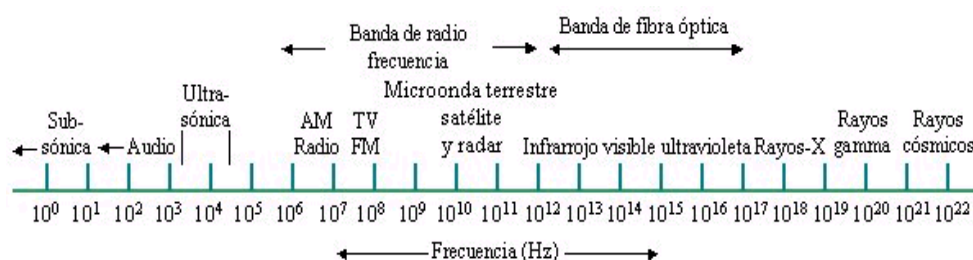
La radiocomunicación es un sistema de telecomunicación que se realiza a través de ondas de radio y que a su vez está caracterizado por el movimiento de los campos eléctricos y campos magnéticos. La comunicación vía radio se realiza a través del espectro radioeléctrico cuyas propiedades son diversas a lo largo de su gama, así como baja frecuencia, media frecuencia, alta frecuencia, muy alta frecuencia, ultra alta frecuencia, etc. En cada una de ellas, el comportamiento de las ondas es diferente.

## 2.4.8 TECNOLOGÍAS DE ENLACE

Para poder tomar una decisión respecto al medio de transmisión a utilizarse en lo referente a la tecnología inalámbrica, es necesario e imprescindible tener claro los aspectos teóricos de los posibles sistemas a utilizarse. De las diferentes posibilidades, dos que se emplean mucho en la mayoría de aplicaciones son los Radio Enlaces por microondas, y Radio Enlaces por espectro ensanchado.

### 2.4.8.1 Radio enlace por Microondas

El término " microondas " es en mención a que la longitud de onda de esta banda es muy pequeña (milimétrica o micrométrica), que cubre la porción del espectro electromagnético de frecuencias entre 3 GHz y 300 GHz, aproximadamente. En la Figura N° 2.14 se representa el espectro de frecuencias electromagnéticas:



**Figura N° 2.14.** Espectro de frecuencias electromagnéticas

**Fuente:** <http://www.portalciencia.es/espectro-frecuencias.html>

Las estaciones de microondas terrestres consisten en un par de antenas con línea de vista conectadas a un radio transmisor que irradian radiofrecuencia (RF) en el orden de 1 GHz a 50 GHz. Las principales frecuencias utilizadas en microondas se encuentran alrededor de los 5-10 GHz, 18, 23 y 26 GHz, las cuales son capaces de conectar dos localidades de hasta 24 Km de distancia una de la otra.

Los equipos de microondas que operan a frecuencias más bajas, entre 2 a 8 GHz, puede transmitir a distancias de entre 30 y 45 Km la única limitante de

estos enlaces es la curvatura de la Tierra, aunque con el uso de repetidores se pueden extender su cobertura a miles de kilómetros.

Debido a que todas las bandas de frecuencias de microondas terrestres son concedidas por cada Estado, para utilizar este servicio son necesarias frecuencias para enlaces punto-punto y punto-multipunto permitidas por las autoridades de telecomunicaciones.

Un radio enlace está constituido por equipos terminales y repetidores intermedios. Se puede tener un radio enlace sin repetidores intermedios siempre y cuando exista línea de vista entre los dos puntos que se desean interconectar. Los repetidores pueden ser de dos tipos: Repetidores Activos y Repetidores Pasivos.

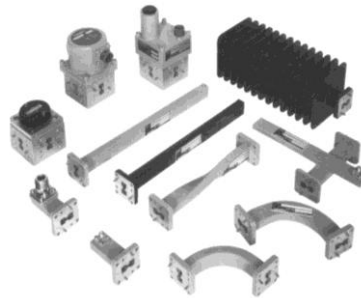
Los repetidores activos necesitan energía eléctrica para su funcionamiento y estos tienen la función de recibir la señal para amplificarla y volverla a transmitir; mientras que los repetidores pasivos o reflectores no generan ganancia y se limitan a cambiar la dirección del haz radioeléctrico.

Un sistema de comunicación basado en las microondas constará fundamentalmente de un generador y de un medio de transmisión de la onda hasta la carga; caso contrario, cuando la transmisión sea entre puntos de un área extensa, se utilizará un sistema emisor y otro receptor.

Además de estos elementos existen otras componentes como son atenuadores, desfasadores, frecuencímetros, medidores de onda estacionaria SWR (relación de onda estacionaria - interferencia de ondas incidente y reflejada con igual amplitud, longitud de onda y frecuencia que van en sentido opuesto a través de un medio-), etc.

Como se puede apreciar en la Figura N° 2.15, la guía de onda es en esencia una tubería metálica, a través de la cual se propaga el campo electromagnético prácticamente sin atenuación, dependiendo del material del que esté fabricada; así, a una frecuencia determinada y para una geometría

concreta, la atenuación será tanto menor cuanto mejor conductor sea el material.



**Figura N° 2.15.** Guías de onda

**Fuente:** [http://es.wikipedia.org/wiki/Gu%C3%ADa\\_de\\_onda](http://es.wikipedia.org/wiki/Gu%C3%ADa_de_onda)

Las guías de onda pueden ser rectangulares o circulares. Cuando la energía debe ser acoplada desde una fuente a una carga, ambas fijas en un solo lugar, se prefiere las guías rectangulares porque son más pequeñas que las circulares para una misma longitud de onda.

#### **2.4.8.2 Radio enlace por Espectro Ensanchado**

Un sistema de espectro ensanchado, es aquel en el cual la señal transmitida es propagada en una banda de frecuencia amplia, mucho más de hecho que el mínimo ancho de banda requerido para transmitir la información que será enviada.

La señal de espectro ensanchado, que es propagada en un ancho de banda grande, puede coexistir con señales de banda estrecha añadiendo únicamente un ligero incremento en el ruido de fondo que los receptores de banda estrecha pueden ver. El receptor de espectro ensanchado no ve las señales de banda estrecha, pues está escuchando en un ancho de banda mucho más amplio.

##### ***a. Tecnología de Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (DSSS).***

Esta técnica, opera en un canal determinado y consiste en representar cada bit de la señal original por múltiples bits en la señal transmitida. Cada bit

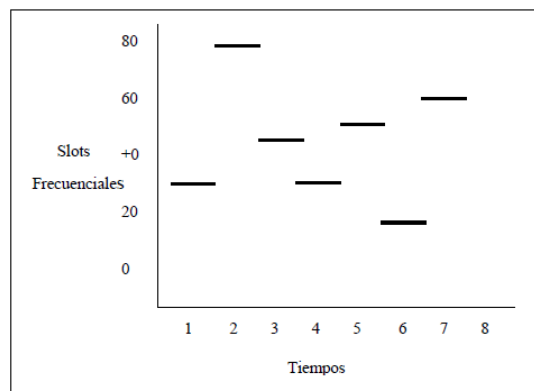
transmitido se modula con una secuencia de 11 bits aleatorios, esta secuencia tiene propiedades matemáticas que lo hacen ideal para modular radiofrecuencias.

DSSS tiene definidos dos tipos de modulaciones a aplicar a la señal resultante, tal y como especifica el estándar IEEE 802.11: la modulación DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying), y la modulación DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying), proporcionando unas velocidades de transferencia de 1 y 2 Mbps respectivamente.

***b. Tecnología de Espectro Ensanchado por Salto en Frecuencia (FHSS).***

La tecnología de espectro ensanchado por salto en frecuencia, consiste en transmitir una parte de la información en una determinada frecuencia, durante un intervalo de tiempo llamada “dwell time” e inferior a 400 ms.

Pasado este tiempo, se cambia la frecuencia de emisión y se sigue transmitiendo a otra frecuencia. De esta manera, cada tramo de información se va transmitiendo en una frecuencia distinta durante un intervalo muy corto de tiempo, en la Figura 2.16, se muestra como trabaja dicha técnica.



**Figura N° 2.16.** Modo de trabajo de la técnica FHSS

**Fuente:** [http://www.pulsewan.com/data101/wireless\\_lan\\_basics.htm](http://www.pulsewan.com/data101/wireless_lan_basics.htm)

Cada una de las transmisiones a una frecuencia concreta, se realizan utilizando una portadora de banda estrecha que va cambiando (saltando) a lo largo del tiempo. Este procedimiento equivale a realizar una partición de la

información en el dominio temporal. El orden en los saltos en frecuencia que el emisor debe realizar viene determinado según una secuencia pseudo-aleatoria, que se encuentra definida en unas tablas que tanto el emisor como el receptor deben conocer.

La ventaja de estos sistemas frente a los sistemas DSSS, es que con esta tecnología podemos tener más de un punto de acceso en la misma zona geográfica sin que existan interferencias, si se cumple que dos comunicaciones distintas no utilizan la misma frecuencia portadora en un mismo instante de tiempo.

#### **2.4.9 TÉCNICAS DE ESTUDIO PARA RADIO ENLACE**

Un aspecto imprescindible para que la calidad de los equipos a utilizar y de sus componentes sea la más óptima, es realizar de antemano un adecuado estudio para radioenlaces, sus objetivos son:

- a) Localización de los sitio de las estaciones.
- b) Exploración dentro de un mapa.
- c) Accesos al sitio de la estación y a la red pública de energía.
- d) Disponibilidad de Espacio.
- e) Reutilización de estaciones ya existentes.
- f) Estudio del Trayecto.
- g) Determinación de alturas de los sitios y de los obstáculos.
- h) Orientación.
- i) Pruebas de Trayecto y Propagación.

Siguiendo este orden de acciones se pueden identificar correctamente las diferentes necesidades para las instalaciones que debe tener el radio enlace.

Se debe tomar en cuenta la distancia entre los dos terminales, dependiendo de la tecnología que se va emplear, si existe o no Línea De Vista (LOS) entre las estaciones, aspectos topográficos y condiciones de infraestructura. No hay que olvidar que no necesariamente significa que existe LOS si el espacio

entre los sitios está libre, puesto que hay la posibilidad de que exista fricción del haz de radio con un obstáculo. Para asegurarse que hay LOS real en el enlace, se debe planificar las alturas de las antenas y verificar en el perfil dibujado que la primera zona de Fresnel se encuentre libre.

Un estudio cuidadoso del mapa topográfico permite seleccionar diferentes alternativas para sitios o rutas. Se debe tomar en cuenta que los sitios se encuentren cerca de caminos y si es posible, cerca de áreas pobladas, procurando tener un fácil acceso a estos lugares y sobre todo tener acceso a la red pública de energía.

El tamaño requerido para un determinado sitio deber ser lo suficiente para que permita la construcción de la torre, caseta y lugar para almacenamiento de combustible para los generadores de energía de respaldo. Además de medir distancias y alturas, también se tiene que determinar la dirección del enlace con respecto a las coordenadas geográficas. Esto es muy importante dentro del estudio para plantar las torres con una orientación que facilite la alineación de las antenas.

#### **2.4.10 TRANSMISIÓN DE DATOS**

Toda comunicación lleva implícita la transmisión de información de un punto a otro, pasando por una serie de procesos, es así que se define a transmisión de datos como la acción de cursar datos, a través de un medio de telecomunicaciones, desde un lugar en que son originados hasta otro en el que son recibidos. Los principales objetivos que debe satisfacer un sistema de transmisión de datos son:

- Reducir tiempo, esfuerzo y costos de operación.
- Aumentar la velocidad de entrega de la información.
- Aumentar la capacidad de las organizaciones a un costo incremental o razonable.
- Aumentar la calidad y cantidad de la información.



### **2.4.11 TRANSMISIÓN ANALÓGICA**

La transmisión analógica que datos consiste en el envío de información en forma de ondas, a través de un medio de transmisión físico. Los datos se transmiten a través de una onda portadora: una onda simple cuyo único objetivo es transportar datos modificando una de sus características (amplitud, frecuencia o fase). Por este motivo, la transmisión analógica es generalmente denominada transmisión de modulación de la onda portadora. Se definen tres tipos de transmisión analógica, según cuál sea el parámetro de la onda portadora que varía:

- Transmisión por modulación de la amplitud de la onda portadora.
- Transmisión a través de la modulación de frecuencia de la onda portadora.
- Transmisión por modulación de la fase de la onda portadora.

El problema de la transmisión analógica es que la señal se debilita con la distancia, por lo que hay que utilizar amplificadores de señal cada cierta distancia.

### **2.4.12 TRANSMISIÓN DIGITAL**

La transmisión digital consiste en el envío de información a través de medios de comunicaciones físicos en forma de señales digitales. Por lo tanto, las señales analógicas deben ser digitalizadas antes de ser transmitidas. Sin embargo, como la información digital no puede ser enviada en forma de 0 y 1, debe ser codificada en la forma de una señal con dos estados.

Para optimizar la transmisión, la señal debe ser codificada de manera de facilitar su transmisión en un medio físico. Existen varios sistemas de codificación para este propósito, los cuales se pueden dividir en dos categorías:

- **Codificación de dos niveles:** la señal sólo puede tomar un valor estrictamente negativo o positivo ( $-X$  ó  $+X$ , donde  $X$  representa el valor de la cantidad física utilizada para transportar la señal).
- **Codificación de tres niveles:** la señal sólo puede tomar un valor estrictamente negativo, nulo o estrictamente positivo ( $-X$ ,  $0$  ó  $+X$ ).

#### 2.4.13 MODOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS

- **Simplex**

En este caso el transmisor y el receptor están perfectamente definidos y la comunicación es unidireccional. Este tipo de comunicaciones se emplean usualmente en redes de radiodifusión, donde los receptores no necesitan enviar ningún tipo de dato al transmisor.

- **Duplex o Semi-duplex**

En este caso ambos extremos del sistema de comunicación cumplen funciones de transmisor y receptor y los datos se desplazan en ambos sentidos pero no simultáneamente. Este tipo de comunicación se utiliza habitualmente en la interacción entre terminales y un computador central.

- **Full Duplex**

El sistema es similar al duplex, pero los datos se desplazan en ambos sentidos simultáneamente. Para ello ambos transmisores poseen diferentes frecuencias de transmisión o dos caminos de comunicación separados.

#### 2.4.14 REDES DE DATOS

Se denomina red de datos a aquellas infraestructuras o redes de comunicación que se ha diseñado específicamente a la transmisión de información mediante el intercambio de datos. Las redes de datos, generalmente, están basadas en la conmutación de paquetes y se clasifican de acuerdo a su tamaño, la distancia que cubre y su arquitectura física.

#### 2.4.15 REDES DE TRANSMISIÓN DE DATOS

- **Red de Área Extensa (WAN)**

Son aquellas que proporcionen un medio de transmisión a lo largo de grandes extensiones geográficas (regional, nacional e incluso internacional). Una red WAN generalmente utiliza redes de servicio público y redes privadas y que pueden extenderse alrededor del globo.

- **Red de Área Metropolitana (MAN)**

Están diseñadas para la conexión de equipos a lo largo de una ciudad entera. Una red MAN puede ser una única red que interconecte varias redes de área local LAN's resultando en una red mayor.

- **Red de Área Local (LAN)**

Las redes de área local suelen ser una red limitada a la conexión de equipos dentro de un único edificio, oficina o campus, la mayoría son de propiedad privada.

- **Red de Área Personal (PAN)**

Incluye redes de corto alcance que abarcan un área de algunas decenas de metros. Este tipo de red se usa generalmente para conectar dispositivos periféricos (impresoras, teléfonos móviles, etc.) o un asistente personal digital (PDA) a un ordenador.

#### 2.4.16 SEGURIDAD BÁSICA Y AVANZADA EN WIRELESS LAN

Las redes inalámbricas son más vulnerables que las redes de cable debido al desconocimiento de las herramientas de seguridad disponibles para este tipo de sistema.

a. *Ataques de escucha/monitorización pasiva (eavesdropping).*

Las redes wireless son especialmente vulnerables a los ataques de monitorización, siendo el único requisito para su realización la conectividad,

es decir, la posibilidad de acceso al flujo de datos. La autenticación es posible tras la captura y cracking de cierto número de paquetes. Es posible acceder y monitorizar el tráfico presente en el entorno como cualquier cliente autenticado. También es posible realizar inyección y modificación de mensajes, sin necesidad de descifrar claves.

**b. Ataques de Intercepción/Inserción (man-in-the-middle).**

Los entornos que operan sobre el protocolo 802.11b facilitan la captura y redirección de sesiones, ya que una estación que transmite no es capaz de detectar la presencia de estaciones adyacentes con la misma dirección MAC o IP. Esto permite que se lleve a cabo un ataque de secuestro de sesión mediante el uso de dos estaciones hostiles diferentes.

**c. Ataques de denegación de servicio (jam-ming)**

Es sencillo realizar ataques que afecten a la disponibilidad en los entornos wireless y pueden ser abordados desde varios enfoques, siendo los más sencillos aquellos que utilizan un dispositivo de radiofrecuencia (RF) de alta potencia para generar interferencias, lo que prevendría que el usuario legítimo pudiera utilizar el servicio.

Existen varios métodos para lograr la configuración segura de una red inalámbrica; cada método logra un nivel diferente de seguridad y presenta ciertas ventajas y desventajas.

**1. Filtrado de direcciones MAC**

Este método consiste en la creación de una tabla de datos en cada uno de los puntos de acceso a la red inalámbrica. Dicha tabla contiene las direcciones MAC (Media Access Control) de las tarjetas de red inalámbricas que se pueden conectar al punto de acceso.

## **2. *Wired Equivalent Privacy (WEP)***

El nivel más básico de seguridad para redes inalámbricas es el algoritmo WEP, ha sido diseñado para prevenir posibles escuchas de la información y proteger la red mediante la encriptación de los datos que se envíen de forma inalámbrica.

## **3. *Las VPN***

Una red privada virtual (Virtual Private Network, VPN) emplea tecnologías de cifrado para crear un canal virtual privado sobre una red de uso público. Las VPN resultan especialmente atractivas para proteger redes inalámbricas, debido a que funcionan sobre cualquier tipo de hardware inalámbrico y superan las limitaciones de WEP.

## **4. *802.1x***

802.1x es un protocolo de control de acceso y autenticación basado en la arquitectura cliente/servidor, que restringe la conexión de equipos no autorizados a una red. El protocolo fue inicialmente creado por la IEEE para uso en redes de área local alámbricas, pero se ha extendido también a las redes inalámbricas.

## **5. *WPA (Wi-Fi Protected Access)***

WPA es un estándar propuesto por los miembros de la Wi-Fi Alliance en colaboración con la IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos). Este estándar busca subsanar los problemas de WEP, mejorando el cifrado de los datos y ofreciendo un mecanismo de autenticación. WPA propone un nuevo protocolo para cifrado, conocido como TKIP (Temporary Key Integrity Protocol). Este protocolo se encarga de cambiar la clave compartida entre punto de acceso y cliente cada cierto tiempo, para evitar ataques que permitan revelar la clave. TKIP amplía la longitud de la clave de 40 a 128 bits.

#### **2.4.17 ENLACES DE COMUNICACIÓN PRIVADOS**

En el mundo contemporáneo es evidente la necesidad de facilitar la comunicación, especialmente en el sector empresarial, para ello se implementaron enlaces privados para el transporte de forma segura de toda la información concerniente a una organización. Los enlaces privados son de utilización exclusiva de un determinado usuario u organización, estos proporcionan seguridad, confiabilidad y alcance geográfico permitiendo la transmisión de información vital para el éxito de una empresa.

#### **2.4.18 REDES PRIVADAS VIRTUALES**

Una “Red Privada Virtual” o “Virtual Private Network” (VPN) es un sistema para simular una red privada sobre una red pública, por ejemplo, Internet. Las VPN permiten interconectar redes LAN a través de Internet.

Las VPN posibilitan la conexión de usuarios móviles a la red privada, tal como si estuvieran en una LAN dentro de una oficina de la empresa donde se implementa la VPN. Esto resulta muy conveniente para personal que no tiene lugar fijo de trabajo dentro de la empresa, como podrían ser vendedores, ejecutivos que viajan, personal que realiza trabajo desde el hogar, etc.

La forma de comunicación entre las partes de la red privada a través de la red pública se hace estableciendo túneles virtuales entre dos puntos para los cuales se negocian esquemas de encriptación y autenticación que aseguran la confidencialidad e integridad de los datos transmitidos utilizando la red pública.

##### **2.4.18.1 Objetivos de una implantación VPN**

- Proporcionar movilidad a los empleados.
- Administración y ampliación de la red corporativa al mejor costo beneficio.
- Acceso a la base de datos central sin utilización de operadores telefónicos.

- Interconexión total a la red de todos los comerciales (empleados), de forma segura a través de una infraestructura pública.
- Intercambio de información en tiempo real.
- Correo electrónico corporativo.
- Acceso remoto a la información corporativa.
- Teletrabajo.
- Flexibilidad y facilidad de uso.
- Fácil adaptación a las nuevas tecnologías.

#### 2.4.18.2 Requerimientos básicos

- **Identificación de usuario:** las VPN deben verificar la identidad de los usuarios y restringir su acceso a aquellos que no se encuentren autorizados.
- **Administración de direcciones:** la VPN asignará una dirección al cliente en la red privada y deberá asegurarse que las direcciones privadas se mantengan tal como se entregaron.
- **Codificación de datos:** los datos que se van a transmitir a través de la red pública (Internet), antes deben ser cifrados, para que así no puedan ser leídos.
- **Administración de claves:** las VPN deben actualizar las claves de cifrado para los usuarios.
- **Soporte a protocolos múltiples:** La VPN deberá manejar protocolos utilizados en las redes públicas; éstos incluyen Protocolo de Internet.

#### 2.4.18.3 Arquitecturas VPN

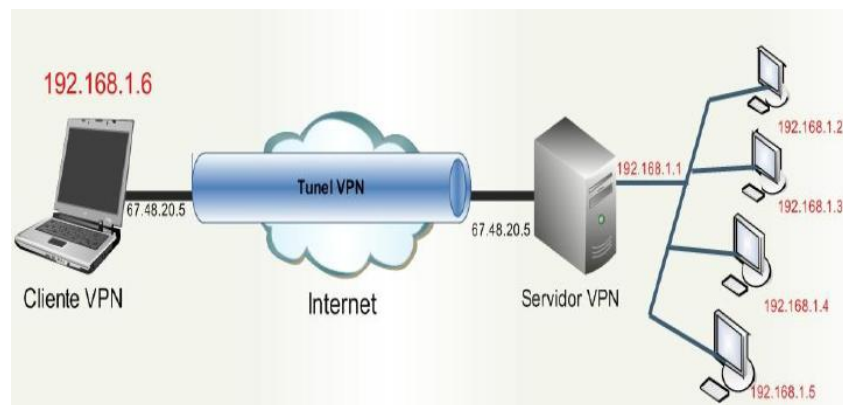
Básicamente existen tres arquitecturas de conexión VPN:

##### a. VPN de acceso remoto

Es quizás el modelo más usado actualmente, y consiste en usuarios o proveedores que se conectan con la empresa desde sitios remotos (oficinas comerciales, domicilios, hoteles, aviones preparados, etc.) utilizando Internet

como vínculo de acceso. Una vez autenticados tienen un nivel de acceso muy similar al que tienen en la red local de la empresa. Muchas empresas han reemplazado con esta tecnología su infraestructura dial-up (módems y líneas telefónicas).

La Figura N° 2.17 muestra un tipo de conexión VPN de Acceso Remoto de una estación a una red LAN.



**Figura N° 2.17.** VPN de Acceso Remoto a Estación LAN.

**Fuente:** <http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/VPNgerardoBrollo.pdf>

### **b. Intranet LAN TO LAN**

Este esquema se utiliza para conectar oficinas remotas con la sede central de la organización. El servidor VPN, que posee un vínculo permanente a Internet, acepta las conexiones vía Internet provenientes de los sitios y establece el túnel VPN.

Los servidores de las sucursales se conectan a Internet utilizando los servicios de su proveedor local de Internet, típicamente mediante conexiones de banda ancha. Esto permite eliminar los costosos vínculos punto a punto tradicionales (realizados comúnmente mediante conexiones de cable físicas entre los nodos), sobre todo en las comunicaciones internacionales.



c. **Extranet**

Este tipo de arquitectura es usado por las empresas que necesitan intercambiar información y realizar transacciones no solamente entre sitios de su misma organización sino también con otras compañías. Por ejemplo, una empresa manufacturera quisiera permitirle a los computadores de sus distribuidores acceder a su sistema de control de inventarios.

También dicha empresa quisiera poder acceder a la base de datos de sus proveedores y poder ordenar fácil y automáticamente cuando ellos necesiten materia prima. Hoy en día todas las empresas están haciendo presencia en la Internet y esto hace casi imperativo la comunicación con las otras empresas por este medio.

**2.4.18.4 Tunneling**

La tecnología de túneles ("Tunneling") es un modo de transferir datos en la que se encapsula un tipo de paquetes de datos dentro del paquete de datos de algún protocolo, no necesariamente diferente al del paquete original. Al llegar al destino, el paquete original es desencapsulado volviendo así a su estado original. En el traslado a través de Internet, generalmente los paquetes viajan encriptados, por razones obvias de seguridad.

**2.4.18.5 Seguridad en una VPN**

La solidez de la seguridad de las soluciones VPN permite que las organizaciones aprovechen al máximo la conveniencia y ahorros en los costos de conexión por el túnel a través del Internet, sin permitir el acceso no autorizado.

Un túnel VPN funciona mediante la encapsulación de datos dentro de paquetes IP para transportar información que no cumple de ninguna forma con los estándares de direccionamiento en Internet. Posteriormente, estos paquetes encapsulados se transportan entre una red, o cliente único, y otra red sobre una red intermedia. A todo este proceso de encapsulación y transmisión

de paquetes se le conoce como conexión por túnel. Un túnel es una conexión a través del Internet. El resultado es que los usuarios remotos se convierten en nodos virtuales en la red a la que han sido conectados por túnel. Desde la perspectiva del usuario, la naturaleza de la red física que ha sido conectada por túnel es irrelevante ya que aparece como si la información haya sido enviada sobre una red privada dedicada.

La comunicación a través de Internet requiere que, tanto la encapsulación como la encriptación de flujo de datos, sea viable. PPTP (Protocolo de Túnel Point to Point) y L2TP (Protocolo de Túnel Capa 2) proporcionan servicios de encapsulación, a fin de facilitar las comunicaciones de protocolos múltiples mediante Internet. La encapsulación permite que los paquetes de datos no basados en IP se comuniquen a través de Internet basada en IP desde un cliente remoto a una LAN corporativa privada, la cual permite que las redes no basadas en IP aprovechen al máximo el Internet.

- **PPTP (Point to Point Tunneling Protocol)**

El protocolo de túnel punto a punto es uno de los más populares y fue originalmente diseñado para permitir el transporte (de modo encapsulado) de protocolos diferentes al TCP/IP a través de Internet. Este protocolo permite la comunicación entre dos puntos para lo cual necesita de normas particulares de conexión que permitan direccionar o encaminar los paquetes de información a sus destinos. El proceso de encriptación es gestionado por PPP (Protocolo Punto a Punto) para ser transmitido a través del enlace entre los componentes remotos y la red, luego es recibido por PPTP, este último utiliza una conexión TCP llamada conexión de control para crear el túnel.

- **L2TP (Protocolo de túnel de Capa 2)**

Al igual que PPTP este protocolo utiliza la trama PPP creada al conectar Cliente – ISP, donde luego se realiza el túnel de capa 2, funcionando de modo bastante similar teóricamente al protocolo antes mencionado. Sin embargo, este sistema ofrece más seguridad a los datos de información que viajan por el

medio inseguro. L2TP es un híbrido entre PPTP (Microsoft) y L2F (Cisco System), y adquiere lo mejor de cada protocolo. Presenta varias mejoras respecto a PPTP, permite autenticación de usuarios y puede abrir más de un túnel entre dos sistemas, con esto se ofrece diferente QoS (Calidad de Servicio).

- **IPSEC (Internet Protocol Security)**

Internet Protocol Security, cuya traducción en español es Protocolo de seguridad en Internet. Es un estándar de la IETF (Internet Engineering Task Force), es una extensión al protocolo IP que proporciona seguridad a IP y a los protocolos de capas superiores.

IPSec emplea dos protocolos diferentes; AH (Cabecera de Autenticación) y ESP (Sobrecarga de Seguridad del Encapsulado) para asegurar la autenticación, integridad y confidencialidad de la comunicación. Trabaja en modo túnel en el que el datagrama IP se encapsula completamente dentro de un nuevo datagrama IP y modo transporte IPSec solo maneja la carga del datagrama IP, insertándose la cabecera IPSec entre la cabecera IP y la cabecera del protocolo de capas superiores.

## **2.5 HIPÓTESIS**

El Diseño de un Sistema de Comunicación permitirá mejorar la transmisión de datos y los servicios que ofrece la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda. a los clientes.

## **2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

**Variable Independiente:** Sistema de comunicación.

**Variable Dependiente:** Transmisión de datos entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

Esta investigación asumió un enfoque cuali-cuantitativo, debido a que la recolección de datos se realizó directamente desde el campo de análisis, se llevó a cabo una exploración profunda, haciendo de esta investigación un estudio objetivo y controlado cuyas respuestas son confiables, a más de esto se tomó datos de calidad, buscando las causas y la explicación de los hechos que se estudia, ya que se basó en una realidad estable.

#### **3.2 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se contextualizó en la modalidad de campo y documental – bibliográfica.

De campo porque se realizó un estudio sistemático de los hechos en el lugar donde se producen los acontecimientos y documental bibliográfica porque se tuvo como propósito detectar, profundizar y ampliar diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios en todo lo relacionado a sistemas de comunicación.

#### **3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

La investigación asumió un nivel exploratorio pues se reconoce las variables que nos competen, a las cuales se da una mayor amplitud y dispersión. Un

nivel descriptivo que permitió dar pronósticos básicos, para lo cual se requirió un conocimiento suficiente de la situación. El nivel explicativo se utilizó para detectar las causas de determinados comportamientos, explicando los factores precisos de ciertos procedimientos. Por último la asociación de variables también estuvo presente, evaluando las variables de comportamiento y midiendo el grado de relación entre las mismas.

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **Población**

La población en la que se llevó a cabo el presente trabajo consta de:

Gerente General de la Cooperativa.....	1
Empleados .....	19
TOTAL.....	20

#### **Muestra:**

Tomando en consideración el tamaño de la población se trabajó con todos sus componentes, integrados por el Gerente de la Cooperativa, los Ingenieros encargados de la administración de la red de la empresa y los empleados, lo cual permitió obtener resultados más confiables.

### 3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla N° 3.1. Operacionalización de la variable independiente: Sistema de comunicación

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS INSTRUMENTALES
Comunicación: Es un proceso en el que intervienen un emisor y un receptor, en un ambiente determinado a través del cual se logra la transmisión e intercambio de ideas e información, comprensible entre las partes.	Emisor	Equipos	¿Qué equipos utilizan en la matriz y en cada sucursal de la Cooperativa para comunicarse?	Observación
	Receptor	Calidad de la señal	¿La cooperativa cuenta con un sistema de comunicación?	Encuesta
	Transmisión	Medios utilizados	¿Qué tipo de comunicación necesita tener la Cooperativa de Ahorro y Crédito?	Entrevista
	Intercambio de Información	Capacidad	¿Qué tipo de tecnología utiliza la cooperativa para el intercambio de información?	

Elaborado por: El Investigador

**Tabla N° 3.2. Operacionalización de la variable dependiente:** Transmisión de datos entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

<b>CONCEPTO</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ÍTEMS BÁSICOS</b>	<b>TÉCNICAS INSTRUMENTALES</b>
<p>Transmisión: es el traspaso de energía, ondas o información codificada desde un punto de inicio hacia un punto de llegada.</p> <p>Datos: es un conjunto organizado de bits procesados, que constituyen un mensaje.</p>	<p>Codificación</p> <p>Ondas</p> <p>Servicios y aplicaciones</p>	<p>Tipos de codificación</p> <p>Tecnologías de la información</p> <p>Redes inalámbricas</p> <p>Datos, video y voz</p>	<p>¿Qué problemas tiene la cooperativa para la transmisión de datos?</p> <p>¿Con un sistema de transmisión de datos se mejorará el servicio brindado por la institución?</p> <p>¿Que servicios de transmisión de datos requiere la Cooperativa?</p>	<p>Observación</p> <p>Encuesta</p> <p>Entrevista</p>

**Elaborado por:** El Investigador

### 3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Las técnicas que se empleó en la presente investigación fueron: la observación, la encuesta y la entrevista.

- a. **Observación.-** Mediante la observación se detectó los problemas que se encontraban inmersos en nuestro entorno, se recogió datos para su posterior análisis e interpretación, los cuales permitieron llegar a obtener conclusiones y ayudó a la toma de decisiones.
- b. **Entrevista.-** Con esta técnica se obtuvo información oral de los entrevistados, conversando directamente con ellos, llenando ciertas inquietudes que se tuvo respecto al tema.
- c. **Encuesta.-** La encuesta a diferencia de la entrevista, la recolección de información fue por escrito, para lo cual los informantes respondieron a preguntas previamente realizadas.

### 3.7 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Tabla N° 3.3. Plan de recolección de información

Preguntas Básicas	
¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos de la investigación.
¿De qué personas u objetos?	Personal que labora y clientes de la Cooperativa de Ahorro y Crédito "FINANCREDIT" Ltda.
¿Sobre qué aspectos?	Constelación de ideas de las variables.
¿Quién?	Investigador: Roberto Segura
¿Cuándo?	Julio 2011 - Julio 2012
¿Dónde?	Cooperativa de Ahorro y Crédito



	“FINANCREDIT” Ltda.
¿Cuántas veces?	Las necesarias
¿Qué técnicas de recolección?	Observación y encuesta
¿Con qué?	Cuestionarios

**Elaborado por:** El Investigador

### **3.8 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Para realizar un correcto procesamiento de la información se tomo como pauta el siguiente orden para optimizar tiempo y obtener resultados positivos.

- Revisión crítica de la información recurrida, es decir limpieza de información defectuosa, contradictoria, incompleta, no permitente, etc.
- Repetición de la recolección en casos para corregir fallas de contestación.
- Tabulación o cuadros según variables.
- Manejo de la información con un estudio estadístico de datos para presentación de resultados.

### **3.9 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Se realizó un análisis de los resultados, destacando tendencias relacionada fundamentalmente con los objetivos e hipótesis. Interpretación de los resultados porcentual, gráficos y estadísticamente con apoyo del marco teórico, en el aspecto pertinente, y finalmente se ejecuto una redacción y establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 INTRODUCCIÓN**

El siguiente análisis, corresponde a los resultados obtenidos de la encuesta realizada a 20 trabajadores que laboran en la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., los mismos que brindaron total apertura y colaboración para contestar las preguntas y proporcionar información referente a la actual condición de las comunicaciones entre la matriz y las sucursales.

La información obtenida fue tabulada y analizada de forma sistemática de acuerdo a las interrogantes planteadas, además interpretados estadísticamente para obtener resultados precisos y confiables.

#### **4.2 ENCUESTA**

**Pregunta 1. ¿Actualmente la Cooperativa cuenta con algún sistema de comunicación para enlazar la matriz con sus sucursales?**

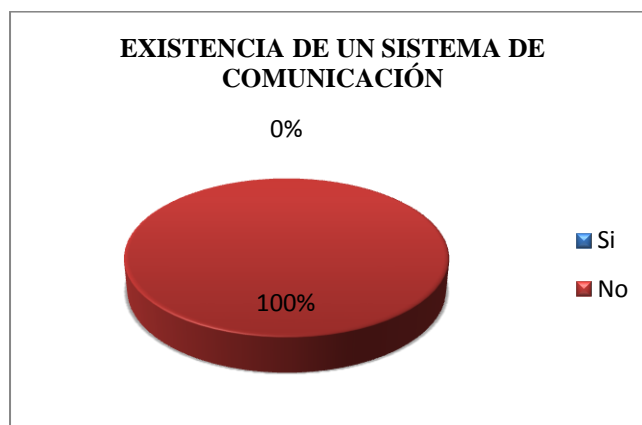
**Tabla N° 4.1.** Existencia de un sistema de comunicación en la Cooperativa “FINANCREDIT”

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	0	0 %
No	20	100 %
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100 %</b>

**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

**Figura N° 4.1.** Existencia de un sistema de comunicación en la Cooperativa “FINANCREDIT”



**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

**Análisis e Interpretación:** De acuerdo a los datos obtenidos, se puede apreciar que los encuestados en su totalidad afirman que actualmente no disponen de un sistema de comunicación para enlazar la matriz con las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., manifestando que esta es una deficiencia de la institución que reduce la calidad de servicio a sus usuarios y no les permite tener ventajas sobre la competencia.

**Pregunta 2. ¿Le gustaría que la Cooperativa adopte un sistema de comunicación para la transmisión de datos entre la matriz y las sucursales?**

**Tabla N° 4.2.** Implementación de un sistema de comunicación

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	20	100 %
No	0	0 %
<b>TOTAL</b>	20	100 %

**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

**Figura N° 4.2.** Implementación de un sistema de comunicación



**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

**Análisis e Interpretación:** En virtud de los resultados arrojados por la figura N° 4.2, se logra apreciar que el 100% de los encuestados se encuentran optimistas por que la Cooperativa implante un sistema de comunicación para la transmisión de datos entre la matriz y las sucursales. El descontento de los empleados al no contar con un sistema de comunicación se evidencia con claridad, por lo que la Cooperativa no debe dejar pasar por alto la solución a este inconveniente, con el afán de brindar una mejor atención a sus socios.

**Pregunta 3. ¿Cuál es el grado de interés por parte de Ud., en contar con una alternativa tecnológica, para la comunicación de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.?**

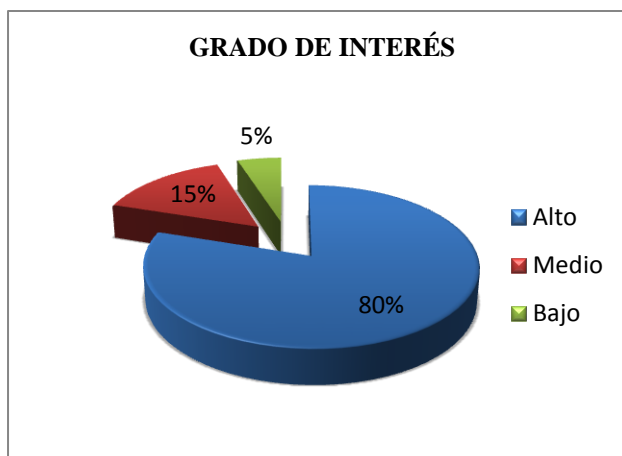
**Tabla N° 4. 3.** Grado de interés por contar con una alternativa tecnológica

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Alto	16	80 %
Medio	3	15 %
Bajo	1	5 %
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100 %</b>

**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

**Figura N° 4. 3.** Grado de interés por contar con una alternativa tecnológica



**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

**Análisis e Interpretación:** Del personal encuestado un 80 % tiene un grado de interés alto, un 15 % adopta un nivel de interés medio y el 5 % restante asume un grado de interés bajo por contar con una alternativa tecnológica que permita la comunicación de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda. No todos asumen un grado de interés alto debido a que algunas personas aún desconocen las técnicas actuales existentes para realizar una comunicación eficiente y segura.

**Pregunta 4. ¿Cree Ud. que el diseño de un sistema de comunicación facilitará el acceso a tecnologías de la información y comunicación, entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.?**

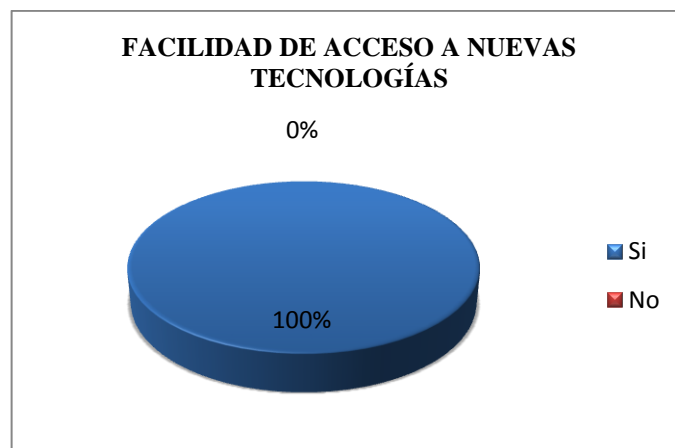
**Tabla N° 4. 4.** Facilidad de acceso a tecnologías de la información y comunicación

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	20	100 %
No	0	0 %
<b>TOTAL</b>	20	100 %

**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

**Figura N° 4. 4.** Facilidad de acceso a tecnología de la información y comunicación



**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

**Análisis e Interpretación:** En la cuarta pregunta todos los encuestados creen que el diseño de un sistema de comunicación facilitará el acceso a tecnologías de la información y comunicación, entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., lo que ayuda a comprobar la confianza que tienen las personas en los sistemas de telecomunicaciones y sus aplicaciones.

**Pregunta 5. ¿Qué beneficios traerá la implementación de un Sistema de Comunicación?**

**Tabla N° 4.5.** Beneficios del Sistema de Comunicación

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Contar con un sistema de comunicación entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito "FINANCREDIT" Ltda.	0	0 %
Mejorar el desarrollo socio-económico de la Cooperativa	0	0 %
Elevar la calidad de servicios hacia los usuarios	0	0 %
Todas las anteriores	20	100 %
<b>TOTAL</b>	20	100 %

**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito "FINANCREDIT" Ltda.

**Figura N° 4.5.** Beneficios del Sistema de Comunicación



**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito "FINANCREDIT" Ltda.

**Análisis e Interpretación:** En cuanto a los beneficios que traerá la implementación de un sistema de comunicación; en el planteamiento de la quinta pregunta, todos los empleados de la Cooperativa entienden que al contar con esta alternativa tecnológica, se mejorará el desarrollo socio-económico de la institución y al tener toda la información centralizada en la matriz de la Cooperativa FINANCREDIT se elevará la calidad de servicios a los socios.

**Pregunta 6. ¿Cree Ud. que es importante implementar un sistema de comunicación propio, para el servicio de transmisión de datos?**

**Tabla N° 4.6.** Importancia de implementar un sistema de comunicación

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	20	100 %
No	0	0 %
<b>TOTAL</b>	20	100 %

**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito "FINANCREDIT" Ltda.

**Figura N° 4.6.** Importancia de implementar un sistema de comunicación



**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito "FINANCREDIT" Ltda.

**Análisis e Interpretación:** En la sexta pregunta, el 100% de las personas encuestadas están a favor de la idea planteada de adquirir el sistema de comunicación, argumentando que la Cooperativa tendrá un mayor prestigio dentro del ámbito Financiero, a más que se brindará una mejor atención a los socios y la institución estará actualizada en cuanto a tecnología se refiere.



**Pregunta 7. ¿Cuáles son las razones en buscar una alternativa tecnológica para la transmisión de servicios?**

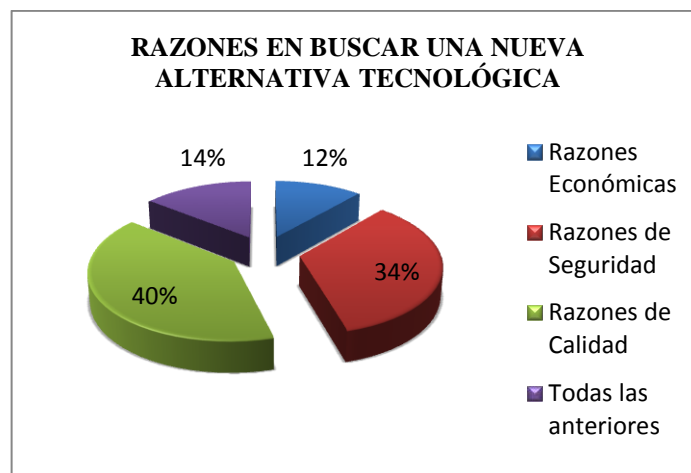
**Tabla N° 4.7.** Razones en buscar una alternativa tecnológica

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Razones Económicas	4	20 %
Razones de Seguridad	12	60 %
Razones de Calidad	14	70 %
Todas las anteriores	5	25 %

**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

**Figura N° 4.7.** Razones en buscar una alternativa tecnológica



**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

**Análisis e Interpretación:** La séptima pregunta corresponde a una interrogante de selección múltiple por lo que los encuestados tuvieron la libertad de elegir dos o más respuestas, es así que un 20% afirma que las razones en buscar una alternativa tecnológica para la transmisión de servicios son económicas, el 60% concluye que es por el afán de mejorar la seguridad, un 70% por razones de calidad, mientras que un 25 % manifiesta que los motivos son económicos y de seguridad.

**Pregunta 8. ¿Posee la Cooperativa personal calificado para administrar la red?**

**Tabla N° 4.8.** Presencia de personal calificado para administrar la red

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	13	65 %
No	7	35 %
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100 %</b>

**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

**Figura N° 4.8.** Presencia de personal calificado para administrar la red



**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

**Análisis e Interpretación:** Los resultados en la octava pregunta indican con un 65% que la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., dispone de personal calificado para administrar la red, mientras que un 35% supo manifestar que actualmente no cuentan con personal capacitado para operar esta clase de tecnología, sin embargo que este factor no sería un impedimento para desarrollar el proyecto.

**Pregunta 9. ¿Considera Ud. que la Cooperativa dispone del presupuesto necesario para implementar el sistema?**

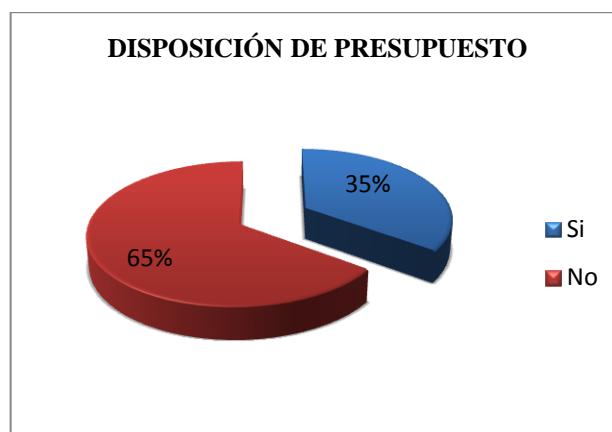
**Tabla N° 4.9.** Disposición de presupuesto para implementar el sistema

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	7	35 %
No	13	65 %
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100 %</b>

**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

**Figura N° 4. 9.** Disposición de presupuesto para implementar el sistema



**Realizado por:** El Investigador

**Fuente:** Empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

**Análisis e Interpretación:** En la novena pregunta, si bien es cierto el 65% coinciden en que se carece de presupuesto en estos momentos para implementar el sistema, la verdad es que el Gerente General Lcda. Martha Ainaguano y el Presidente de la Cooperativa Dr. Segundo Chaluis supieron manifestar que para el próximo año el presente proyecto podría ser incluido en el nuevo presupuesto.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

Analizando los capítulos anteriores, la encuesta realizada y los resultados obtenidos de la misma se puede concluir lo siguiente:

- El diseño de un sistema de comunicación es de suma importancia para la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., debido a que actualmente no dispone de este medio para enlazar la matriz con sus sucursales.
- La creación de un sistema de comunicación proporcionará un mayor nivel de confianza respecto al trabajo que viene realizando la Cooperativa, ayudando al desarrollo socioeconómico de la institución y brindar un mejor servicio a sus socios.
- En la actualidad resultan muy útiles y eficientes la utilización de Redes Inalámbricas para la comunicación, sin embargo un aspecto crítico que no se puede descuidar es la seguridad, debido a que las transmisiones viajan por un medio no seguro.
- La interconexión de redes constituye una tendencia fuerte en el manejo de transporte de información, para ello un sistema de comunicación aprovecha las diferentes tecnologías de manera transparente al usuario con el fin de ofrecer servicios en un ambiente constituido por seguridad, disponibilidad, escalabilidad y compatibilidad.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda el diseño de una Red Inalámbrica, tomando en cuenta su capacidad y las nuevas tecnologías de enlace, de acuerdo a la situación geográfica de los lugares donde están situados las sucursales de la Cooperativa.
- Es importante que el personal encargado de la administración de la red conozca acerca del sistema de comunicación utilizado, se recomienda analizar periódicamente el estado del sistema para que exista una comunicación permanente y evitar cualquier inconveniente, de esta manera brindar el mejor servicio a los socios.
- Debido a la vulnerabilidad de las redes inalámbricas en cuanto se refiere a seguridad, se requiere de herramientas que aseguren la confidencialidad de los datos así como su integridad y autenticidad.
- Resulta de vital importancia implementar una Red Privada Virtual para uso exclusivo de la institución con lo que se ahorraría recursos económicos, seguridad en la información, eficiencia y efectividad en la transmisión de datos.

## CAPÍTULO VI

### PROPUESTA

#### 6.1 DATOS INFORMATIVOS

- **Tema**

“Sistema de Comunicación para la transmisión de datos entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito FINANCREDIT Ltda.”

- **Institución Ejecutora:**

Universidad Técnica de Ambato (Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial)

- **Beneficiarios:**

Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., conjuntamente con sus socios.

- **Ubicación:**

Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Calle Espejo y Juan B. Vela

- **Equipo Técnico Responsable:**

**Investigador:** Roberto Segura

**Tutor:** Ing. Juan Pablo Pallo

**Entidad:** Universidad Técnica de Ambato (FISEI)

## 6.2 ANTECEDENTES

La Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., es una institución nueva pero con visión futurista que actualmente se dedica a ofertar servicios financieros que promueven el desarrollo socioeconómico del sector de la economía popular y solidaria en la región central del país, con la desventaja de no contar con un sistema de comunicación para enlazar la matriz con sus sucursales.

Actualmente el teléfono se ha convertido en la manera de contactar y verificar los estados de cuenta de socios que han abierto su libreta en las agencias, es en este momento cuando surge la necesidad de centralizar toda la información de cada sucursal en la matriz de la Cooperativa.

Cabe destacar que no existe una red de comunicaciones en la institución por lo que no proporciona los beneficios que hoy en día debería disponer, es por ello que la Cooperativa “FINANCREDIT”, desea un sistema que le permita obtener un buen rendimiento en comunicaciones.

La Cooperativa esta consciente que las comunicaciones son esenciales en una institución financiera, para lo cual se requiere emplear una gran variedad de métodos de comunicación. La tecnología utilizada para estos propósitos va desde la relativamente simple y probada, como la radio o teléfono, hasta la nueva y más sofisticada como las transmisiones por microondas o vía satélite.

En la actualidad las tecnologías inalámbricas prevalecen en el ámbito de las redes de banda ancha, el acceso por Microondas resulta el más idóneo para redes de área Metropolitana, debido a sus características en cuanto a tasa de transmisión y cobertura. Los principales servicios que pueden ofertarse con la implementación de una red de este tipo son: el internet inalámbrico de banda ancha a través de la contratación de un proveedor ISP, con lo que se puede obtener también correo electrónico, alojamiento web, registro de dominios, servidores de noticias, etc.

### 6.3 JUSTIFICACIÓN

Analizando las conclusiones, basadas en las respuestas de la encuesta realizada, apuntan claramente hacia la necesidad de un sistema de comunicación para la Cooperativa “FINANCREDIT”, y es aspiración de los empleados, que nuevas y mejores técnicas de comunicación sean implementadas para incrementar la calidad de servicio a los socios y poder competir a la par con el resto de Cooperativas en la región.

La tecnología inalámbrica está siendo cada vez más utilizada para transmitir información, este tipo de transmisiones son útiles en situaciones donde las líneas de telecomunicaciones convencionales no se encuentran disponibles o no son deseables. El presente estudio tiene la finalidad de enlazar las ciudades de Ambato y Latacunga, determinando la calidad y efectividad del enlace, para ello es necesario un estudio y análisis de la mejor ruta para la conexión.

De acuerdo a los parámetros y cálculos que se realizaron, se determinó la factibilidad, las circunstancias y características bajo las cuales se puede diseñar y planificar el enlace. También se debe tomar muy en cuenta la línea de vista entre los puntos a conectar, ya que este es un factor determinante para la buena o mala transmisión de las señales.

De la misma manera a través del diseño de una Red Privada Virtual se facilita la conexión de redes distantes físicamente, pertenecientes a la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., permitiendo la transmisión de datos mediante un canal seguro de comunicación utilizando el servicio de Internet.



## **6.4 OBJETIVOS**

### **6.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un Enlace Inalámbrico y una Red Privada Virtual (VPN), para el servicio de comunicaciones entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

### **6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir las ubicaciones geográficas de las estaciones a enlazar y su perfil topográfico.
- Comparar las características técnicas de los equipos existentes en el mercado y elegir los que mejor se adapten a los requerimientos de la red y su tecnología.
- Simular una VPN en Packet Tracer, que permita aplicar todas las seguridades y mostrar que aspectos se debe tomar en cuenta para acceder a la red corporativa.
- Realizar una evaluación de costos de equipos, materiales y recursos humanos para una futura implementación del sistema de comunicación.

## **6.5 ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD**

### **6.5.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA**

La Factibilidad Técnica consiste en realizar un análisis de las diversas tecnologías de comunicación disponibles, este estudio estuvo destinado a recolectar información sobre los requerimientos tecnológicos que deben ser adquiridos para la implementación y puesta en marcha del sistema en cuestión

La propuesta del diseño del sistema de comunicación inalámbrico y de una VPN es factible debido a que existen los equipos necesarios y documentación respectiva para su estudio y posterior implementación, además de varias alternativas que permitirán escoger el más apropiado y el que mejor se adapte a las necesidades de la empresa.

Como resultado de este estudio técnico se determinó que la propuesta a desarrollar tomando en consideración los parámetros necesarios que garantice la seguridad en transmisión y recepción de información, son totalmente accesibles para la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

### **6.5.2 FACTIBILIDAD OPERATIVA**

Desde el punto de vista operativo la propuesta es factible debido a que la Cooperativa “FINANCREDIT” cuenta con una infraestructura física adecuada, además basándose en la encuesta y conversaciones sostenidas con directivos y personal involucrado se manifestó que estos no presentan ninguna oposición al proyecto, debido a que son conscientes de la necesidad de contar con un sistema que permita el intercambio de información entre la matriz y las sucursales y de los beneficios que esta traerá a la institución, por tal razón es factible y de suma importancia para la Cooperativa realizar esta propuesta.

### **6.5.3 FACTIBILIDAD ECONÓMICA**

Tanto el Presidente, como el Gerente de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., han demostrado un total interés en este proyecto. Es por ello que han manifestado que la propuesta del sistema de comunicación inalámbrico y la red VPN si es factible económicamente, porque la institución tomará el diseño como punto de partida para la justificación del gasto para el proyecto, es decir están dispuestos a brindar el apoyo económico necesario para la adquisición de los equipos y materiales que serán utilizados en una futura implementación del sistema de comunicación.

## 6.6 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO – TÉCNICA

### 6.6.1 RADIO ENLACES

“Un radioenlace es el conjunto de equipos de transmisión y recepción necesarios, para el envío vía radio de una señal de uno a otro nodo o dentro de una red.”<sup>5</sup> Un radioenlace consta de un equipo transmisor/receptor en ambos lados, más los accesorios necesarios (fuentes de alimentación o baterías, torres, cables y accesorios menores).

Si los terminales son fijos, el servicio se lo denomina como tal y si algún terminal es móvil, se lo denomina dentro de los servicios de esas características. Se puede definir al radio enlace del servicio fijo, como sistemas de comunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre, que proporcionan una capacidad de información, con características de calidad y disponibilidad determinadas, típicamente estos enlaces se explotan entre los 800 MHz y 42 GHz.

Los radio enlaces, establecen un concepto de comunicación del tipo dúplex, de donde se deben transmitir dos portadoras moduladas: una para la Transmisión y otra para la recepción. Al par de frecuencias asignadas para la transmisión y recepción de las señales, se lo denomina radio canal.

Los enlaces se hacen básicamente entre puntos visibles, es decir, puntos altos de la topografía. Para poder calcular las alturas libres debe conocerse la topografía del terreno, así como la altura y ubicación de los obstáculos que puedan existir en el trayecto. Los radio enlaces de microondas se realizan sólo si existe una vista del receptor (LOS, Line Of Sight). Además la estructura de un radio enlace está constituido por estaciones terminales y repetidoras intermedias, con equipos transceptores, antenas y elementos de supervisión y reserva.

---

<sup>5</sup> <http://wikitel.info/wiki/Radioenlace>

### **6.6.1.1 Enlace Por Espectro Ensanchado**

La tecnología de espectro ensanchado (Spread Spectrum) se caracteriza porque la señal que se transmite es propagada en una banda de frecuencia mucho más amplia que el mínimo ancho de banda requerido para la transmisión de la información (de ahí su nombre).

La señal portadora se modula en banda base en transmisión, al realizar una segunda modulación con la señal resultado de la primera modulación y una señal pseudoaleatoria se produce el ensanchamiento. La recepción se realiza mediante un proceso de correlación, el cual consiste en la suma de la señal recibida con una señal local, réplica de la señal usada para la transmisión. Esta tecnología presenta excelentes propiedades en cuanto a inmunidad, a interferencias, además posibilidad de encriptación.

La banda de frecuencias en la que trabajan los equipos de espectro ensanchado son 902-928 MHz, 2,4-2,483 GHz y 5,7-5,8 GHz, las cuales son licenciadas en el Ecuador por la SENATEL.

### **6.6.1.2 Antenas para radioenlaces**

“Una antena es un dispositivo (conductor metálico) diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Una antena transmisora transforma voltajes en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa.”<sup>6</sup>

Se puede utilizar tanto para transmitir como para recibir, gracias a la característica denominada reciprocidad.

Por debajo de 1 GHz se emplean las antenas dipolo, de arreglo de dipolos como la Yagi y las de Hélice, por encima de 3GHz se emplean las del tipo de reflexión con el plato parabólico y alimentación directa.

---

<sup>6</sup> <http://tectelbo.com/product.php>

La selección de una antena se realiza en base a la frecuencia de operación en Hz y la ganancia en dBs. La frecuencia depende del Modelo del radioenlace utilizado y la ganancia dependerá del rango de alcance deseado. Otro factor importante son las líneas de transmisión.

Un sistema de Radiofrecuencia consta de 3 partes básicas: el RadioModem (transmisor), las líneas de transmisión y la antena. Algunos parámetros a considerar al momento de seleccionar una antena son los siguientes:

- Rango de frecuencia de operación.
- Ganancia.
- Patrón de radiación.
- Razón de onda estacionaria (VSWR) y pérdidas por retorno.
- Ancho del haz de radiación.
- Discriminación de polarización cruzada.
- Polarización dual o sencilla.
- Resistencia al viento.
- Dimensiones mecánicas, peso y montaje.

### **6.6.1.3 Perfil del terreno**

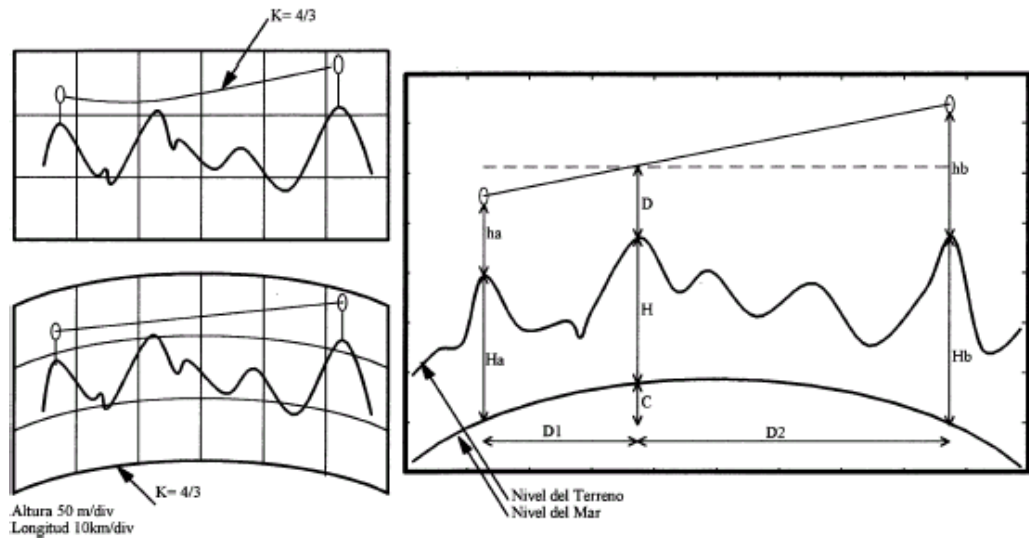
Para obtener un mapa de perfil se une los puntos que se quiere enlazar, y se toma los puntos de intersección entre las curvas de nivel y la línea que une los dos puntos. La inclusión de la atmósfera implica una curvatura del rayo de unión entre antenas. Como la onda radioeléctrica se curva hacia abajo en una atmósfera normal, se define el factor de corrección K que permite suponer a la onda en una propagación rectilínea y a la Tierra con un radio aparente Ra distinto al radio real Ro:

$$Ra = K \times Ro$$

Dónde:

Ro es 6370 Km.

K es 1,34 (conocido como 4/3).



**Figura N° 6.1.** Curvatura del rayo y factor K

**Fuente:** gemini.udistrital.edu.co/comunidad/.../jruiz/.../proppagacioncal.doc

#### 6.6.1.4 Efecto del factor K

En la Figura N° 6.1., se muestra el efecto que sobre la posición del rayo reflejado tienen la modificación del factor K y que sobre la potencia de recepción tiene la altura de antenas. En tanto el valor de K disminuye, el horizonte se levanta y el lugar de reflexión cambia. También cambia la longitud del camino reflejado y por ello la diferencia de fase entre el rayo directo y reflejado. Esto produce que la potencia de recepción sea variable con el factor K. Cuando se cambia la altura de una antena se produce un efecto similar al anterior. El nivel de potencia de recepción pasa por sucesivos picos y valles en la medida que se eleva la antena.

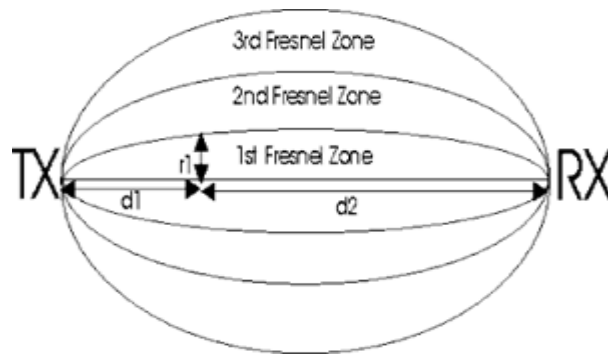
#### 6.6.1.5 Zona de Fresnel

“Se llama zona de Fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética, acústica, etc., y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los  $180^\circ$ .”<sup>7</sup>

<sup>7</sup> <http://asterion.almadark.com/las-zonas-fresnel>

Así, la fase mínima se produce para el rayo que une en línea recta emisor y receptor. Tomando su valor de fase como cero, la primera zona de Fresnel abarca hasta que la fase llegue a  $180^\circ$ , adoptando la forma de un elipsoide de revolución. La segunda zona abarca hasta un desfase de  $360^\circ$ , y es un segundo elipsoide que contiene al primero. Del mismo modo se obtienen las zonas superiores.

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%.



**Figura N° 6.2.** Zonas de Fresnel

**Fuente:** <http://toip.uchile.cl/mediawiki/upload/6/65/AnexoJKL-Marcomun.pdf>

Haciendo referencia a la Figura N° 6.2., para conseguir comunicarnos a una distancia  $d$  con una señal portadora de frecuencia  $f$ , debemos conseguir que la altura  $r_1$  de la primera zona de Fresnel esté libre de obstáculos.

### **6.6.2 RED PRIVADA VIRTUAL (VPN)**

Una red privada virtual (VPN) es en esencia una estructura de red la cual tiene la capacidad de establecer un canal de comunicación privado sobre una infraestructura de red pública.

Una VPN transporta información de manera segura por Internet, a través de un túnel establecido entre dos puntos que negocian un esquema de encriptación y autenticación para el transporte, permite el acceso remoto a servicios de red de forma transparente y segura con el grado de conveniencia

y seguridad que los usuarios conectados elijan. Las VPN están implementadas con firewalls, routers para lograr esa encriptación y autenticación.

#### **6.6.2.1 Funcionamiento Básico de una VPN.**

- El usuario remoto marca a su ISP local y se conecta a la red del ISP de forma normal.
- Cuando desea conectarse a la red corporativa, el usuario inicia el túnel mandando una petición a un servidor VPN de la red corporativa.
- El servidor VPN autentica al usuario y crea el otro extremo del túnel.
- El usuario comienza a enviar datos a través del túnel, que son cifrados por el software VPN (del cliente) antes de ser enviados sobre la conexión del ISP.
- En el destino, el servidor VPN recibe los datos y los descifra, propagando los datos hacia la red corporativa. Cualquier información enviada de vuelta al usuario remoto también es cifrada antes de enviarse por Internet.

#### **6.6.2.2 Tipos de VPN**

- **Sistemas basados en Hardware**

Las VPN basadas en Hardware poseen en el extremo del Servidor de la organización un “router” o “enrutador” dedicado el cual tiene la misión de encriptar los datos, además de abrir y cerrar los túneles VPN cuando funciona como receptor. Estos proporcionan facilidades al usuario que administra la implementación VPN, ya que son seguros, rápidos, de fácil instalación y fáciles de usar.

- **Sistemas basados en Firewall**

Estos sistemas aprovechan las ventajas del “Firewall” o “cortafuego” como la restricción de acceso a la red o generación de registros de posibles amenazas, y ofrecen además otras opciones como traducción de direcciones o facilidades de autenticación fuerte. La desventaja de un sistema basado en Firewall



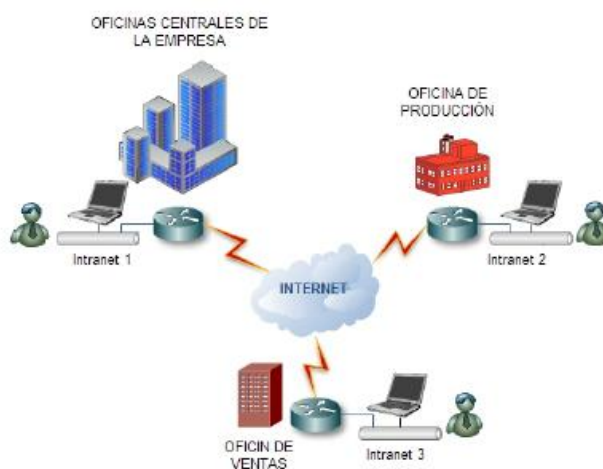
afecta en mayor o menor medida al rendimiento del sistema general, lo que puede ser un problema para la organización dependiendo de las necesidades que se requieran.

- **Sistemas basados en Software**

Estos sistemas basados en software son ideales en el caso en que los dos extremos que deseen comunicarse en forma remota y privada no pertenezcan a la misma organización. Esta solución permite mayor flexibilidad en cuanto a la decisión de que tráfico enviar por el túnel seguro VPN, pudiendo decidir por protocolo y dirección donde en un sistema basado en hardware solo se puede decidir por dirección.

### 6.6.2.3 Red Privada Virtual (VPN) basada en Intranet

Las conexiones de una red privada virtual (VPN) basadas en intranet aprovechan la conectividad IP en la intranet de una organización. Este tipo de VPN es utilizado para enlazar la oficina central de una organización con las oficinas remotas de la misma, permitiendo de esta manera acceder a los recursos disponibles en las redes LAN conectadas. La Figura N° 6.3., muestra la conexión de redes a través de una intranet, donde una vez establecida la conexión VPN, los usuarios de los equipos de todas las redes pueden intercambiar datos confidenciales a través de internet.

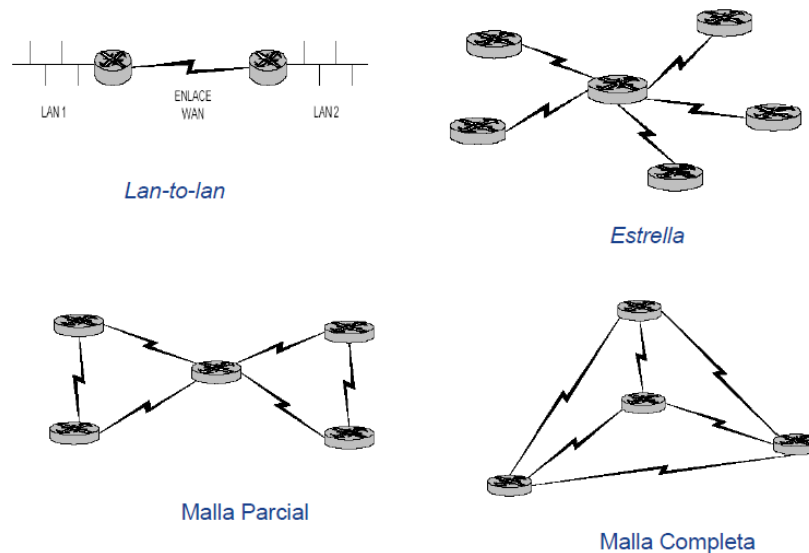


**Figura N° 6.3.** VPN basada en Intranet

**Fuente:** [http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc784305\(v=ws.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc784305(v=ws.10).aspx)

- **Topologías**

En la Figura N° 6.4, se muestra las topologías utilizadas en la creación de VPN de Intranet, las cuales pueden ser adoptadas de acuerdo a las necesidades de cada organización.



**Figura N° 6.4.** Topologías VPN

**Fuente:** <http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/VPNgerardoBrollo.pdf>

### 6.6.3 IPSEC (INTERNET PROTOCOL SECURITY)

El Protocolo de Seguridad de Internet es en realidad un conjunto de estándares, que asigna al sistema servicios criptográficos de seguridad como autenticación, integridad, control de acceso y confidencialidad. Es implementado en la capa 3 de red de OSI, de tal forma que su funcionamiento es bastante transparente al momento de llegar al nivel de aplicación, es decir se puede trabajar con HTTP, FTP, Telnet, SMTP, etc. IPsec es poderoso en comparación a las otras alternativas de túneles de seguridad.

IPsec puede implementarse como un mecanismo de tunelaje estándar (para redes IP), robusto y con posibilidades de expansión, el cual otorga seguridad tanto al protocolo IP de nivel de red como a protocolos de capas superiores.

### 6.6.3.1 Protocolos

#### a. IPsec Authentication Header

Provee autenticación del origen de los datos e Integridad de los mismos, también provee integridad parcial para prevenir ataques de repetición. Soporta tres métodos de autenticación: Firmas Digitales, Encriptación de llave pública y Encriptación de llaves simétricas. La cabecera de autenticación AH se inserta entre la cabecera IP estándar (tanto Ipv4 como IPv6) y los datos transportados pueden ser un mensaje TCP, UDP o ICMP e incluso un datagrama IP completo.

#### b. Encapsulating Security Payload (ESP)

El objetivo principal del protocolo ESP (Encapsulación de seguridad de datos) es proporcionar privacidad o confidencialidad, para ello especifica el modo de cifrar los datos que se desean enviar y cómo este contenido cifrado se incluye en un datagrama IP. Adicionalmente, puede ofrecer los servicios de integridad y autenticación dependiendo del modo de funcionamiento.

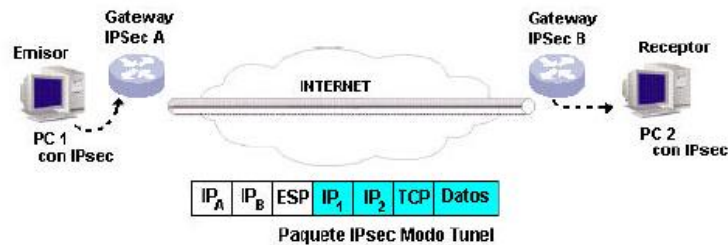
### 6.6.3.2 Modos de funcionamiento IPsec

#### a. Modo Túnel

En este modo el contenido del datagrama AH o ESP es un datagrama IP completo (información original), incluida la cabecera IP original. Es decir el paquete es totalmente cifrado o encapsulado.

El proceso básicamente es el siguiente: Al paquete IP original se añade inicialmente una cabecera AH, ESP o ambas, posteriormente se añade una nueva cabecera IP que es la que utiliza para encaminar los paquetes a través de la red. Este modo se usa normalmente cuando el destino final de los datos no coincide con el dispositivo que realizan las funciones IPsec. El modo túnel es empleado principalmente por los Gateways IPsec de una red local la cual desee comunicarse remotamente con objeto de identificar la red que protegen

bajo una misma dirección IP, es decir los equipos de la red proyectaran una dirección origen o destino que coincide con la dirección IP del gateway de la red, ocultándose su propia IP.



**Figura N° 6.5.** Modo Túnel entre 2 Pc configurados como IPsec.

**Fuente:** <http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/VPNgerardoBrollo.pdf>

En la Figura N° 6.5., se observan dos redes que utilizan para conectarse gateways IPsec respectivamente, estos emplean una implementación en modo Túnel. La comunicación se realiza a través de la red pública INTERNET, entre un PC situado en la red local y otro situado en una red local remota, de modo que entre los gateways IPsec se establece un túnel a través del cual viajan protegidas las comunicaciones entre ambas redes locales. Sin embargo ambos PCs envían y reciben el tráfico en claro (sin encriptar), como si estuviesen en la misma red local, los gateways son los que realizan el trabajo de encriptación y autenticación IPsec.

Cuando ESP es usado en modo túnel, las IP origen y destino se cifran como parte de la información, y las IPs de los gateways pasan a establecer la trayectoria de la comunicación. Además tanto la documentación TCP, UDP como los datos de aplicación son encriptados en este modo de funcionamiento.

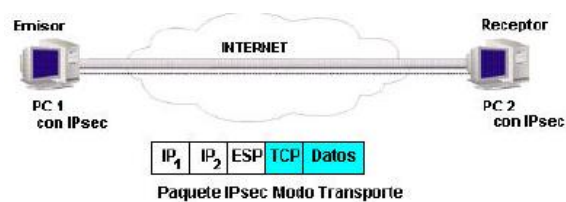
### **b. Modo Transporte**

En este modo los protocolos AH y ESP interceptaran los paquetes procedentes de la capa de transporte a la capa de red, y aplicaran la seguridad que haya sido configurada. Es decir en este modo el contenido transportado

dentro del datagrama AH o ESP son datos de la capa de transporte (por ejemplo, datos TCP o UDP). Por tanto, la cabecera IPsec se inserta inmediatamente a continuación de la cabecera IP (otorgada por la capa de red) y antes de los datos de niveles superiores que quieren proteger.

El modo transporte tiene la ventaja de que asegura la comunicación extremo a extremo, pero requiere que ambos extremos entiendan el protocolo IPsec. Si la política de seguridad define que los paquetes deben ser encriptados, se utiliza ESP en modo transporte, en el caso en que solo sea requerida la autenticación, se utilizara AH en modo transporte.

En la Figura N° 6.6., se representan dos equipos que entienden IPsec y que por lo tanto se comunican de forma segura.



**Figura N° 6.6.** Modo Transporte entre 2 Pc configurados como IPsec.

**Fuente:** <http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/VPNgerardoBrollo.pdf>

### 6.6.3.3 Gestión y manejo de claves dentro de una asociación IPsec

#### a. SA (Asociaciones de Seguridad)

Una asociación de seguridad (SA) es el contrato entre dos entidades que deseen comunicarse en forma segura. Las SA determinan los protocolos a utilizar, las transformaciones, las llaves y la duración de la validez de dichas llaves. Esta información SA es almacenada en bases de datos dentro de los dispositivos, y tiene la característica de ser de un solo sentido, es decir cada equipo o red con IPsec tendrá tanto una SA para el tráfico que entra como una SA para el tráfico que envía a otras entidades.

## **b. Administración de Claves**

El intercambio de llaves tanto de autenticación como de encriptación de dos equipos que deseen establecer una conexión IPSec puede realizarse de dos maneras, en forma manual y automática.

En forma manual se configuran los equipos que involucra la conexión IPSec, estableciendo secretos compartidos entre los extremos que se conectan. Es decir, a priori el conjunto emisor – receptor IPSec acordara una SA específica y la usara para autenticar los accesos y enmascarar los datos. En forma Automática se establece automáticamente la asignación de las claves de la asociación IPSec, y el sistema considerado como norma tanto para Ipv6 como para IP versión 4 es el protocolo IKE.

El Protocolo IKE (Intercambio de claves en Internet) es una alternativa para negociar las claves en forma automática. El principal objetivo de este protocolo consiste en establecer una conexión cifrada y autenticada entre dos entidades que deseen realizar una conexión segura, a través de la cual se negocian los parámetros necesarios para hacer uso de una asociación de seguridad IPSec, en primera instancia se establecen un canal seguro y autenticado, para de esta manera negociar los parámetros de seguridad específicos asociados al protocolo IPSec.

### **6.6.4 Transmisión de Voz sobre IP**

#### **6.6.4.1 Protocolo H.323**

H.323 es una especificación de la ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones) para transmitir audio, video y datos a través de una red IP, este estándar dirige la señalización y control de llamadas, transporte y control multimedia y control de ancho de banda para conferencias punto a punto y multipunto.

H.323 tiene como prioridad principal asegurar la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes, fijando aspectos tales como la supresión de

silencios, codificación de la voz y direccionamiento, estableciendo nuevos elementos para permitir la conectividad con la infraestructura telefónica tradicional. En la Figura N° 6.7 se detalla el Stack de protocolos H3.23.



**Figura N° 6.7.** Stack de protocolos H.323

**Fuente:** <http://www.monografias.com/trabajos11/descripip/descripip.shtml>

#### a. Direccionamiento

- **Ras (Registro, Admisión y Estado):** Es un protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 situar otra estación H.323 a través de un Gatekeeper<sup>8</sup>.
- **DNS (Servidor de Dominio de Nombres).** Es un servicio de identificación de nombres en direcciones IP, idéntico al protocolo RAS pero a través de un servidor DNS.

#### b. Señalización

- **Q.931:** Señalización inicial de llamada.
- **H.225:** Control de llamada: señalización, registro, admisión, y paquetización / sincronización del flujo de voz.
- **H.245:** Protocolo de control para especificar mensaje de apertura y cierre de canales para flujos de voz.

#### c. Compresión de Voz

- **Requeridos:** G.711 y G.723
- **Opcionales:** G.728, G.729 y G.722

---

<sup>8</sup> **Gatekeeper:** Es un software de telefonía IP multiplataforma. Posee funciones descritas por la recomendación H.323

#### d. Transmisión de Voz

- **UDP (Protocolo Datagrama de Usuario):** La transición se realiza sobre paquetes UDP, pues aunque UDP no ofrece integridad de los datos, el aprovechamiento del ancho de banda es mayor en comparación con el protocolo TCP.
- **RTP (Protocolo en Tiempo Real):** Maneja los mecanismos de temporización, sincronización de diferentes flujos de tráfico marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción.

#### e. Control de Transmisión

- **RTCP (Protocolo de Control en Tiempo Real):** Es una función de control que se utiliza para detectar situaciones de congestión en la red y tomar acciones correctivas cuando sea necesario.

#### 6.6.4.2 QoS (Quality of Service)

A diferencia de los archivos de datos los cuales pueden ser fragmentados, enviados en orden aleatorio y vueltos a reensamblar en el otro extremo, es crucial para los paquetes de voz llegar en el orden correcto y con el mínimo retardo posible.

La calidad de servicio es una colección de métodos diseñados para asegurar una entrega confiable y a tiempo de paquetes de voz y de otros paquetes de tiempo real a través de una red IP.

Normalmente la Internet trabaja con la filosofía del mejor esfuerzo: cada usuario comparte ancho de banda con otros, los datos empaquetados son encaminados de la mejor forma posible, conforme las rutas y bandas disponibles. Cuando hay congestionamiento, los paquetes son descartados sin distinción. No hay garantía de que el servicio venga a ser realizado con suceso. Entretanto, aplicaciones como voz sobre IP y videoconferencia necesitan de tales garantías.



Con el uso del QoS los paquetes son marcados para distinguir los tipos de servicios y los enrutadores son configurados para crear filas distintas para cada aplicación, de acuerdo con las prioridades de las mismas. Así, una faja de ancho de banda, dentro del canal de comunicación, es reservada para que, en el caso de congestión, determinados tipos de flujos de datos o aplicaciones tengan prioridad en la entrega

#### **6.6.4.3 Recomendaciones de la ITU Para VoIP**

Los tres códec más usados para transmitir Voz sobre IP son:

- **Recomendación G.711**

G.711 utiliza una gran cantidad de ancho de banda para la transmisión, aunque tiene una puntuación “MOS”<sup>9</sup> de 4,2 no es muy recomendable para entornos WAN, aunque puede ser aceptado en entornos LAN.

- **Recomendación G.723**

Esta recomendación ITU-T describe un algoritmo de bajo ratio de compresión. Es un códec particularmente adecuado para transmisiones de voz sobre IP en entornos WAN de bajo ancho de banda, aunque tiene una baja puntuación MOS de 3,9.

- **Recomendación G.729**

Esta recomendación de la ITU-T describe el algoritmo para el codificado de voz a 8 Kbps. Este códec tiene una puntuación MOS de 4,0, y es el códec utilizado normalmente para instalaciones de Voz sobre IP. Este debido a que ofrece una alta compresión mientras mantiene una buena calidad de voz.

---

<sup>9</sup> MOS, es la opinión conceptual de calificación que proporciona una medida numérica de calidad de la voz humana en el destino final del circuito.

## 6.7 METODOLOGÍA

El proyecto de Enlace Inalámbrico y una Red privada Virtual (VPN), propone un diseño completo en el que puedan coexistir los dos sistemas respetando en todo momento los estándares y normatividad al respecto.

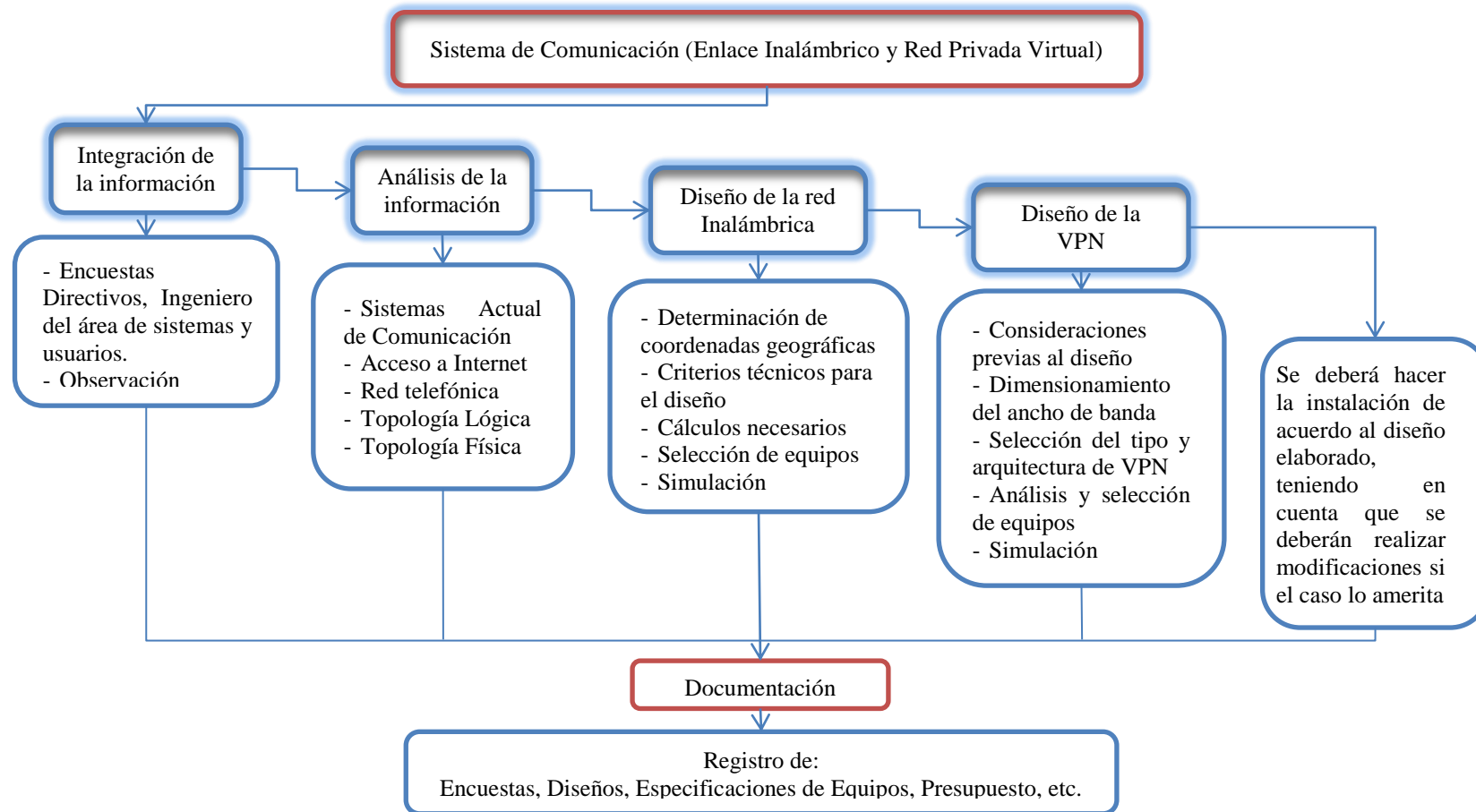
En primer lugar se realizó un análisis de las necesidades y los requerimientos de la Institución, para de esta manera determinar los parámetros necesarios para realizar el proyecto.

Partiendo de estos antecedentes se ejecutó el diseño del radioenlace entre la Matriz Ambato y la Agencia Latacunga de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., ayudándose del software Radio Mobile se realiza una simulación de los radioenlaces para verificar los resultados de los cálculos que se realizarán.

Luego se procedió al diseño de una VPN de intranet considerando la topología lógica y física; las restricciones que se tendrán al momento de acceder a la red y los niveles de seguridad que se acoplaran a la misma.

También se analizó y selecciono los equipos necesarios para una futura implementación de los sistemas, tomando en cuenta sus características para que soporten las aplicaciones necesarias. Además se realizó una simulación de una VPN de acceso remoto haciendo uso del software Packet Tracer.

En la Figura N° 6.8 se describe la metodología a utilizar:



**Figura N° 6. 8.** Esquema de Trabajo

**Elaborado por:** El Investigador

## **6.8 MODELO OPERATIVO**

### **6.8.1 DISEÑO DEL RADIOENLACE ENTRE LA MATRIZ AMBATO Y LA AGENCIA LATACUNGA DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO “FINANCREDIT” LTDA.**

#### **6.8.1.1 Descripción**

Latacunga es la capital de la provincia de Cotopaxi, que se encuentra en la Sierra centro del país, a 2750 metros sobre el nivel del mar y tiene una temperatura promedio de 12 grados centígrados, mientras que Ambato se encuentra a 2500 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media de 20°C, su clima es templado seco.

La Agencia Latacunga es la filial más cercana a la matriz de la Cooperativa, una solución óptima ante la carencia de un sistema de comunicación, es realizar un radioenlace, así se tiene un sistema con bajo presupuesto, además los requerimientos de potencia de las antenas no serán elevados pues los dos puntos a interconectar tienen corta distancia de separación.

Los sistemas microondas permiten reducir problemas de transmisión de datos que tienen que ver con dispositivos, componentes y sistemas que trabajen en el rango de frecuencia de 300 MHz a 300 GHz. Debido a tan amplio margen de frecuencias, tales componentes encuentran aplicación en diversos sistemas de comunicación, por ejemplo enlace de Radiocomunicaciones terrestre, sistemas de comunicación por satélite, sistemas radar y sistemas de comunicación móviles.

Las capacidades que ofrece la tecnología inalámbrica proporcionan mayor comodidad y movilidad con total funcionalidad en cualquier lugar. Las ondas de radio, infrarrojos, microondas y ondas de sonido influyen en nuestro mundo de muchas maneras distintas y ninguna necesita hilos ni cables; relacionando estas tecnologías, se a optado porque el proyecto sea desarrollado con tecnología Spread Spectrum debido a que reduce la interferencia entre la señal procesada y otras señales ajenas al sistema,

además que intercambia eficiencia en ancho de banda por confiabilidad, integridad y seguridad.

### **6.8.1.2 Determinación de Requerimientos.**

#### **a. Consideraciones previas**

En la actualidad la Institución no dispone de ningún sistema que permita la comunicación entre la matriz y las sucursales, cada agencia funciona independientemente de las demás, siendo por el momento el teléfono el único modo de mantenerse en contacto; por tal motivo una deficiencia de la Cooperativa es el no tener centralizada la información como son las cuentas de los socios.

La Cooperativa FINANCREDIT dispone del servicio de Internet a través de la empresa CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones), con un ancho de banda contratado de 1024 Kbps; además la matriz así como la sucursal Latacunga cuentan con un Sistema Híbrido Avanzado Panasonic modelo KX-TES824, la cual admite 3 líneas externas con 8 extensiones.

#### **b. Servicios a ofrecer**

El sistema debe ser apto para acceder a los siguientes servicios:

- Acceso seguro y eficiente al Sistema Administrativo Financiero (SADFIN).
- Voz sobre IP.

#### **c. Ancho de Banda por aplicaciones**

Al hablar de ancho de banda se hace referencia a la capacidad disponible en una ruta sin enlaces rotos, esta debe estar disponible para permitir el uso de varios servicios como datos, voz, video etc.

**Acceso a Internet:** Para utilizar este servicio se ha considerado que una página web tiene un peso aproximado de 25 Kbyte, incluyendo texto e

imágenes medianas, además se ha estimado que un usuario accederá a 1 página Web en 30 segundos, debido a que se brindará Internet de banda ancha. Considerando estos factores se tiene la siguiente ecuación:

$$AB_{\text{int}} = \frac{25\text{Kbytes}}{\text{página}} \times \frac{8\text{bits}}{1\text{ byte}} \times \frac{1\text{ página}}{30\text{ segundos}} = 6,66\text{ Kbps}$$

$$AB_{\text{int}} = 6,66\text{ Kbps} \times 0,5 \times 30\text{ usuarios} \approx 100\text{ Kbps}$$

**Correo Electrónico:** La información que se intercambia por el correo electrónico, corresponde a documentos de solo texto con aproximadamente un tamaño de 20 Kbytes o documentos gráficos de tamaño aproximado 400 Kbyte, se considera por lo tanto que el tamaño promedio de los archivos que se envían es de 500 Kbyte. Para el acceso al correo electrónico, se ha estimado que cada usuario revisa un promedio de dos correos en una hora. Tenemos así que el tráfico que maneja un correo electrónico para un usuario es:

$$AB_{\text{Correo}} = \frac{500\text{ Kbytes}}{\text{correo}} \times \frac{8\text{bits}}{1\text{ byte}} \times \frac{2\text{ correos}}{1\text{ hora}} \times \frac{1\text{ hora}}{3600\text{ seg}} = 2,22\text{ Kbps}$$

Considerando que estarán enlazados unos 30 usuarios, que utilizan cerca del 16 por ciento del ancho de banda, se realiza el siguiente análisis:

$$AB_{\text{Correo}} = 2,22\text{ Kbps} \times 0,1666 \times 30\text{ usuarios} \approx 11,09\text{ Kbps}$$

**Voz sobre IP:** Para utilizar los servicios que proporciona VoIP, como el Vídeo Broadcast se requiere un ancho de banda de 128 Kbps.

La capacidad total se obtiene de las sumas parciales del ancho de banda para cada aplicación como son: el servicio de correo electrónico, el tráfico generado por el servicio de voz por Internet y la capacidad para ofrecer servicios adicionales (cerca de 1000kbps).

$$AB_{\text{T}} = 100\text{Kbps} + 11,09\text{Kbps} + 1000\text{Kbps} = 1111,09\text{Kbps} \approx 1\text{Mbps}$$

De acuerdo con este resultado el Proveedor de Servicios de Internet (I.S.P) debe ofrecer este ancho de banda para la red.

### 6.8.1.3 Determinación de coordenadas geográficas.

Las coordenadas de los puntos a enlazar se describen en la Tabla N° 6.1.

Ubicación	Latitud	Longitud	Altura
Ambato	1° 14` 32,86`` S	78° 37` 30,31`` W	2588 m
Llantantoma	1° 9` 52,18`` S	78° 37` 57,75`` W	3338,6 m
Latacunga	0° 55` 49,73`` S	78° 37` 01,01`` W	2773,8 m

Tabla N° 6.1. Ubicación Geográfica de los sitios a enlazar

La frecuencia con la que se realizará el diseño es 5.8 GHz, que es una frecuencia libre, de esta manera se logrará reducción de costos, ya que el arrendamiento de frecuencias es muy costoso.

### 6.8.1.4 Perfiles topográficos

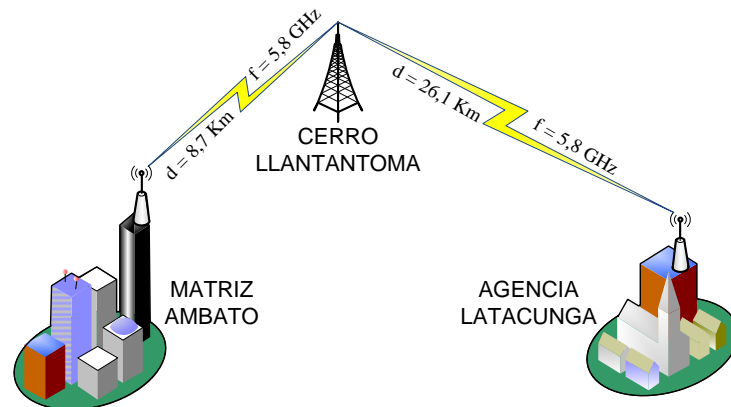


Figura N° 6.9. Diagrama General del Radio Enlace.

Elaborado por: El Investigador

Tal como se muestra en la Figura N° 6.9., la matriz de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., está ubicada en la ciudad de Ambato, mientras que la Agencia Latacunga se encuentra situada en la ciudad con el mismo nombre, el perfil topográfico entre las dos ciudades no permite

enlazarlas directamente, por ello para posibilitar el enlace es necesario utilizar como intermediario el cerro Llantantoma.

**a. Determinación de la longitud del enlace.**

La longitud de separación entre los puntos a interconectar se puede determinar con la fórmula:

$$d = \sqrt{\Delta\text{Long} \times 111,32^2 + \Delta\text{Lat} \times 111,32^2 + \Delta h^2} \text{ Km}$$

Donde:

$\Delta h$  = Diferencia de alturas de Tx y Rx en Km.

$\Delta\text{Long}$  = Diferencia entre longitudes y latitudes respectivamente en grados.

Los tramos correspondientes entre los diferentes puntos tienen las siguientes distancias:

• **Matriz Ambato – Cerro Llantantoma**

---


$$d = \sqrt{78,63271 - 78,62509 \times 111,32^2 + 1,242461 - 1,164494 \times 111,32^2 + 3,3386 - 2,588^2}$$

$$d = 8,7 \text{ Km}$$

• **Cerro Llantantoma – Ciudad de Latacunga**

---


$$d = \sqrt{78,63271 - 78,61695 \times 111,32^2 + 1,164494 - 0,930481 \times 111,32^2 + 3,3386 - 2,7738^2}$$

$$d = 26,1 \text{ Km}$$



**b. Altura de abultamiento (m)**

Este parámetro es necesario calcularlo para tomar en cuenta los obstáculos existentes, ya que de este valor depende el cálculo de las alturas a las que se debe colocar las respectivas antenas. Se puede determinar el valor de la altura de abultamiento de la Tierra en un punto del enlace mediante:

$$H_{ab} = \frac{d_1 * d_2}{2Ka} * 1000 \text{ m}$$

Donde:

d1= distancia desde el cerro Tx (Km)

d2= distancia total (Km) - distancia1 (Km)

K= 4/3; expresa el grado de curvatura del rayo a lo largo de una trayectoria.

a= 6370 Km

**c. Perfil corregido (m):**

Para realizar la corrección del perfil del terreno es necesario sumar, a las alturas tomadas la altura de abultamiento, para ello se toman alturas cada dos kilómetros desde el transmisor hacia el receptor.

$$P. \text{ corregido} = \text{altura} + H_{ab} \text{ m}$$

**d. Radio de la 1ra Zona de Fresnel (m):**

La primera zona de Fresnel se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$r_f = 31,6 \times \sqrt{\frac{\lambda \times d_1 \times d_2}{d_{total}}}$$

Donde:

d1= distancia desde el cerro Tx (Km)

$d_2 = \text{distancia total} - \text{distancia 1}$

$d_{\text{total}} = \text{distancia total del enlace}$

$\lambda$  es igual a:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 * 10^8}{5,8 * 10^9} = 0,0517 \text{ m}$$

**e. Línea de vista:**

$$= x * d - d_1 * 1000 + h_2$$

$$x = \frac{h_1 - h_2}{d * 1000}$$

Donde:

$h_1 = \text{altura del cerro Tx (m)}$

$h_2 = \text{altura del cerro Rx (m)}$

$d_1 = \text{distancia desde el cerro Tx (Km)}$

$d = \text{distancia total del tramo (Km)}$

### 6.8.1.4.1 Perfil del terreno del Radioenlace Matriz Ambato – Cerro Llantantoma

El perfil del terreno del radioenlace Matriz Ambato – Cerro Llantantoma se presenta en la Figura N° 6.10.

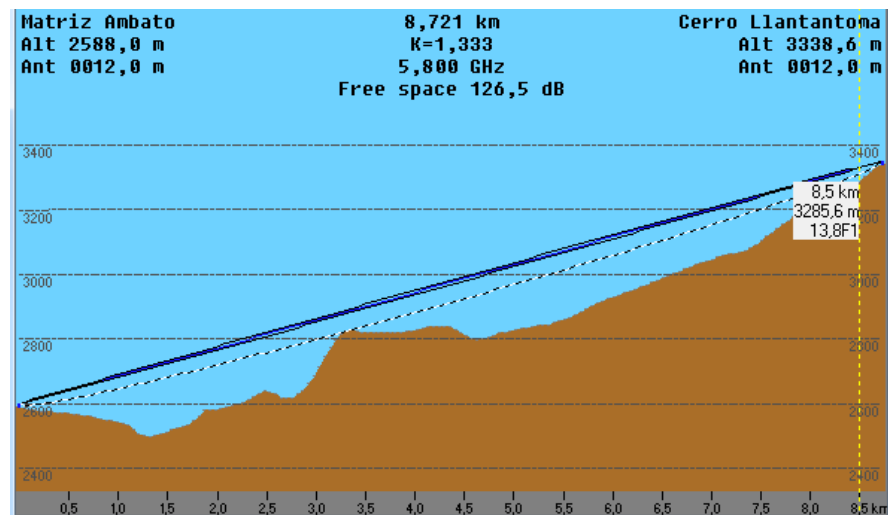


Figura N° 6.10. Perfil del terreno obtenido con el software Radio Mobile

Elaborado por: El Investigador

En la Tabla N° 6.2., se realiza los cálculos relacionados al perfil topográfico del Radioenlace Matriz Ambato – Cerro Llantantoma de acuerdo a las fórmulas anteriormente descritas.

Distancia (Km)	Altura (m)	Perfil Corregido (m)	Altura de Abultamiento (m)	Radio 1ra Zona de Fresnel (m)	Línea de Vista	Zonas de Fresnel	
						Zona superior	Zona inferior
0,00	2600	2600,000	0,000	0,000	2600,000	2600,000	2600,000
0,50	2569,8	2570,040	0,240	4,917	2642,755	2647,672	2637,837
0,99	2544,7	2545,151	0,451	6,741	2685,518	2692,260	2678,777
1,49	2513,2	2513,832	0,632	7,987	2728,273	2736,260	2720,287
1,99	2581,4	2582,185	0,785	8,900	2771,037	2779,937	2762,137
2,48	2637,8	2638,709	0,909	9,576	2813,792	2823,368	2804,216
3,04	2714,8	2715,812	1,012	10,107	2861,298	2871,406	2851,191
3,48	2820,4	2821,469	1,069	10,389	2899,310	2909,699	2888,921
4,03	2830,2	2831,308	1,108	10,578	2946,817	2957,395	2936,239

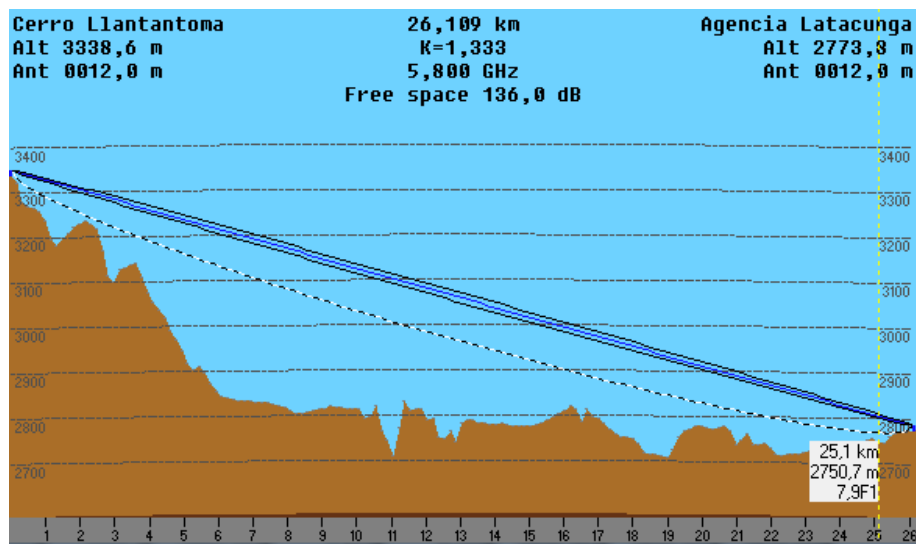
4,47	2820,8	2821,913	1,113	10,605	2984,829	2995,434	2974,224
5,02	2827,8	2828,887	1,087	10,485	3032,335	3042,821	3021,850
5,52	2860,8	2861,833	1,033	10,227	3075,090	3085,317	3064,863
6,02	2930,1	2931,051	0,951	9,814	3117,854	3127,667	3108,040
6,51	2988,6	2989,439	0,839	9,225	3160,609	3169,834	3151,383
7,01	3046,8	3047,498	0,698	8,425	3203,372	3211,797	3194,947
7,51	3105,1	3105,627	0,527	7,344	3246,127	3253,471	3238,783
8,00	3189	3189,328	0,328	5,829	3288,882	3294,711	3283,054
8,50	3285,6	3285,700	0,100	3,329	3331,646	3334,974	3328,317
8,67	3329,8	3329,818	0,018	1,674	3345,900	3347,574	3344,226
8,72	3350,6	3350,600	0,000	0,000	3350,652	3350,652	3350,652

**Tabla N° 6.2.** Cálculos del radioenlace Matriz Ambato – Cerro Llantantoma

**Elaborado por:** El Investigador

#### 6.8.1.4.2 Perfil del terreno del Radioenlace Cerro Llantantoma – Agencia Latacunga

Con el simulador RADIO MOBILE se puede obtener la gráfica del perfil del terreno, el cual se presenta en la Figura N° 6.11.



**Figura N° 6.11.** Perfil del terreno obtenido con el software Radio Mobile

**Elaborado por:** El Investigador

A continuación se presenta la Tabla N° 6.3., donde se realiza todos los cálculos relacionados al perfil topográfico del enlace Cerro Llantantoma – Agencia Latacunga, de acuerdo a las fórmulas anteriormente enunciadas.

Distancia (Km)	Altura (m)	Perfil Corregido (m)	Abultamiento (m)	Radio 1ra Zona de Fresnel	Línea de Vista	Zonas de Fresnel	
						Zona superior	Zona inferior
0	3350,6	3350,600	0,000	0,000	3350,600	3350,600	3350,600
1,1567	3197	3198,699	1,699	7,554	3325,578	3333,133	3318,024
2,1482	3235,1	3238,130	3,030	10,088	3304,130	3314,218	3294,041
3,1397	3127,7	3131,946	4,246	11,941	3282,682	3294,623	3270,740
4,1312	3053,6	3058,945	5,345	13,399	3261,233	3274,632	3247,834
5,1227	2916,8	2923,129	6,329	14,580	3239,785	3254,365	3225,205
6,1142	2844,1	2851,297	7,197	15,548	3218,337	3233,884	3202,789
7,1057	2828,9	2836,849	7,949	16,340	3196,888	3213,229	3180,548
8,0972	2813	2821,586	8,586	16,982	3175,440	3192,422	3158,458
9,0887	2813,5	2822,607	9,107	17,489	3153,992	3171,481	3136,503
10,0802	2814,8	2824,312	9,512	17,874	3132,544	3150,418	3114,670
11,0717	2711,3	2721,101	9,801	18,144	3111,095	3129,239	3092,952
12,0631	2789,6	2799,575	9,975	18,304	3089,649	3107,953	3071,345
13,0546	2784	2794,033	10,033	18,357	3068,201	3086,558	3049,844
14,0461	2777,5	2787,475	9,975	18,304	3046,753	3065,057	3028,449
15,0376	2776,1	2785,901	9,801	18,144	3025,305	3043,448	3007,161
16,0291	2812,5	2822,012	9,512	17,874	3003,856	3021,730	2985,982
17,0206	2794,7	2803,807	9,107	17,489	2982,408	2999,897	2964,919
18,0121	2750,4	2758,986	8,586	16,982	2960,960	2977,942	2943,978
19,0036	2709,6	2717,549	7,949	16,340	2939,511	2955,852	2923,171
20,1603	2776,3	2783,360	7,060	15,399	2914,490	2929,889	2899,090
21,1518	2749,9	2756,073	6,173	14,399	2893,041	2907,441	2878,642
22,1433	2716,5	2721,670	5,170	13,177	2871,593	2884,771	2858,416
23,1348	2726,6	2730,651	4,051	11,665	2850,145	2861,810	2838,480
24,1263	2738,7	2741,516	2,816	9,726	2828,697	2838,423	2818,970
25,1178	2750,7	2752,166	1,466	7,017	2807,248	2814,266	2800,231
26,1093	2785,8	2785,800	0,000	0,000	2785,800	2785,800	2785,800

**Tabla N° 6.3.** Cálculos del radioenlace Cerro Llantantoma – Agencia Latacunga

**Elaborado por:** El Investigador

### 6.8.1.5 Cálculo de atenuaciones.

#### 6.8.1.5.1 Atenuación en el Espacio Libre

Las ondas de radio al momento de propagarse en el espacio experimentan pérdidas (atenuación), conforme se aumenta la trayectoria entre dos antenas, es decir se provoca una dispersión de la señal según se aleja el transmisor. La ecuación que permite establecer el valor de la atenuación es la siguiente:

$$\alpha_{el} \text{ dB} = 92,45 + 20\log_{10}F_{GHz} + 20\log_{10}D_{Km}$$

Donde:

D = Distancia total del tramo (Km)

F = Frecuencia a la que se está trabajando (GHz)

- **Atenuación en el espacio libre para el Radioenlace Matriz Ambato - Cerro Llantantoma**

Datos:

D = 8,721 Km

F = 5,8 GHz

$$\alpha_{el} \text{ dB} = 92,45 + 20\log_{10}(5,8) + 20\log_{10}(8,721)$$

$$\alpha_{el} \text{ dB} = 126,529 \text{ dB}$$

- **Atenuación en el espacio libre para el Radioenlace Cerro Llantantoma - Agencia Latacunga**

Datos:

D = 26,109 Km

F = 5,8 GHz

$$\alpha_{el} \text{ dB} = 92,45 + 20\log_{10}(5,8) + 20\log_{10}(26,109)$$

$$\alpha_{el} \text{ dB} = 136,054 \text{ dB}$$

### 6.8.1.5.2 Atenuación por Absorción

Para calcular la atenuación por absorción se debe tomar en cuenta diferentes factores. Se toma en cuenta que para atenuación por lluvia se consideran alturas de entre 2200m y 2900m, y para atenuación por neblina alturas de más de 2900m. De las alturas obtenidas previamente, se deduce que para los enlaces del proyecto existen ambos tipos de atenuación.

La ecuación que permite obtener el valor de atenuación por absorción es la siguiente:

$$\alpha_{\text{abs}} \text{ dB} = \alpha_{\text{lluvia}} + \alpha_{\text{neblina}}$$

$$\alpha_{\text{abs}} \text{ dB} = \gamma_{\text{lluvia}} d + \gamma_{\text{neblina}} d$$

Donde:

$d$  = distancia del enlace en Km.

$\gamma$  = coeficiente de absorción.

$$\gamma_{\text{Lluvia}} = 0,05 \frac{\text{dB}}{\text{km}}$$

$$\gamma_{\text{Neblina}} = 0,032 \frac{\text{dB}}{\text{km}}$$

- **Atenuación por absorción para el Radioenlace Matriz Ambato - Cerro Llantantoma**

Datos:

$$d = 8,721 \text{ Km}$$

$$\alpha_{\text{abs}} \text{ dB} = \gamma_{\text{lluvia}} d + \gamma_{\text{neblina}} d$$

$$\alpha_{\text{abs}} \text{ dB} = 0,05 \cdot 8,721 + 0,032 \cdot 8,721$$

$$\alpha_{\text{abs}} \text{ dB} = 0,715 \text{ dB}$$

- **Atenuación por absorción para el Radioenlace Cerro Llantantoma - Agencia Latacunga**

Datos:

$$d = 26,109 \text{ Km}$$

$$\alpha_{\text{abs}} \text{ dB} = \gamma_{\text{luzvia}} d + \gamma_{\text{neblina}} d$$

$$\alpha_{\text{abs}} \text{ dB} = 0,05 \cdot 26,109 + 0,032 \cdot 26,109$$

$$\alpha_{\text{abs}} \text{ dB} = 2,141 \text{ dB}$$

#### **6.8.1.6 Selección de los equipos para el radio enlace**

Un radioenlace está compuesto por los equipos de transmisión, de recepción y el medio de propagación o canal aéreo entre transmisor y receptor. Los elementos de un enlace punto a punto son:

- Punto de acceso y Antena.
- Cable para conexión exterior.
- Cable pigtail.
- Inyector POE.
- Protector de sobretensión.

Para seleccionar los equipos a utilizar, se ha realizado un análisis técnico y de costos según los catálogos obtenidos de las direcciones electrónicas de las empresas que proveen equipos de comunicación inalámbrica, de los cuales se ha seleccionado la mejor alternativa.

- **Antena de Grilla marca Poynting Antennas (Pty) Ltda.**

La antena seleccionada es una antena parabólica tipo parrilla de Poynting Antennas, se ha elegido esta marca no solamente por su bajo costo, sino porque además es fácil de operar, administrar e instalar, a más que tiene un excelente valor de ganancia, es ideal para enlaces LAN inalámbricos



(wireless bridges) punto a punto y también multipunto que requieren una alta performance en la banda de 5,8 GHz.

Como se observa en la Figura N° 6.12, el diseño de aberturas en el cuerpo de la rejilla minimiza la carga al viento y tiene un reflector de rejilla de aluminio fundido inoxidable, para excelente fortaleza y ligera en peso.



**Figura N° 6.12.** Antena seleccionada para el enlace marca Poynting.

**Fuente:** <http://www.poyntingdirect.co.za/>

Es utilizada para aplicaciones tales como:

- Interconectar sucursales y oficinas de empresas públicas y privadas (Wireless LAN).
- Telefonía por IP (VOIP).
- Vigilancia y monitoreo remoto, cámaras IP.
- Proveer servicios de internet inalámbrico (ISP inalámbrico).

La tabla N° 6.4., muestra las especificaciones de la antena seleccionada para el proyecto.

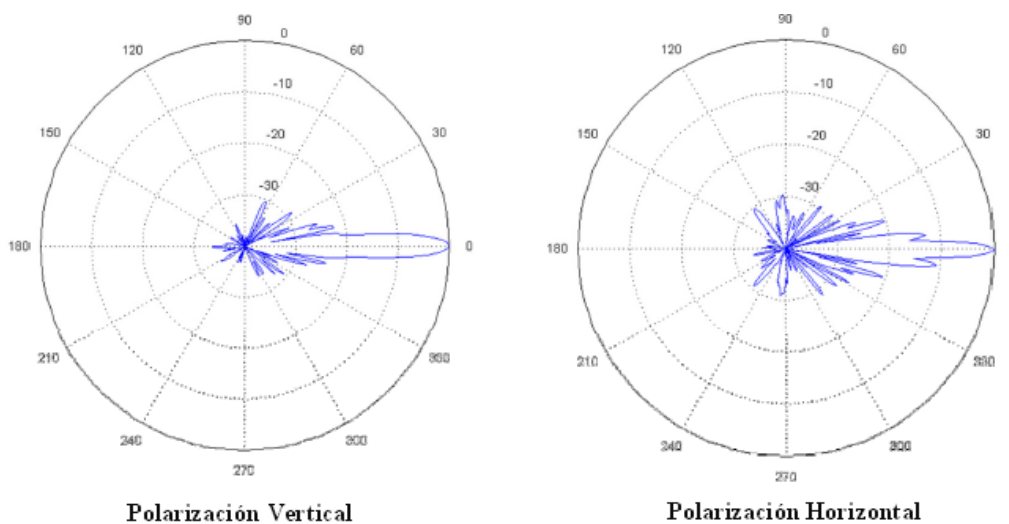
<b>PROVEEDOR</b>	<b>POYNTING ANTENNAS (PTY) LTDA.</b>
<b>Modelo</b>	Antena Parabólica de Grilla
<b>Frecuencia</b>	5 - 6 GHz
<b>Ganancia</b>	31 dBi
<b>Polarización</b>	Horizontal o Vertical
<b>Impedancia</b>	50 Ω

<b>Max. Poder Entrada</b>	10 W
<b>Ancho de Haz Horizontal</b>	15°
<b>Ancho de Haz Vertical</b>	12°
<b>VSWR</b>	< 2,0:1
<b>Front to Back Ratio</b>	22 dB
<b>Conector</b>	N-Female
<b>Dimensiones</b>	90 cm x 70 cm Dish focal: 30 cm
<b>Peso</b>	3,3 kg
<b>Rango de temperatura</b>	-20° a +70° C
<b>Carga al viento</b>	160 Km/h

**Tabla N° 6.4.** Especificaciones Antena de grilla marca Poynting.

**Fuente:** <http://www.poynting.co.za>

En la Figura N° 6.13., se observa el patrón de radiación que ofrece esta antena, tanto para polarización Horizontal como Vertical.



**Figura N° 6.13.** Patrón de radiación de la antena de Grilla Poynting.

**Fuente:** <http://www.poynting.co.za>

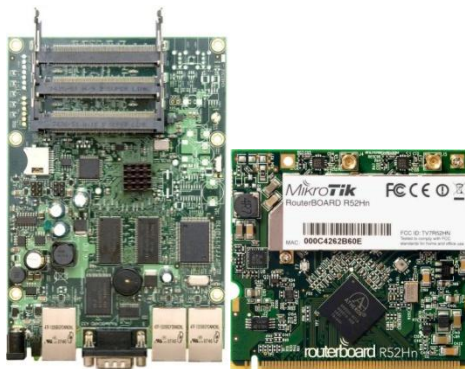
- **RouterBoard RB433AH y miniPCI Wireless R52HN marca Mikrotik**

Mikrotik Ltd., es una compañía letona vendedora de equipo informático y de redes, vende principalmente productos de comunicación inalámbrica como routerboards o routers. Aunque este producto está protegido por varias licencias con diferentes precios dependiendo del nivel de funcionalidad ofrecido, el costo de las licencias es accesible.

Los equipos MIKROTIK tienen 3 componentes esenciales:

1. RouterBoard
2. MiniPci Wireless 802.11 a/b/g/n.
3. Sistema Operativo que este caso es RouterOS

En la Figura N° 6.14., se presenta el RouterBoard y la tarjeta MiniPCI R52HN de Mikrotik.



**Figura N° 6.14.** RouterBoard RB433AH y Wireless MiniPCI R52HN

**Fuente:** <http://www.microcom.us>

La tabla N° 6.5., muestra las especificaciones del RouterBoard RB433AH seleccionado para el proyecto.

<b>PROVEEDOR</b>	<b>MIKROTIK LTDA.</b>
<b>CPU</b>	Atheros AR7161 680MHz network processor
<b>Memoria</b>	128 MB
<b>Boot Loader</b>	RouterBoot

<b>Puertos Ethernet</b>	Tres puertos Fast Ethernet 10/100 Mbits/s Full Duplex soportando Auto –MDI/X
<b>Puertos de expansión</b>	Tres slots MiniPCI tipo IIIA/IIIB
<b>Puerto Serie</b>	Un puerto serial asincrónico DB9 RS232C
<b>LEDs</b>	Power, actividad NAND, 5 leds de usuario
<b>Opciones de energía</b>	Power Over Ethernet: 10 – 28 V DC (no valido para POE IEEE 802.3af) Power Jack: 10 – 28 V DC Voltaje monitor
<b>Dimensiones</b>	10,05 cm 15 cm, 137 gramos
<b>Consumo de energía</b>	~ 3W si tarjetas, máximo -25W, 16W de salida a tarjetas
<b>Sistema operativo</b>	Mikrotik RouterOS v3, Level 5 licencia

**Tabla N° 6.5.** Especificaciones Radio.

**Fuente:** <http://www.microcom.us/rb433ah.html>

En la tabla N° 6.6., se detalla las especificaciones de la tarjeta miniPCI R52HN que será utilizada en el proyecto.

<b>PROVEEDOR</b>	<b>MIKROTIK LTDA.</b>
<b>Estándar</b>	Dual Band IEEE 802.11 a/b/g/n
<b>Frecuencia</b>	Banda de 2GHz y 5 GHz
<b>Potencia de salida</b>	25 dBm @ a/g/n band
<b>Conector de la antena</b>	2 x MMCX
<b>Interfaz</b>	MiniPCI Tipo IIIA
<b>Modulación</b>	<b>OFDM:</b> BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM <b>DSSS:</b> DBPSK, DQPSK, CCK
<b>Velocidad de transmisión de datos</b>	6Mbps, 9Mbps, 18Mbps, 24Mbps, 36Mbps, 48Mbps, 54Mbps
<b>Ancho de banda del canal</b>	20MHz y40MHz

<b>Temperatura de operación</b>	-50° a +60° C
<b>Mínimo Consumo de energía</b>	0,4 W
<b>Máximo Consumo de energía</b>	7 W
<b>Extras</b>	Support for up to 2x2 MIMO with spatial multiplexing  Supporting up to 300Mbps physical data rates and up to 200Mbps of actual user throughput on both the uplink and downlink

**Tabla N° 6.6.** Especificaciones de la Tarjeta MiniPCI R52HN

**Fuente:** <http://www.microcom.us/r52hn.html>

- **Pigtail Mmcx A N Macho**

La Figura N° 6.15 muestra el conector MMCX el cual se usa en determinados componentes wireless, como pueden ser routers y puntos de acceso, en todos estos dispositivos, evidentemente el conector incorporado en ellos es del tipo hembra.

**Características:**

- Compatible con la tarjeta miniPCI R52nM, R52HN, UB-XR5, UB-XR5, EMP-86.3, etc
- Pigtail MMCX A N macho, Cable de baja pérdida
- 50cm de longitud



**Figura N° 6.15.** Pigtail Mmcx

**Fuente:** [www.seguridadwireless.net](http://www.seguridadwireless.net)

- **Inyector POE (Power Over Internet) de Ubiquiti Networks**

Ubiquiti Networks diseña, desarrolla y comercializa revolucionarios y compactos equipos inalámbricos de banda ancha, ideales para operadores de red, proveedores de acceso inalámbrico a Internet, etc. Los productos de Ubiquiti Networks cumplen con los estándares de banda ancha de la industria, incluidos WiMAX y Wi-Fi.

En la Figura N° 6.16 se puede observar el modelo del inyector POE.



**Figura N° 6.16.** Inyector POE de Ubiquiti Networks.

**Fuente:** [http://site.microcom.us/POE\\_24.pdf](http://site.microcom.us/POE_24.pdf)

La tabla N° 6.7., muestra las especificaciones del inyector POE de Ubiquiti.

<b>PROVEEDOR</b>	<b>UBIQUITI NETWORKS</b>
<b>Salida de tensión</b>	24 VDC a 1.0 A
<b>Tensión de entrada</b>	90–260VAC a 47–63Hz
<b>Corriente de entrada</b>	0.3A a 120VAC, 0.2A a 230VAC
<b>Corrientes máximas</b>	< 15A pico a 120 VAC, < 30A pico a 230VAC
<b>Eficiencia</b>	70 %
<b>Frecuencia de conmutación</b>	20 MHz
<b>Temperatura de Operación</b>	-10°C - +60°C
<b>Dimensiones(L x W x H)</b>	(85 x 43 x 30) mm
<b>Peso</b>	100 gramos

<b>Datos IN / POE</b>	Conector RJ45 blindados
<b>Protección de voltaje residual</b>	11V datos, 77.5V Energía
<b>Máxima descarga</b>	1200A (8/20uS) Energía
<b>Pico de corriente</b>	36A (10/1000uS) Datos
<b>Capacitancia</b>	<5pf datos
<b>Tiempo de respuesta</b>	< 1ns

**Tabla N° 6.7.** Especificaciones del inyector POE

**Fuente:** [http://site.microcom.us/POE\\_24.pdf](http://site.microcom.us/POE_24.pdf)

- **Gabinete para RouterBoard**

Es una caja para interior de aluminio negro compatible con los modelos RouterBoard RB433, RB433AH y RB433UAH.

Como se observa en la Figura N° 6.17., el gabinete tiene las siguientes características

- 1 agujero para puerto serie.
- 1 agujero para Fuente de alimentación.
- agujeros para puertos Ethernet (incluido puerto POE).
- 1 agujero para 2 conectores USB.



**Figura N° 6. 17.** Caja para el RouterBoard RB433AH

**Fuente:** <http://www.todotelecom.com>

### 6.8.1.7 Determinación de intensidad de campo en recepción.

La intensidad de campo en el espacio libre se determina con la fórmula:

$$E_0 \text{ dB}\mu = 74,77 + P_{\text{TX}}[\text{dB}] + G_{\text{TX}}[\text{dB}] - 20 \log D \text{ [Km]}$$

Donde:

$P_{\text{TX}}$  = potencia de transmisión

$G_{\text{TX}}$  = ganancia de transmisión

$D$  = distancia del enlace

- **Intensidad de campo en recepción para el Radioenlace Matriz Ambato - Cerro Llantantoma**

Datos:

$$P_{\text{TX}} = -5 \text{ dB}$$

$$G_{\text{TX}} = 31 \text{ dB}$$

$$D = 8,721 \text{ Km}$$

$$E_0 \text{ dB}\mu = 74,77 + P_{\text{TX}}[\text{dB}] + G_{\text{TX}}[\text{dB}] - 20 \log D \text{ [Km]}$$

$$E_0 \text{ dB}\mu = 74,77 + (-5\text{dB}) + 31\text{dB} - 20 \log 8,721 \text{ [Km]}$$

$$E_0 \text{ dB}\mu = 81,959 \text{ dB}\mu$$

$$E_0 \text{ dB} = 81,959 - 60 = 21,959 \text{ dB}$$

$$E_0 = \text{antilog} \frac{E_0 \text{ dB}}{20}$$

$$E_0 = \text{antilog} \frac{21,959}{20} = 12,529 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$



- **Intensidad de campo en recepción para el Radioenlace Cerro Llantantoma - Agencia Latacunga**

Datos:

$$P_{TX} = -5 \text{ dB}$$

$$G_{TX} = 31 \text{ dB}$$

$$D = 26,109 \text{ Km}$$

$$E_0 \text{ dB}\mu = 74,77 + P_{TX}[\text{dB}] + G_{TX}[\text{dB}] - 20 \log D \text{ [Km]}$$

$$E_0 \text{ dB}\mu = 74,77 + -5\text{dB} + 31\text{dB} - 20\log(26,109)$$

$$E_0 \text{ dB}\mu = 72,434\text{dB}\mu$$

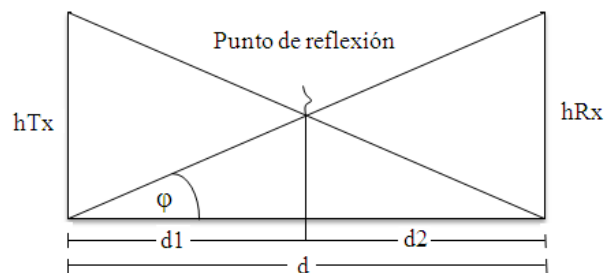
$$E_0 \text{ dB} = 72,434 - 60 = 12,434 \text{ dB}$$

$$E_0 = \text{antilog} \frac{E_0 \text{ dB}}{20}$$

$$E_0 = \text{antilog} \frac{12,434}{20} = 4,185 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

### 6.8.1.8 Cálculo del punto de reflexión.

Se calcula el punto de reflexión para ajustar su posición mediante variación en las alturas de las antenas, con el fin de que caiga en un punto en donde la energía reflejada se disperse. La Figura N° 6.18., muestra el diagrama para calcular el punto de reflexión.



**Figura N° 6.18.** Diagrama del punto de reflexión

**Elaborado por:** El Investigador

Altura del transmisor:  $h_{Tx} = h_{tx} + h_{torre}$

Donde:

$h_{tx}$  = altura del punto de transmisión

$h_{torre}$  = altura de la torre

Altura del receptor:  $h_{Rx} = h_{rx} + h_{torre}$

Donde:

$h_{rx}$  = altura del punto de recepción

$h_{torre}$  = altura de la torre

$$\tan\theta = \frac{h_{Rx}}{d}$$

$$d1 = \frac{h_{Tx} - h_{Rx} + d \tan\theta}{2 \tan\theta}$$

Para que no exista atenuación por reflexión se debe cumplir que:  $\frac{d}{U} \leq 10 \text{ dB}$

Donde:

$$U = \sqrt{d^2 + h_{Rx}^2};$$

$d$  = distancia total en metros.

- **Cálculo del punto de reflexión para el Radioenlace Matriz Ambato-Cerro Llantantoma**

Datos:

$d = 8,721 \text{ Km}$

$h_{tx} = 2588 \text{ m}$

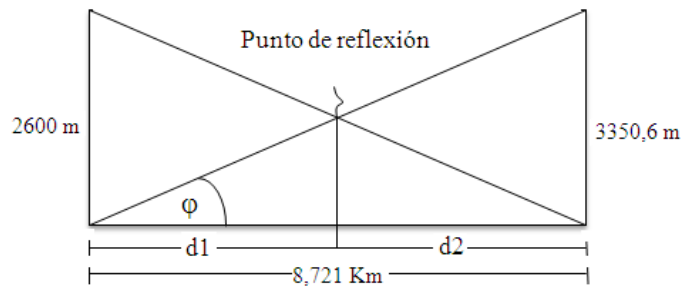
$h_{torre} = 12 \text{ m}$

$h_{Tx} = 2600 \text{ m}$

$h_{rx} = 3338,6 \text{ m}$

$$h_{\text{torre}} = 12 \text{ m}$$

$$h_{\text{Rx}} = 3350,6 \text{ m}$$



**Figura N° 6.19.** Diagrama del punto de reflexión

**Elaborado por:** El Investigador

$$\text{Tan}\phi = \frac{h_{\text{Rx}}}{d}$$

$$\text{Tan}\phi = \frac{3350,6}{8721}$$

$$\text{Tan}\phi = 0,3842$$

$$d_1 = \frac{h_{\text{Tx}} - h_{\text{Rx}} + d \text{Tan}\phi}{2 \text{Tan}\phi}$$

$$d_1 = \frac{2600 - 3350,6 + 8721(0,3842)}{2(0,3842)} = 3,38366 \text{ Km}$$

$$U = \sqrt{(8721)^2 + (3350,6)^2}$$

$$U = 9,343 \text{ Km}$$

$$\frac{d}{U} = \frac{8,721}{9,343} = 0,9335$$

$$\text{En dB} = 10 \log 0,9335 = -0,02989 \text{ dB}$$

Se observa que la reflexión no afecta en este tramo del enlace

- **Cálculo del punto de reflexión para el Radioenlace Cerro Llantantoma - Agencia Latacunga**

Datos:

$$d = 26,109 \text{ Km}$$

$$h_{Tx} = 3338,6 \text{ m}$$

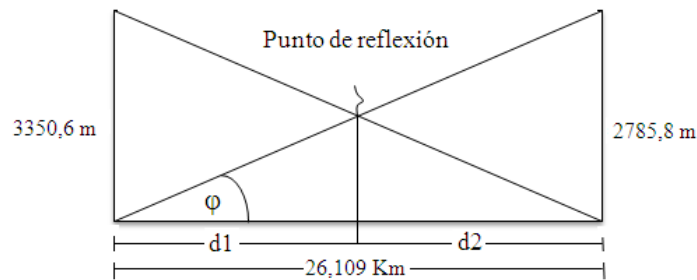
$$h_{\text{torre}} = 12 \text{ m}$$

$$h_{Tx} = 3350,6 \text{ m}$$

$$h_{Rx} = 2773,8 \text{ m}$$

$$h_{\text{torre}} = 12 \text{ m}$$

$$h_{Rx} = 2785,8 \text{ m}$$



**Figura N° 6.20.** Diagrama del punto de reflexión

**Elaborado por:** El Investigador

$$\text{Tan} \phi = \frac{2785,8}{26109} = 0,1067$$

$$d1 = \frac{3350,6 - 2785,8 + 26109 \cdot 0,1067}{2 \cdot 0,1067} = 15,701 \text{ Km}$$

$$U = \sqrt{(26109)^2 + (2785,8)^2} = 26,257 \text{ Km}$$

$$\frac{d}{U} = \frac{26,109}{26,257} = 0,994; \text{ En dB} = 10 \log 0,994 = -0,0245 \text{ dB}$$

Se observa que la reflexión tampoco afecta en este tramo del enlace

### 6.8.1.9 Potencia de Recepción

La potencia de recepción nominal se obtiene restando la PTx en dB de las atenuaciones, al espacio libre y sumando la ganancia de antenas. En términos matemáticos:

$$P_{RX} \text{ dB} = P_{TX} \text{ dB} + G_{TX} \text{ dB} + G_{RX} \text{ dB} - \alpha_{el} \text{ dB} - \alpha_T \text{ (dB)}$$

$$\alpha_T = \alpha_{TX} + \alpha_{RX} + \alpha_{abs}$$

Donde:

$P_{TX}$  = potencia de transmisión

$G_{TX}$  = ganancia de transmisión

$G_{RX}$  = ganancia de recepción

$\alpha_{el}$  = atenuación en el espacio libre

$\alpha_T$  = atenuación total

$\alpha_{TX}$  = atenuación del equipo transmisor

$\alpha_{RX}$  = atenuación del equipo receptor

- **Potencia de recepción para el Radioenlace Matriz Ambato - Cerro Llantantoma**

Datos:

$$P_{TX} = -5 \text{ dB}$$

$$G_{TX} = 31 \text{ dB}$$

$$G_{RX} = 31 \text{ dB}$$

$$\alpha_{el} = 126,529 \text{ dB}$$

$$\alpha_T = 5 \text{ dB}$$

$$P_{RX} \text{ dB} = P_{TX} \text{ dB} + G_{TX} \text{ dB} + G_{RX} \text{ dB} - \alpha_{el} \text{ dB} - \alpha_T$$

$$P_{RX} \text{ dB} = -5 + 31 + 31 - 126,529 - 5$$

$$P_{RX} \text{ dB} = -74,529 \text{ dB}$$

$$P_{RX} \text{ W} = \text{antilog} \frac{-74,529 \text{ dB}}{10}$$

$$P_{RX} \text{ W} = 0,0352 \text{ } \mu\text{W}$$

- **Potencia de recepción para el Radioenlace Cerro Llantantoma - Agencia Latacunga**

Datos:

$$P_{TX} = -5 \text{ dB}$$

$$G_{TX} = 31 \text{ dB}$$

$$G_{RX} = 31 \text{ dB}$$

$$\alpha_{el} = 136,054 \text{ dB}$$

$$\alpha_T = 5 \text{ dB}$$

$$P_{RX} \text{ dB} = P_{TX} \text{ dB} + G_{TX} \text{ dB} + G_{RX} \text{ dB} - \alpha_{el} \text{ dB} - \alpha_T$$

$$P_{RX} \text{ dB} = -5 + 31 + 31 - 136,054 - 5$$

$$P_{RX} \text{ dB} = -84,054 \text{ dB}$$

$$P_{RX} \text{ W} = \text{antilog} \frac{-84,054 \text{ dB}}{10}$$

$$P_{RX} \text{ W} = 0,00393 \text{ } \mu\text{W}$$

#### 6.8.1.10 Margen de desvanecimiento

El margen de desvanecimiento es la diferencia entre el nivel de recepción calculado y el umbral requerido por el fabricante para garantizar una cierta confiabilidad.

$$M_D = P_{RX}(\text{dB}) - U_{RX}(\text{dB})$$

Donde:

$$P_{RX} = \text{Potencia de recepción}$$

$U_{RX}$  = Umbral de recepción

La potencia umbral del receptor es el nivel mínimo de potencia que asegura una determinada tasa de error BER.

$$U_{RX} = -203,98 + 10\log B \text{ Hz} + 3\text{dB} + 10\text{dB} + F$$

Donde:

B = ancho de Banda del equipo receptor (20 MHz)

F= Factor de ruido del equipo receptor en dB (-40 dB)

$$U_{RX} = -203,98 + 10 \log 20 \times 10^6 + 3\text{dB} + 10\text{dB} - 40\text{dB}$$

$$U_{RX} = -157,970 \text{ dB}$$

El margen de desvanecimiento está directamente relacionado con la confiabilidad del sistema que representa la disponibilidad anual del mismo, por lo que en la Tabla N° 6.8., se hace una relación del porcentaje de confiabilidad respecto al margen de desvanecimiento.

Tabla de Confiabilidad	
Confiabilidad %	M.D. dB
90	10
99	20
99.9	30
99.99	40
99.999	50
99.9999	60
99.99999	70
99.999999	80
99.9999999	90

**Tabla N° 6.8.** Tabla de Confiabilidad respecto al Margen de Desvanecimiento

**Elaborado por:** El Investigador

- **Margen de Desvanecimiento en el Radioenlace Matriz Ambato – Cerro Llantantoma**

Datos:

$$P_{RX} = -74,529 \text{ dB}$$

$$U_{RX} = -157,970 \text{ dB}$$

$$M_D = P_{RX}(\text{dB}) - U_{RX}(\text{dB})$$

$$M_D = -74,529 + 157,970$$

$$M_D = 83,441\text{dB} \approx 83 \text{ dB}$$

Al obtener un margen de desvanecimiento de 83 dB, se deduce de la Tabla N° 6,8 que el nivel de confiabilidad es aproximadamente del 99,999999, teniendo como resultado que el sistema funcionara teóricamente los 365 días del año.

- **Margen de Desvanecimiento en el Radioenlace Cerro Llantantoma – Agencia Latacunga**

Datos:

$$P_{RX} = -84,054 \text{ dB}$$

$$U_{RX} = -157,970$$

$$M_D = P_{RX}(\text{dB}) - U_{RX}(\text{dB})$$

$$M_D = -84,054 + 157,970$$

$$M_D = 73,916 \text{ dB} \approx 74 \text{ dB}$$

Para éste tramo del enlace se obtiene un margen de desvanecimiento de alrededor de 74 dB, al observar la Tabla N° 6.8 se deduce que el nivel de confiabilidad es aproximadamente del 99,99999, teniendo como resultado que el sistema funcionara teóricamente los 365 días del año.



### 6.8.1.11 Resumen de cálculos del Radioenlace

La tabla N° 6.9., muestra de manera resumida los cálculos realizados con anterioridad.

<b>ENLACE / PARÁMETROS</b>	<b>Matriz Ambato – Cerro Llantantoma</b>	<b>Cerro Llantantoma – Agencia Latacunga</b>
Distancia (Km)	8,721 Km	26,109 Km
Frecuencia (GHz)	5,8 GHz	5,8 GHz
Potencia de Transmisión (PTx)	25 dBm	25 dBm
Ganancia de Transmisión (GTx)	31 dB	31 dB
Atenuación en el espacio libre ( $\alpha_{el}$ )	126,529 dB	136,054 dB
Atenuación por absorción ( $\alpha_{abs}$ )	0,715 dB	2,141 dB
Ganancia de Recepción (GRx)	31 dB	31 dB
Intensidad de campo de recepción ( $E_0$ )	12,529 $\frac{V}{m}$	4,185 $\frac{V}{m}$
Potencia de Recepción (PRx)	0,0352 $\mu w$	0,00393 $\mu w$
Margen de Desvanecimiento ( $M_D$ )	83 dB	74 dB
Confiabilidad del Sistema (%)	99,999999	99,999999

**Tabla N° 6.9.** Resumen de cálculos del Radioenlace

**Elaborado por:** El Investigador

### 6.8.1.12 Desarrollo en programa de simulación

Con el fin de apoyar los resultados obtenidos en el estudio del radioenlace, se utiliza un simulador de radioenlaces, de esta forma se obtendrá graficas y datos adicionales a los calculados en las secciones anteriores. El programa que se utilizó fue el simulador RADIO MOBILE.



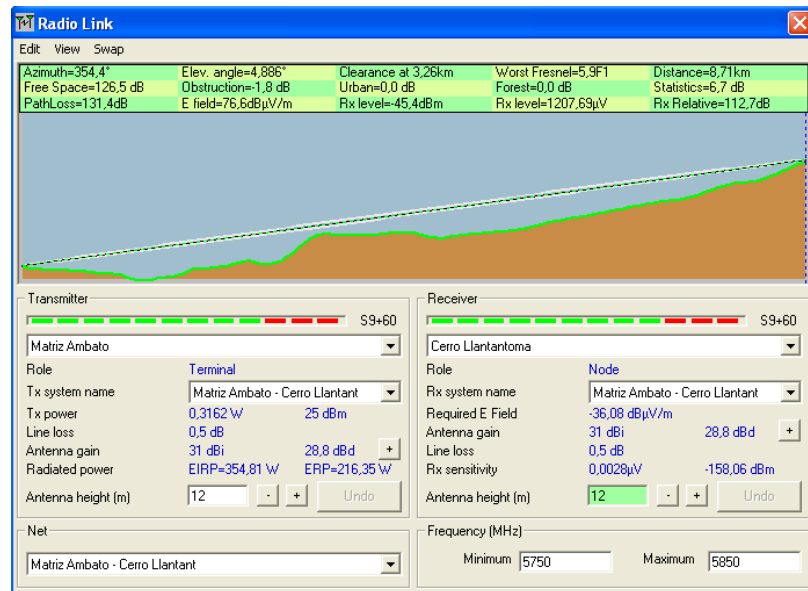
**Figura N° 6.21.** Diagrama del enlace completo realizado con Radio Mobile

**Elaborado por:** El Investigador

RADIO MOBILE es un programa de simulación de radiopropagación gratuito; como se puede observar en la Figura N° 6.21 utiliza datos de elevación del terreno que se descargan gratuitamente de Internet para crear mapas virtuales, sirve para predecir el comportamiento de sistemas de radio, simular radioenlaces y representar el área de cobertura de una red de radiocomunicaciones, entre otras funciones; el software trabaja en el rango de frecuencias entre 20 MHz y 20 GHz.

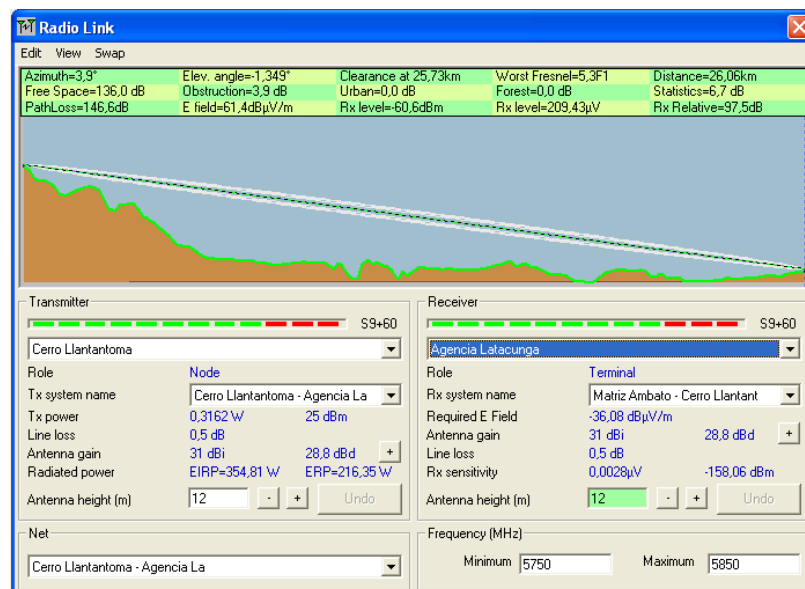
- **Establecimiento del radioenlace**

Para establecer el enlace acceda a Tools/radio link y aparece el enlace creado. En la Figura N° 6.22 y 6.23 se aprecia los enlaces simulados, los mismos que no presentan ninguna interferencia.



**Figura N° 6.22.** Radioenlace Matriz Ambato - Cerro Llantantoma

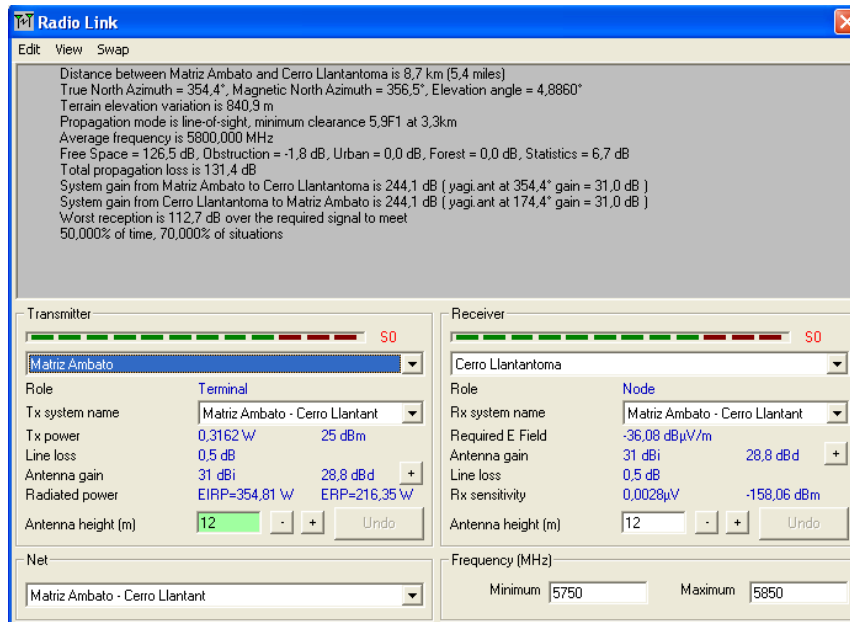
**Elaborado por:** El Investigador



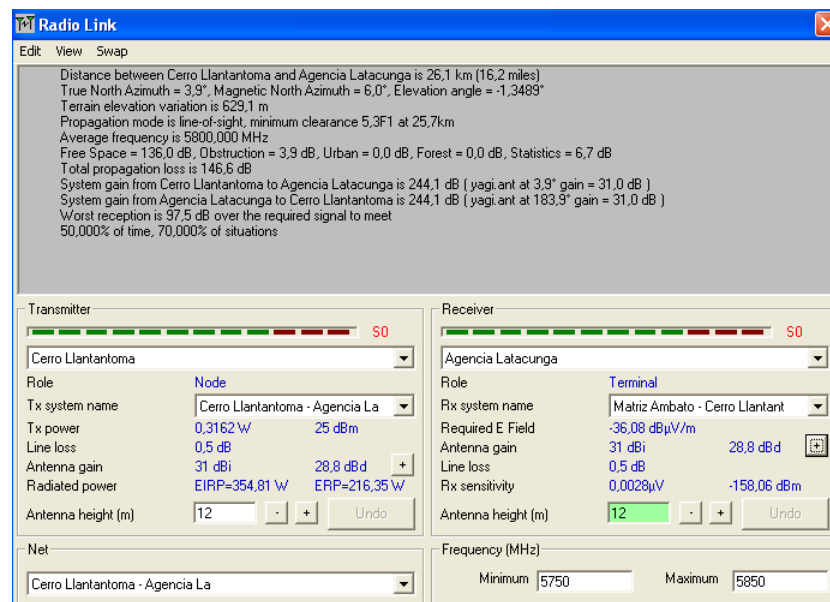
**Figura N° 6. 23.** Radioenlace Cerro Llantantoma – Agencia Latacunga

**Elaborado por:** El Investigador

Si en el radio enlace selecciona View/Details puede apreciar los detalles del enlace establecido, según las Figuras 6.24 y 6.25, especifican la distancia entre las unidades, variación de elevación del terreno, ganancia del sistema, pérdida total de propagación, entre otros detalles.



**Figura N° 6.24.** Detalles del Radioenlace Matriz Ambato - Cerro Llantantoma  
**Elaborado por:** El Investigador



**Figura N° 6.25.** Detalles del Radioenlace Cerro Llantantoma – Agencia Latacunga  
**Elaborado por:** El Investigador

Otro parámetro en la Opción View, es Range, la cual facilita datos como el umbral de recepción, en las Figuras N° 6.26 y 6.27 se puede comprobar que el nivel de recepción de nuestro enlace esta sobre el umbral del equipo receptor, determinando así la fiabilidad del sistema.

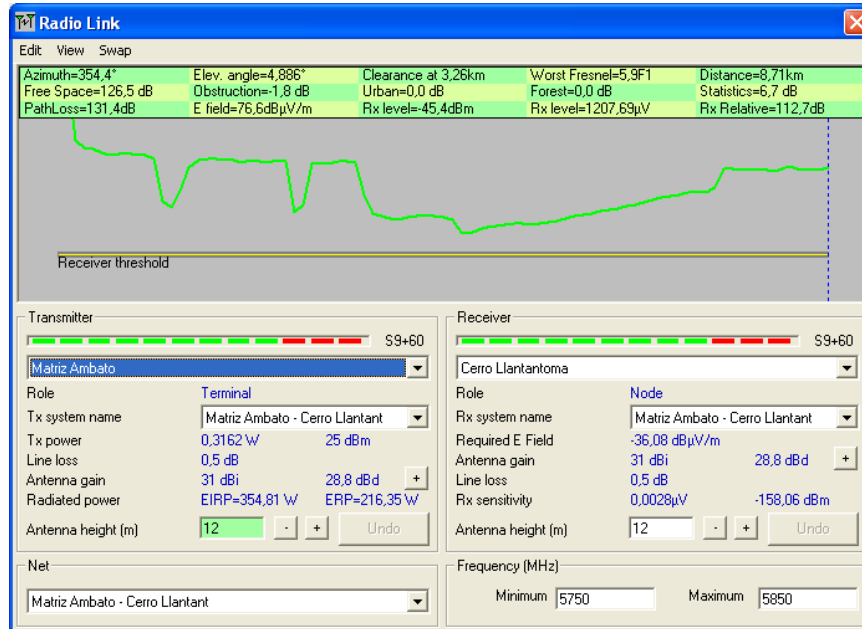


Figura N° 6.26. Nivel de recepción del enlace Matriz Ambato - Cerro Llantantoma

Elaborado por: El Investigador

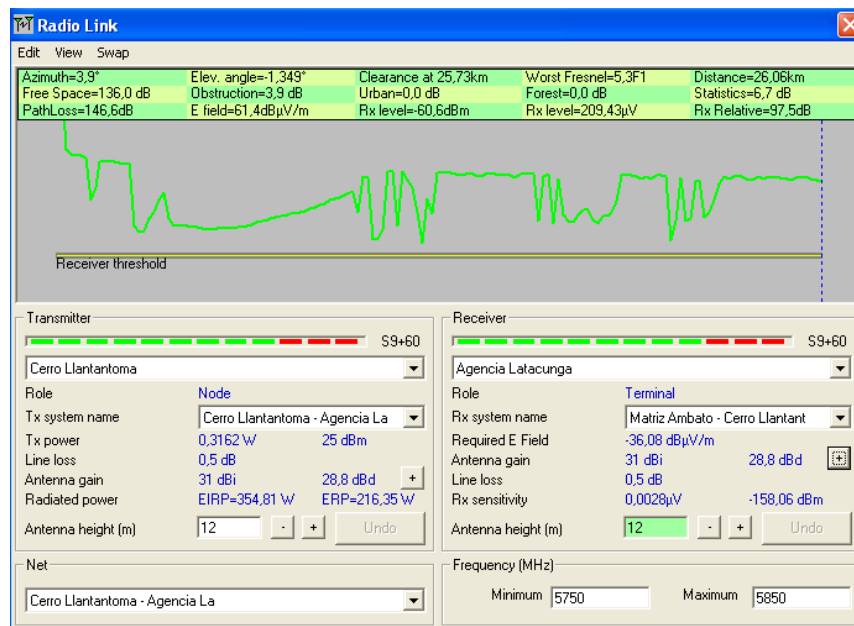
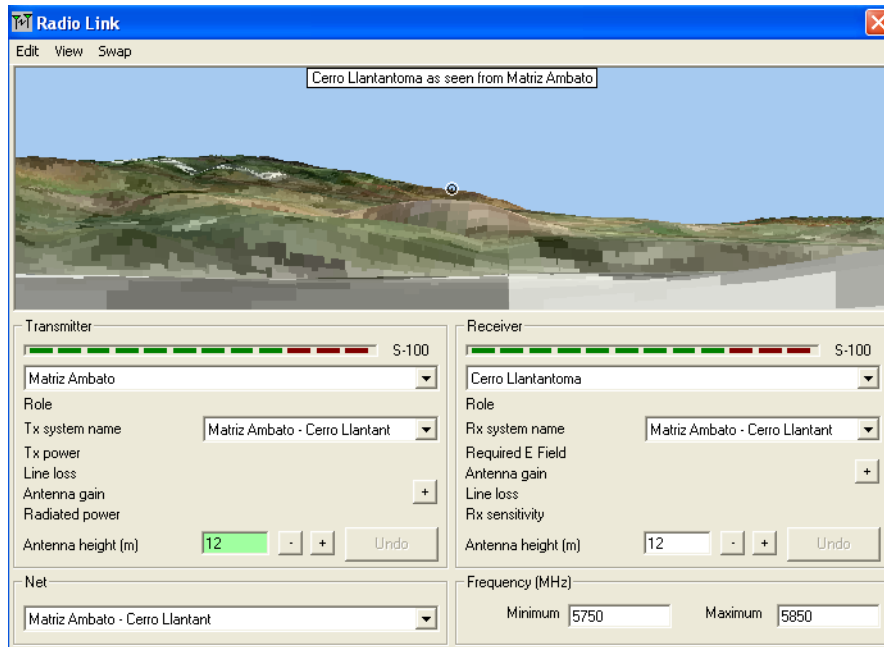


Figura N° 6.27. Nivel de recepción del enlace Cerro Llantantoma – Agencia Latacunga

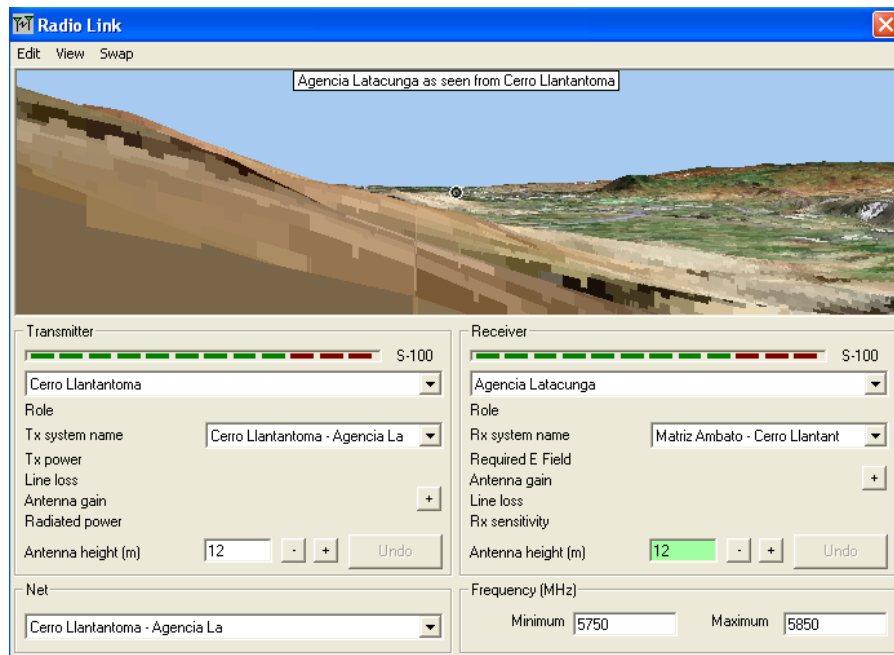
Elaborado por: El Investigador

La opción View también presenta la oportunidad de observar la estación receptora desde la transmisora de distintos ángulos, en las Figuras N° 6.28 y 6.29 se tiene la vista a 80°.



**Figura N° 6.28.** Vista del Cerro Llantantoma desde la matriz Ambato

**Elaborado por:** El Investigador



**Figura N° 6.29.** Vista de la Agencia Latacunga desde el Cerro Llantantoma

**Elaborado por:** El Investigador

Los resultados obtenidos en la simulación se acercan a los calculados, por lo que se puede confiar en los datos obtenidos, de acuerdo a la simulación el radioenlace no tiene inconvenientes, tiene buen funcionamiento y cumple con los requerimientos de confiabilidad.

#### **6.8.1.13 Análisis económico del radioenlace**

Este punto hace referencia al estudio de los costos necesarios para llevar a cabo el diseño planteado, es importante tomar en consideración cada uno de los materiales y recursos utilizados en el esquema de comunicaciones propuesto, con el fin de obtener un costo estimado de implementación.

Después se describen los equipos utilizados en el diseño de la red con su respectivo precio, se toma en consideración que cumplan con las características necesarias del diseño de la Red.

##### **6.8.1.13.1 Costo de operación**

Para determinar el valor de operación se suma el costo de estudio y de instalación.

- **Costo de estudio**

Se estima que un valor razonable para el estudio del diseño es de \$ 450.

- **Costo de instalación**

Corresponde al valor de los equipos más el costo de ingeniería.

**Costo de los equipos:** Las especificaciones de los equipos a utilizar se detallaron en las tablas N° 6.4 a la 6.7., por lo que a continuación únicamente se hace constar el costo de los mismos.

Los equipos y accesorios que se requieren se describen en la Tabla N° 6.10.

<b>PRESUPUESTO</b>			
<b>CANTIDAD</b>	<b>DETALLE</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
3	RouterBoard RB433AH	\$ 181,50	\$ 544,50
4	Tarjeta MiniPCI R52HN	\$ 120,34	\$ 481,36
4	Antena de Grilla Poynting	\$ 109,99	\$ 439,96
4	Cable Pigtail Mmcx	\$ 43,29	\$ 173,16
3	Gabinete para RouterBoard	\$ 60,00	\$ 180,00
3	Inyector POE	\$ 57,99	\$ 173,97
3	UPS – APC 1000 VA	\$ 200,00	\$ 600,00
100	Cable para conexión exterior	\$ 0,91	\$ 91,00
1	Bobina cable FTP cat5e	\$ 464,00	\$ 464,00
20	Conectores RJ49 Blindados	\$ 1,00	\$ 20,00
<b>TOTAL</b>	-	-	\$ 3.167,95

**Tabla N° 6.10.** Costo de equipos y accesorios

**Elaborado por:** El Investigador

**Costo de ingeniería.-** Corresponde al 30% del costo de equipos.

El costo de instalación se puede observar en la Tabla N° 6.11

<b>COSTO DE INSTALACIÓN</b>	
Costo de Equipos	\$ 3.167,95
Costo de Ingeniería	\$ 950,39
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 4.118,35</b>

**Tabla N° 6.11.** Costo de Instalación

**Elaborado por:** El Investigador



El costo de operación se aprecia en la Tabla N° 6.12.

<b>COSTO DE OPERACIÓN</b>	
Costo Estudio	\$ 450,00
Costo de Instalación	\$ 4.118,35
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 4.568,35</b>

**Tabla N° 6.12.** Costo de Operación

**Elaborado por:** El Investigador

## **6.8.2 DISEÑO DE UNA VPN DE INTRANET ENTRE LA MATRIZ Y LAS AGENCIAS DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO “FINANCREDIT” LTDA.**

### **6.8.2.1 Descripción**

La Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., posee un edificio matriz en la ciudad de Ambato y tres sucursales ubicadas en las ciudades de Latacunga, Machachi y Francisco de Orellana “El Coca”.

En base a requerimientos de los Directivos de la Institución, como son el Gerente General Lcda. Martha Ainaguano y el Gerente de la sucursal Latacunga Econ. Ángel Chalus, se realizó el diseño del sistema inalámbrico para enlazar la matriz Ambato con la filial Latacunga, dejando a disposición del Investigador finalizar la red completa que permita la comunicación para todas las sucursales de la Cooperativa.

Con el fin de proporcionar una mejor comunicación entre la matriz y las sucursales más alejadas, se propone el diseño de una Red Privada Virtual (VPN), los puntos que formarán parte de esta red son: la matriz Ambato y las sucursales Latacunga, Machachi y Francisco de Orellana “El Coca”.

Machachi es una Ciudad perteneciente al cantón Mejía, ubicada en la Provincia de Pichincha, famoso por sus fiestas chacareras, agricultura, ganadería y floricultura, oscila con una temperatura entre 11° C y 17° C, mientras que Francisco de Orellana es la capital de la provincia de Orellana, también conocida como El Coca, está ubicada muy cerca de las densas selvas tropicales en la Amazonia, junto a la confluencia del río Coca y el río Napo, con una temperatura entre 18° C a 26° C.

Una red privada virtual (VPN) es en esencia una estructura de red la cual tiene la capacidad de establecer un canal de comunicación privado sobre una infraestructura de red pública. Esta tecnología permite crear un túnel de encriptación a través de la Internet de tal forma que permita a los usuarios que

se encuentran en los extremos del túnel disfrutar de seguridad, privacidad y funciones que antes estaban disponibles solo en redes privadas.

Las Redes Privadas Virtuales (VPN), representan una alternativa más económica en relación a conexiones WAN, no dependen de condiciones climáticas, mejorando la calidad y seguridad de la información, haciendo uso de autenticación, encriptación y uso de túneles para las conexiones a través de una infraestructura pública como es el Internet.

### 6.8.2.2 Consideraciones previas al diseño

#### a. Acceso a Internet

La Cooperativa FINANCREREDIT actualmente dispone del servicio de Internet a través de la empresa CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones), con un ancho de banda contratado de 1024 Kbps. En la Figura N° 6.30 se muestra un diagrama de la conexión a través de la cual se tiene acceso a Internet, haciendo uso de un modem ADSL.

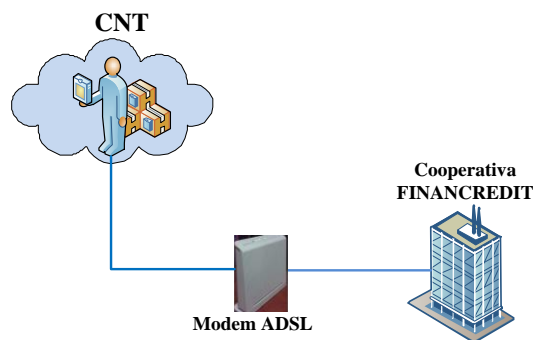
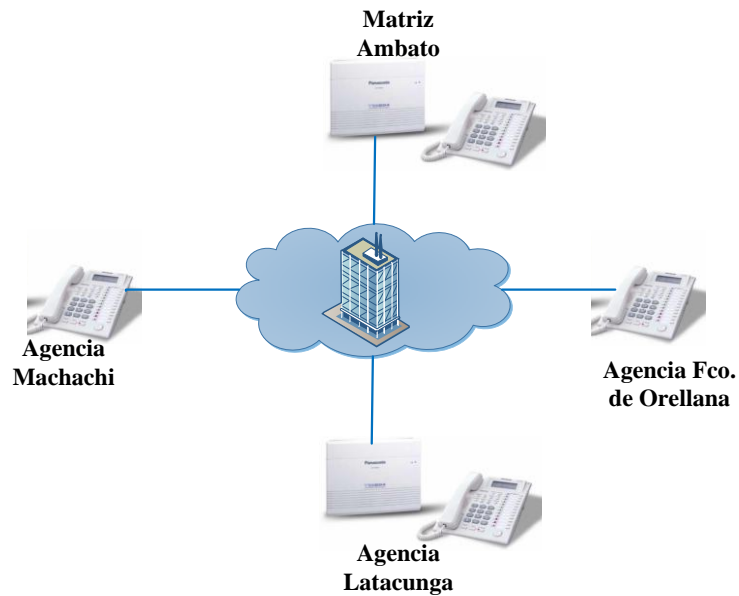


Figura N° 6.30. Conexión a Internet

Elaborado por: El Investigador

#### b. Red telefónica

En la Matriz y la agencia Latacunga se cuenta con una central telefónica, para las demás filiales se dispone únicamente de una línea telefónica, dicho esquema se muestra en la Figura N° 6.31.



**Figura N° 6.31.** Estructura de la red Telefónica

**Elaborado por:** El Investigador

Tanto la matriz así como la sucursal Latacunga cuentan con un Sistema Híbrido Avanzado Panasonic modelo KX-TES824, la cual admite 3 líneas externas con 8 extensiones. La Figura N° 6.32 muestra el modelo de la central telefónica.



**Figura N° 6.32.** Central Telefónica Panasonic modelo KX-TES824

**Fuente:** <http://www.rcm.com.mx/productos/datasheets/03-instalacion.pdf>

### **c. Crecimiento de la Organización**

De acuerdo a conversaciones con directivos de la Cooperativa FINANNCREDIT Ltda., como son el Presidente Dr. Segundo Chaluis y el Gerente General Lcda. Martha Ainaguano, se han manifestado que

actualmente la institución cuenta con tres sucursales pero existe la proyección a inicios del 2013 contar con dos filiales más en las ciudades de Ibarra y el Puyo, con lo que el sistema a diseñarse se debe acoplar sin problemas a esta futura ampliación.

#### **d. Servicios a ofrecer**

El sistema debe ser apto para acceder a los siguientes servicios:

- Acceso seguro y eficiente al Sistema Administrativo Financiero (SADFIN).
- Voz sobre IP.

En la Figura N° 6.33 se aprecia la interfaz del Sistema Administrativo Financiero con el que cuenta la institución.



**Figura N° 6.33.** Interfaz del Sistema Administrativo Financiero

**Fuente:** Cooperativa de Ahorro y Crédito

“FINANCREDIT” Ltda.

### 6.8.2.3 Ubicación geográfica

En la tabla N° 6.13 se muestra la ubicación geográfica de la matriz y las sucursales de la Cooperativa, las cuales van a contar con el servicio de una Red Privada Virtual.

<b>Agencia</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
Ambato	1° 14' 32,86" S	78° 37' 30,31" W
Latacunga	0° 55' 49,73" S	78° 37' 01,01" W
Machachi	0° 30' 38,39" S	78° 34' 00,38" W
El Coca	1° 28' 18,10" S	76° 59' 04,60" W

**Tabla N° 6.13.** Coordenadas de las Agencias de la Cooperativa

En la tabla N° 6.14 se expone un listado con las direcciones de la ubicación urbana donde se encuentran situadas la Matriz y las Agencias.

<b>Oficina</b>	<b>Dirección</b>
Ambato (Matriz)	Calle Espejo 11-54 y Juan Benigno Vela
Latacunga	Av. Félix Valencia 8-31 y Belisario Quevedo
Machachi	Av. 11 de noviembre S1-46 y Pérez Barriga
El Coca	Calle Napo y Vicente Rocafuerte

**Tabla N° 6.14.** Ubicación Urbana de la Matriz y las sucursales<sup>10</sup>

---

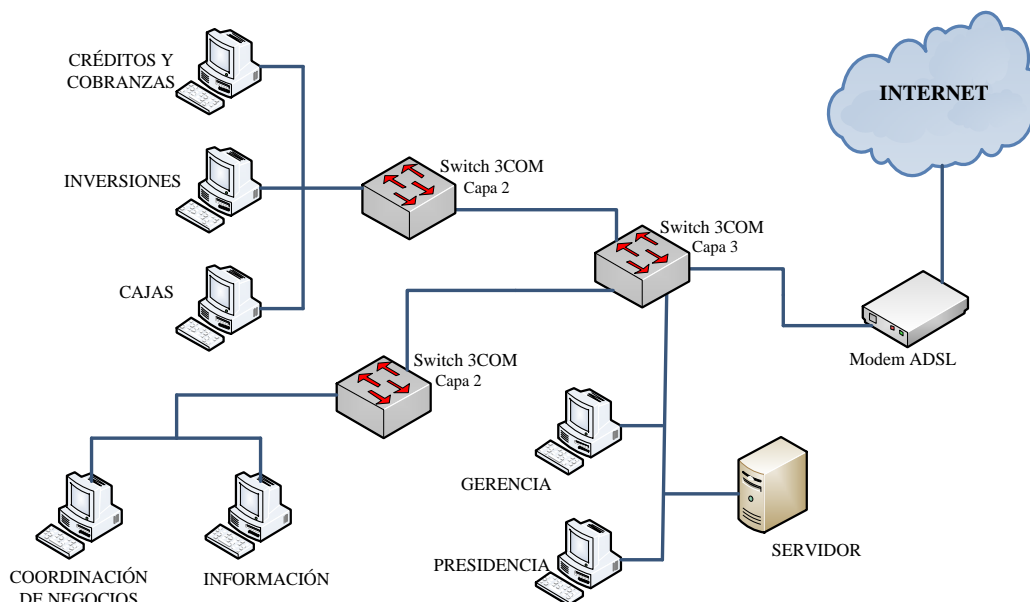
<sup>10</sup> Fuente: Cooperativa de Ahorro y Crédito "FINANCREDIT" Ltda.

#### 6.8.2.4 Topología Física

Actualmente la matriz y las sucursales poseen una intranet propia, a través de la cual se realizan las diferentes actividades como: depósito y retiro de ahorros, préstamos, cobros, inversiones entre otras.

##### a. Matriz Ambato

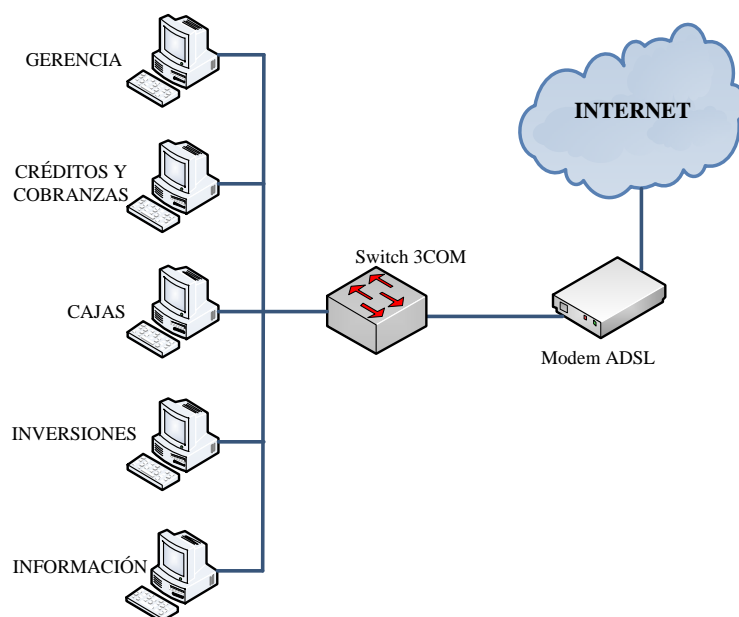
La matriz de la Cooperativa se encuentra ubicada en el centro de la ciudad de Ambato, entre las calles Juan Benigno Vela y Espejo, la Figura N° 6.34 muestra la topología física de la red interna de la agencia principal, el cableado utiliza cable FTP cat5e, tanto para la matriz como para las agencias.



**Figura N° 6.34.** Topología Física de la Red LAN de la Matriz  
**Fuente:** Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

##### b. Sucursales

Todas las sucursales poseen las mismas características en cuanto se refiere a su topología física, por este motivo se ha esquematizado un plano el cual servirá como modelo para las demás agencias. La Figura N° 6.35 ilustra la topología física de la red interna de las filiales de la Cooperativa.



**Figura N° 6.35.** Topología Física de la Red LAN de las sucursales  
**Fuente:** Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

### 6.8.2.5 Topología Lógica

En la tabla N° 6.15 se detallan las direcciones IP para cada subred con su respectiva máscara, además de la primera y última dirección utilizable asignada para cada agencia de la Cooperativa, esta información fue proporcionada por el Ingeniero en Sistemas el cual es el encargado de la administración de la red de la institución.

Agencia	Subred	Máscara	Primer Host	Último Host
<b>Ambato</b>	192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.1.1	192.168.1.254
<b>Latacunga</b>	192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.2.1	192.168.2.254
<b>Machachi</b>	192.168.3.0	255.255.255.0	192.168.3.1	192.168.3.254
<b>El Coca</b>	192.168.4.0	255.255.255.0	192.168.4.1	192.168.4.254

**Tabla N° 6.15.** Asignación de subredes y host utilizables para cada agencia<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Fuente: Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.



**a. Matriz Ambato**

La agencia principal es la única que cuenta con todos los departamentos asociados a los servicios que brinda la Cooperativa.

Tomando en cuenta la topología física descrita en la Figura N° 6.34, en la tabla N° 6.16 se detalla la topología lógica de la red interna correspondiente a la matriz de la agencia principal.

<b>Departamento</b>	<b>Dirección IP</b>	<b>Máscara de subred</b>	<b>Gateway</b>	<b>Broadcast</b>
<b>Presidencia</b>	192.168.1.11	255.255.255.0	192.168.1.1	192.168.1.255
<b>Gerencia</b>	192.168.1.15	255.255.255.0	192.168.1.1	192.168.1.255
<b>Coordinación de Negocios</b>	192.168.1.20	255.255.255.0	192.168.1.1	192.168.1.255
<b>Créditos y Cobranzas 1</b>	192.168.1.25	255.255.255.0	192.168.1.1	192.168.1.255
<b>Créditos y Cobranzas 2</b>	192.168.1.26	255.255.255.0	192.168.1.1	192.168.1.255
<b>Caja 1</b>	192.168.1.30	255.255.255.0	192.168.1.1	192.168.1.255
<b>Caja 2</b>	192.168.1.31	255.255.255.0	192.168.1.1	192.168.1.255
<b>Caja 3</b>	192.168.1.32	255.255.255.0	192.168.1.1	192.168.1.255
<b>Caja 4</b>	192.168.1.33	255.255.255.0	192.168.1.1	192.168.1.255
<b>Inversiones 1</b>	192.168.1.40	255.255.255.0	192.168.1.1	192.168.1.255
<b>Inversiones 2</b>	192.168.1.41	255.255.255.0	192.168.1.1	192.168.1.255
<b>Información</b>	192.168.1.50	255.255.255.0	192.168.1.1	192.168.1.255

**Tabla N° 6.16.** Topología lógica de la matriz Ambato<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Fuente: Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

## b. Sucursales

Lo que varía en cada una de las sucursales es su ubicación geográfica, el sitio donde se encuentran los equipos y el rango de las direcciones IP, dicha asignación de direcciones se muestra en la tabla N° 6.17.

Departamento	Dirección IP	Máscara de subred	Gateway	Broadcast
Gerencia	192.168.x.x	255.255.255.0	192.168.x.x	192.168.x.255
Créditos y Cobranzas	192.168.x.x	255.255.255.0	192.168.x.x	192.168.x.255
Caja 1	192.168.x.x	255.255.255.0	192.168.x.x	192.168.x.255
Caja 2	192.168.x.x	255.255.255.0	192.168.x.x	192.168.x.255
Inversiones	192.168.x.x	255.255.255.0	192.168.x.x	192.168.x.255
Información	192.168.x.x	255.255.255.0	192.168.x.x	192.168.x.255

Tabla N° 6.17. Topología lógica para cada agencia de la Cooperativa<sup>13</sup>

### 6.8.2.6 Equipos utilizados actualmente

- Switch 3COM base line 24 Puertos (Switch de acceso)



Figura N° 6.36. Switch 3Com Serie 2924

Fuente: <http://www.pcel.com/mp/57883.html>

Como se puede observar en la Figura N° 6.36 es un conmutador Gigabit de Nivel 2 y PoE (Power over Ethernet) administrable a través de la web. Este conmutador ofrece un rendimiento sin bloqueo todos los puertos funcionan a velocidad de cable, lo que ayuda a eliminar cuellos de botella de tráfico en la

<sup>13</sup> Fuente: Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.

red. La agregación de enlaces LACP (IEEE 802.3ad) permite agrupar puertos automáticamente, para crear una conexión con ancho de banda ultra grande que expande considerablemente la capacidad de ancho de banda con la red troncal.

VLAN automática de voz que asigna automáticamente el tráfico VoIP (voz sobre IP) a una VLAN de voz dedicada, optimizando así este tráfico sensible al retraso

Las VLANs permiten segmentar la red, reagrupando los usuarios en función de sus necesidades de intercambio de datos o tráfico para un uso óptimo del ancho de banda disponible

Entre sus especificaciones se encuentran las siguientes:

- **Puertos:** 24 puertos 10/100/1000 con detección automática; 4 puertos Gigabit SFP, de uso dual con 4 de los puertos 10/100/1000
- **Rendimiento:** 48 Gbps, máx.; rendimiento a velocidad de cable entre puertos
- **Switching layer 2:** velocidad completa sin bloqueo en todos los puertos, auto-negociación full-/half-duplex, control de flujo, soporte de VLAN IEEE 802.1Q, priorización de tráfico IEEE 802.1p, snooping IGMP, etc.
- **Convergencia:** 4 colas hardware por puerto; priorización de tráfico a Nivel 2 (802.1p) y a Nivel 3 (TOS con DSCP); asignación de VLAN automática para tráfico de voz; etc.
- **Seguridad:** login de red IEEE 802.1X; ACLs avanzadas
- **Administración del conmutador:** Configuración basada en la web, 3Com Network Supervisor y Network Director, otras herramientas de administración SNMP; CLI usando puerto de consola
- **Dimensiones:** altura 4,4 cm (1 RU); anchura 44,0 cm; fondo 17,1 cm
- **Peso:** 1,9 kg

- **Switch 3 COM superstack3 24 Puertos (Switch de distribución)**



**Figura N° 6.37.** Switch 3Com Serie 4500G

**Fuente:** <http://www.pcel.com/mp/57889.html>

La Figura N° 6.37 muestra el switch 4500G de 24 puertos 10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T con auto-negociación, 4 de los cuales son Gigabit de uso dual 10/100/1000 o SFP, tiene 2 ranuras traseras para módulos 10-Gigabit de 2 puertos, conexión local CX4 o basada en XFP.

Entre sus características más importantes están las siguientes:

- **Rendimiento:** Capacidad de switching de hasta 128,0 Gbps, con una velocidad de transferencia de datos de 1 Gbps
- **Conmutación de Nivel 2:** velocidad completa sin bloqueo en todos los puertos, auto-negociación full-/half-duplex, control de flujo, filtrado multicast, soporte de VLAN IEEE 802.1Q, priorización de tráfico IEEE 802.1p, protocolo de control de agregación de enlaces (LACP) IEEE 802.3ad, snooping IGMP, etc.
- **Conmutación de Nivel 3:** routing basado en hardware y dinámico, etc.
- **Seguridad:** Login de red IEEE 802.1X, autenticación local y de servidor RADIUS, asignación automática de VLAN mediante servidor RADIUS, listas de control de acceso (ACLs); etc.
- **Dimensiones** (Ancho x Profundidad x Altura) 44 cm x 33 cm x 4.4 cm
- **Peso:** 4 kg
- **Alimentación:** CA 120/230 V ( 50/60 Hz )
- Protocolo de interconexión de datos Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet

### 6.8.2.7 Determinación de Ancho de Banda para cada aplicación

#### a. Ancho de Banda para el Sistema Administrativo Financiero

El Sistema Administrativo Financiero (SADFIN), es el encargado de llevar un registro diario de las actividades y los servicios que se brinda en la Cooperativa.

A través de conversaciones y datos entregados por parte del Ingeniero en Sistemas, el mismo que administra el sistema financiero, se determina que el tamaño promedio del paquete de la base de datos que el sistema entrega ante una petición de un usuario es de 46250 bytes. Para el cálculo del ancho de banda y considerando que un usuario realizará 5 peticiones en un minuto, se procede de la siguiente forma:

$$AB_{\text{SADFIN}} = \frac{46250 \text{ bytes}}{1 \text{ petición}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{5 \text{ peticiones}}{1 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}$$

$$AB_{\text{SADFIN}} = 30,833 \text{ Kbps}$$

Tomando en cuenta el número de usuarios en cada agencia de la Cooperativa y que el 80% de ellos realizarán 5 peticiones por minuto, se deduce los siguientes datos expresados en la tabla N° 6.18.

<b>Agencia</b>	<b>SADFIN (Kbps)</b>	<b>Usuarios</b>	<b>Total (Kbps)</b>
<b>Ambato</b>	30,833	12	369,996
<b>Latacunga</b>	30,833	7	215,831
<b>Machachi</b>	30,833	6	184,998
<b>El Coca</b>	30,833	6	184,998

**Tabla N° 6.18.** Ancho de banda para el acceso al sistema SADFIN

## b. Ancho de Banda para Voz sobre IP

Para determinar el ancho de banda necesario para Voz sobre IP se debe considerar el número de llamadas por hora y el tiempo de duración de cada llamada.

En la tabla N° 6.19 se muestran datos tomados en la hora de mayor utilización del servicio telefónico, los mismos que fueron proporcionados por el Ingeniero en Sistemas encargado de administrar el sistema de la Cooperativa.

<b>Agencia</b>	<b>Llamadas/Hora</b>	<b>Minutos</b>
<b>Ambato</b>	5	2
<b>Latacunga</b>	3	2
<b>Machachi</b>	3	2
<b>El Coca</b>	3	2

**Tabla N° 6.19.** Datos de llamadas telefónicas en la hora pico

Para determinar el flujo de tráfico para un abonado promedio se hace uso de la siguiente ecuación:

$$A = c_A t_m$$

Donde:

$c_A$  = Número de ocupaciones ofrecidas en la unidad de tiempo.

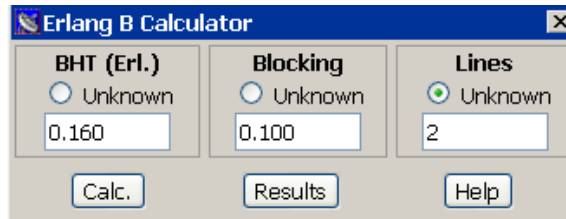
$t_m$  = Tiempo promedio de ocupación de una línea de salida.

Para el caso de la matriz Ambato se tiene 5 ocupaciones durante una hora por lo que se obtiene el siguiente flujo de tráfico expresado en Erlangs:

$$A = \frac{5}{3600 \text{ seg}} \times 120 \text{ seg}$$

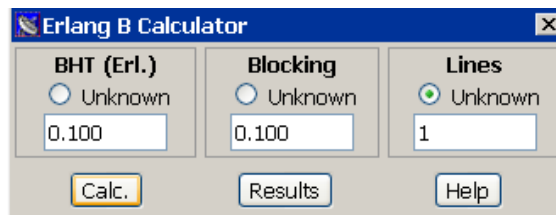
$$A = 0,16 \text{ _Erlangs}$$

Para determinar el número de líneas o canales que serían necesarios para voz, se utiliza una calculadora de Erlangs, la cual está disponible en la página web <http://www.erlang.com/calculator/erlb>. En las Figuras N° 6.38 y N° 6.39 se puede observar el cálculo mencionado, para el mismo se tomó en consideración un porcentaje de pérdida del 10%, es decir que de cada 100 llamadas realizadas en la hora pico, 10 de ellas no se lograrán establecer.



**Figura N° 6.38.** Determinación de las líneas necesarias para la Matriz

**Fuente:** <http://www.erlang.com/calculator/erlb>



**Figura N° 6.39.** Determinación de las líneas necesarias para las Agencias

**Fuente:** <http://www.erlang.com/calculator/erlb>

Este modelo de calculadora de Erlangs es utilizada por los diseñadores de sistemas de telefonía, para estimar el número de líneas necesarias para una conexión troncal o privada. Los tres parámetros que intervienen son: Busy Hour Traffic (BHT), Blocking and Lines.

- BHT es el número de tráfico de llamadas que existe en la hora pico de la operación de un sistema telefónico.
- Blocking es el bloqueo o fracaso de las llamadas debido a un número insuficiente de líneas disponibles.
- Lines es el número de líneas para un grupo de enlaces

En la tabla N° 6.20 se expone en resumen los parámetros que se tomaron en consideración, así como los datos calculados para voz a través de la calculadora de Erlangs.

<b>Agencia</b>	<b>Llamadas/Hora</b>	<b>Minutos</b>	<b>Erlangs</b>	<b>Canales de Voz</b>
<b>Ambato</b>	5	2	0,16	2
<b>Latacunga</b>	3	2	0,10	1
<b>Machachi</b>	3	2	0,10	1
<b>El Coca</b>	3	2	0,10	1

**Tabla N° 6.20.** Canales de voz necesarios para cada Agencia

El VoIP se requiere una cierta cantidad de ancho de banda para funcionar correctamente, la fórmula utilizada para calcular el ancho de banda requerido por llamada es:

$$AB \text{ Kbps} = \text{Tamaño total de paquetes} \times \text{PPS}(\text{paquetes por segundo})$$

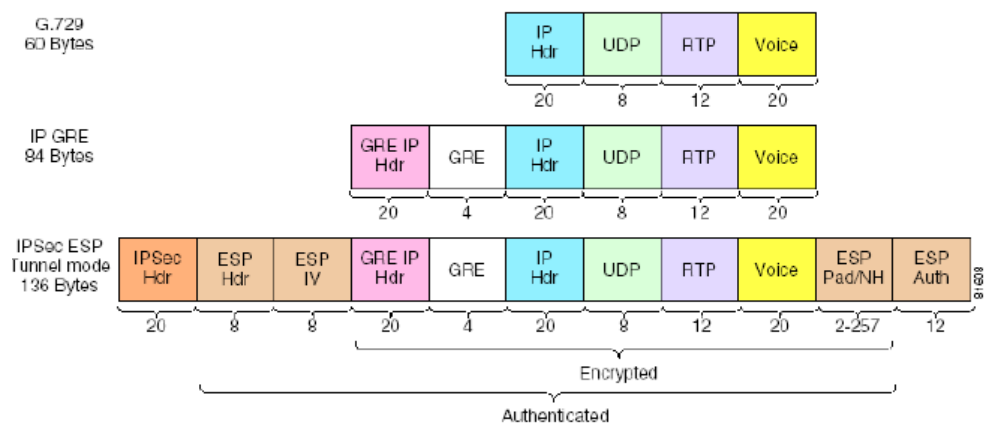
Para ello en primer lugar se debe tener en cuenta el códec a utilizar, para este proyecto se escogió el códec G.729 debido a que brinda mejores ventajas sobre el resto de códec, disminuyendo de manera notable los requerimientos de ancho de banda para una aplicación VoIP.

G.729 tiene un Codec Bit Rate de 8Kbps y un Voice Payload Size de 20 bytes (160 bits), siendo necesario enviar 50 paquetes en un segundo.

$$\text{PPS} = 8000 \text{ bps} / 160 \text{ bits} = 50 \text{ PPS}$$

En esta parte se tiene que considerar los protocolos que intervienen en la transmisión del paquete de voz, estos se pueden apreciar en la Figura N° 6.40.





**Figura N° 6.40.** Cabecera de un paquete IPsec ESP en modo túnel

Fuente: [bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3703](http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3703)

$$\text{Tamaño Total del Paquete (bits)} = 136 \text{ Bytes} \times 8 = 1088 \text{ bits}$$

$$\text{AB(Kbps)} = 1088 \text{ bits} \times 50 \text{ PPS} = 54,4 \text{ Kbps}$$

Tomando en consideración el número de canales para cada Agencia se determina que para la matriz de la Cooperativa es necesario un Ancho de banda de 108,8 Kbps y de 54,4 Kbps para las sucursales.

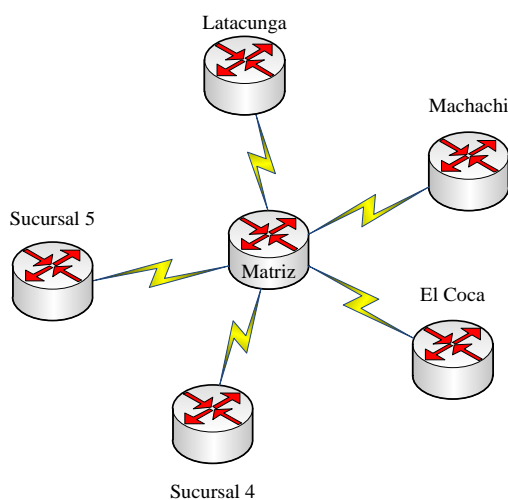
Una vez que se ha determinado el ancho de banda utilizado para la transmisión de datos por cada aplicación, se procede a calcular el consumo de ancho de banda para un uso simultáneo del Sistema Administrativo Financiero y VoIP, para ello se presenta la tabla N° 6.21 con los siguientes resultados.

Agencia	SADFIN (Kbps)	VoIP (Kbps)	Total (Kbps)
<b>Ambato</b>	369,996	108,8	478,8
<b>Latacunga</b>	215,831	54,4	270,2
<b>Machachi</b>	184,998	54,4	239,4
<b>El Coca</b>	184,998	54,4	239,4

**Tabla N° 6.21.** Ancho de Banda Total requerido

### 6.8.2.8 Topología de la Red

Debido a que toda la información se centralizará en la matriz de la Cooperativa ubicada en la ciudad de Ambato y basándose en el diseño actual, las especificaciones y la proyección de crecimiento de la empresa, se ha decidido utilizar la topología en estrella. Esta topología es mostrada en la Figura N° 6.41.



**Figura N° 6.41.** Topología seleccionada

**Elaborado por:** El investigador

### 6.8.2.9 Selección del tipo y arquitectura de VPN a utilizar

Se ha decidido implementar la tecnología mediante hardware, debido a que en relación a otros tipos de VPN son más seguros, rápidos, se acoplan a cualquier sistema operativo, además la instalación y configuración son relativamente sencillas, resultando fácil de administrar.

Tomando en cuenta que la información de todas las sucursales se concentrará en la Matriz (Ambato), se determina que la mejor opción para este proyecto es implementar una VPN de Intranet. A través de este tipo de arquitectura se permitirá el acceso de usuarios desde la Matriz a las sucursales y viceversa.

Para lograr la comunicación, tanto la matriz como las sucursales deben disponer de equipos VPN a los extremos de cada red LAN, en los cuales se

configura las instrucciones necesarias para establecer una conexión LAN a LAN o más conocida como punto a punto.

### 6.8.2.10 Rediseño de la Red

#### a. Red LAN de la matriz

En la Figura N° 6.42 se puede observar el diseño de la Red LAN de la matriz de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., la cual tiene un router de borde que permite realizar el proceso de comunicación con las sucursales de la institución a través de la configuración de una VPN.

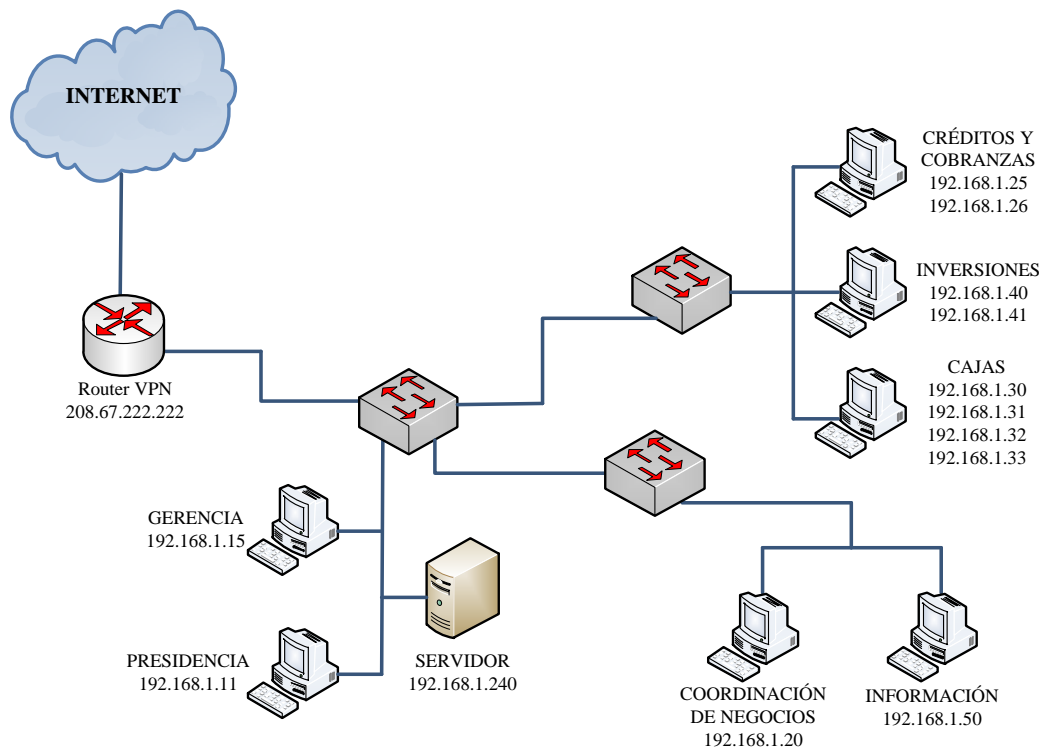
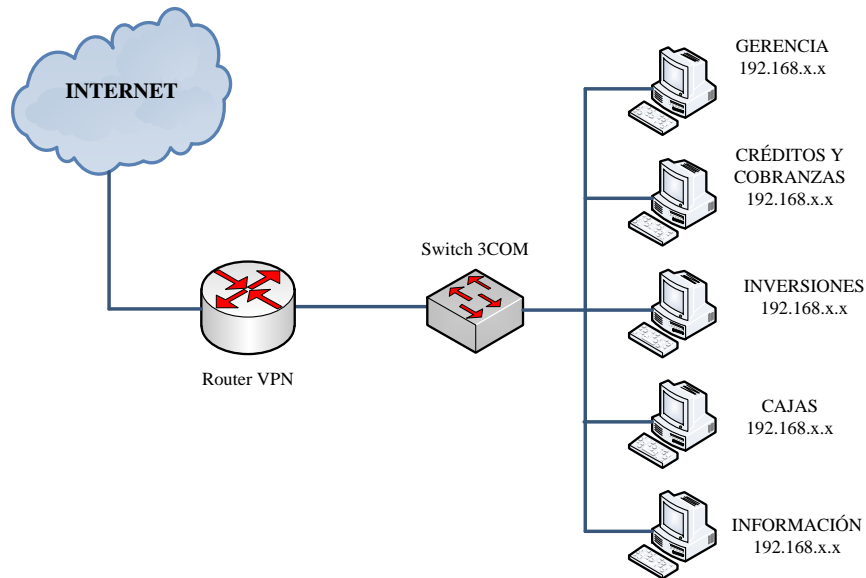


Figura N° 6.42. Rediseño de la Red LAN de la Matriz

Elaborado por: El investigador

### b. Red LAN de las sucursales

En la Figura N° 6.43 se puede observar el diseño de la Red LAN de las Agencias de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.



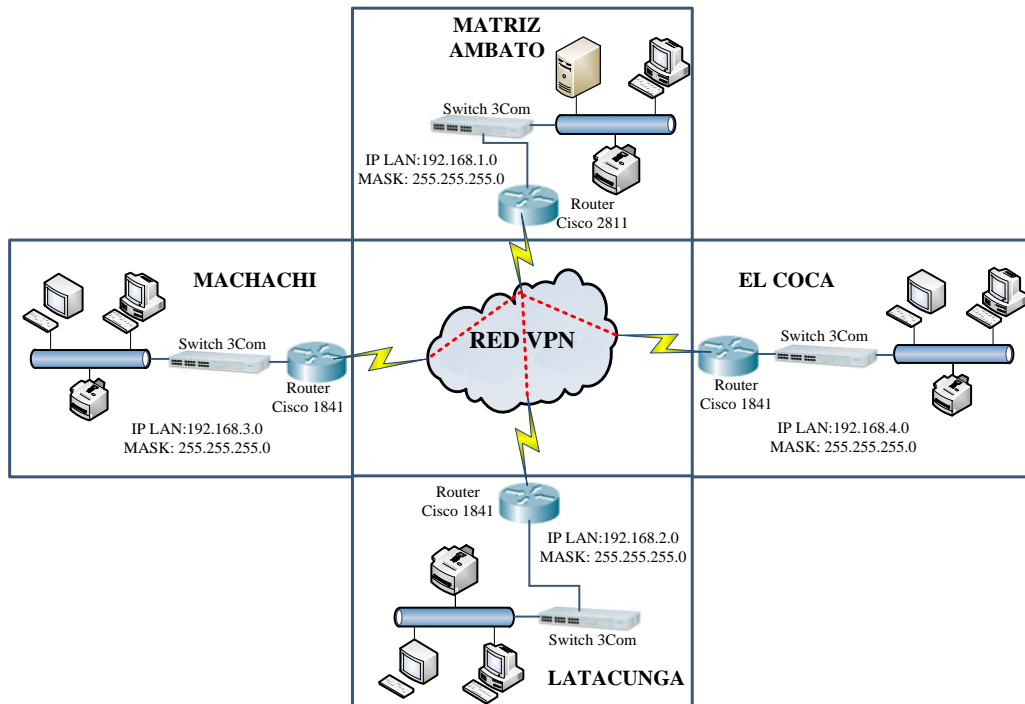
**Figura N° 6.43.** Rediseño de la Red LAN de las sucursales

**Elaborado por:** El investigador

### c. Red del proyecto para datos

En la actualidad la comunicación es esencial para la eficiencia organizacional, pero al efectuarse a grandes distancias se presentan altos costos y se expone información privada, debido a esto, se realiza el diseño de una Red Privada Virtual como alternativa para acceder a la red de la empresa de forma económica y segura.

La Figura N° 6.44 permite apreciar el esquema de la red de datos a través de un túnel VPN para la Cooperativa FINANCREDIT.



**Figura N° 6.44.** Red de Datos a través de una VPN para la Cooperativa FINANCREDIT.

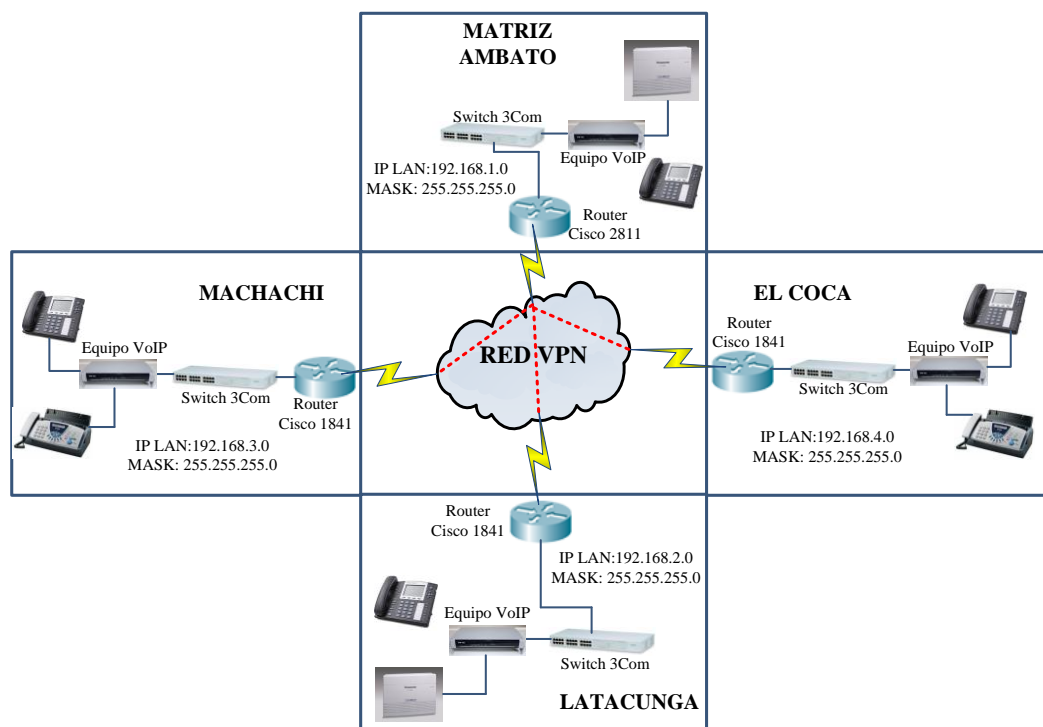
**Elaborado por:** El investigador

#### **d. Red para el proyecto Voz sobre IP**

Cuando hacemos una llamada telefónica por IP, nuestra voz se digitaliza, se comprime y se envía en paquetes de datos IP a través de Internet y cuando alcanzan su destino son ensamblados de nuevo, descomprimidos y convertidos en la señal de voz original. Para la sistema que se esta diseñando y tomando en consideración el análisis previo para este servicio, en la tabla N° 6.22 se detalla el plan de numeración a ser configurado en la red, mientras en la Figura N° 6.45 se muestra el diseño de la Red de VoIP para la Cooperativa Financredit.

<b>Agencia</b>	<b>Número de marcado</b>	<b>IP Asignada</b>
<b>Ambato</b>	10, 11	192.168.1.240
<b>Latacunga</b>	20	192.168.2.240
<b>Machachi</b>	30	192.168.3.240
<b>El Coca</b>	40	192.168.4.240

**Tabla N° 6.22.** Plan de numeración



**Figura N° 6.45.** Red de VoIP utilizando una VPN para la Cooperativa FINANCRECREDIT

**Elaborado por:** El investigador

### 6.8.2.11 Seguridad y restricciones

Para el diseño de la red Intranet VPN se consideró los siguientes aspectos:

- El protocolo con el que se va a trabajar para establecer la conexión VPN es IPsec en modo túnel, el cual permite brindar seguridad en la capa de red, lo que significa que cada paquete IP se encapsula con una cabecera IPsec, brindando confidencialidad, integridad y autenticación de datos para comunicaciones sobre redes no protegidas tal como es el caso de Internet.
- También se hizo uso del protocolo ESP en modo túnel, para de esta manera lograr encriptar y autenticar el paquete IP completo, protegiendo totalmente la información que transita por la red VPN.
- Además se protegerá los datos contra posibles ataques de virus, espías, intrusos, gusanos y spam, permitiendo una seguridad profunda de la información que transita y en el caso de las agencias remotas, únicamente accederán a servicios específicos como son el sistema SADFIN o VoIP.

### 6.8.2.12 Selección de equipos

Actualmente la Cooperativa dispone de Switchs 3Com de capa 2 y 3 los que servirán para formar VLAN's y servir como acceso a los dispositivos finales.

En el mercado existen diversas propuestas tecnológicas a través de las cuales se podría implementar el proyecto; por petición de los directivos de la Cooperativa persuadidos por el Ingeniero de Sistemas de la misma y además tratándose de una alternativa tecnológica de las más confiables y líder en el ámbito de las redes, se ha escogido equipos de la marca CISCO para la implementación del proyecto.

CISCO SYSTEMS es una empresa dedicada a la fabricación, venta, mantenimiento y consultoría de equipos de telecomunicaciones tales como:

- Dispositivos de conexión para redes informáticas: routers, switches y hubs
- Dispositivos de seguridad como Cortafuegos y Concentradores para VPN
- Productos de telefonía IP como teléfonos y el CallManager (una PBX IP);
- Software de gestión de red como CiscoWorks, y
- Equipos para redes de área de almacenamiento.

#### a. Ruteador Cisco 1841

El Ruteador de Servicios Integrados Cisco 1841 forma parte de la serie de Ruteadores de Servicios Integrados Cisco 1800, proporciona las siguientes herramientas:

- Desempeño wire-speed para servicios simultáneos a tasas WAN T1/E1
- Protección de la inversión mejorada a través de un mayor rendimiento y modularidad

- Densidad incrementada a través slots para tarjetas de alta velocidad WAN (dos)
- Incluye una tarjeta WIC con 2 puertos seriales
- Cuenta con una CompactFlash ATA de 64MB
- Soporte para más de 90 módulos existentes (WIC, VWIC y VIC; solo modo de datos) y nuevos.
- Dos puertos integrados 10/100 Fast Ethernet
- Seguridades como: encriptación, soporte hasta 800 túneles VPN con el módulo AIM, soporte de defensa de antivirus a través de Network Admission Control (NAC) y prevención de intrusiones

#### **b. Ruteador Cisco 2811**

El Ruteador de Servicios Integrados Cisco 2811 forma parte de la serie de Ruteadores de Servicios Integrados Cisco 2800. Este router proporciona las siguientes herramientas:

- Desempeño wire-speed para servicios concurrentes, tales como seguridad y voz, además servicios avanzados para múltiples tasas WAN T1/E1/xDSL
- Seguridades tales como: Soporte de hasta 1500 túneles VPN con el módulo AIM-EPII-PLUS, encriptación, soporte de defensa de antivirus a través de Network Admission Control (NAC), prevención de intrusiones
- Soporte de llamadas de voz analógicas y digitales, soporte opcional de correo de voz y para Cisco Call Manager Express (CME)
- Aumento de la densidad a través slots para tarjetas de alta velocidad WAN (cuatro)
- Dos puertos integrados 10/100 Fast Ethernet
- Incluye una tarjeta WIC con 2 puertos seriales
- Soporte para más de 90 módulos existentes (AIMS, NMs, WIC, VWIC y VIC's) y nuevos.



- Soporte de conmutación de Capa 2 opcional con Power over Ethernet (PoE)

En la tabla N° 6.23 se expone algunas especificaciones del Router Cisco 2811 seleccionado para el proyecto.

<b>Router Cisco 2811 de la Serie ISR 2800</b>	
<b>Fabricante</b>	CISCO
<b>Tipo de producto</b>	Router Cisco 2811
<b>Dimensiones (WxDxH)</b>	43,8 cm x 41,7 cm x 4,5 cm
<b>Peso</b>	6,4 Kg
<b>Memoria DRAM</b>	512 MB (instalada)/768 MB (max) - DDR SDRAM
<b>Memoria Flash</b>	128 MB (instalados)/256 MB (máx)
<b>Disco Duro</b>	120 GB
<b>Protocolo de enlace de datos</b>	Ethernet, Fast Ethernet
<b>Red / Protocolo de transporte</b>	IPSec
<b>Protocolo de gestión remota</b>	SNMP 3
<b>Características</b>	IOS IP Base, diseño modular, protección firewall, cifrado del hardware, apilable
<b>Cumplimiento de normas</b>	IEEE 802.3af, IEEE 802.1x
<b>Alimentación</b>	120/230 V AC (50/60 Hz)

**Tabla N° 6.23.** Herramientas del router Cisco 2811

**Fuente:** <http://tnetus.com/p-64812-cisco2811-waek9-cisco-2800-router-wae-bundle.aspx>

De igual manera que para el servicio VPN con la información y los datos obtenidos en el ítem 6.8.2.7 apartado b, se procede a escoger los equipos que permitan la comunicación VoIP para la Cooperativa FINANCREDIT.

#### **c. Welltech WG3702B 2 FXS/2 FXO/1 LAN/1 WAN**

Este equipo es un Gateway de un-puerto a dos-puertos FXS + FXO que ofrece servicios de voz y fax sobre IP; es compatible con los protocolos H.323 o SIP, tiene una innovadora función de enrutamiento inteligente de

llamadas de forma transparente a las rutas de destino, ya sea a través de PSTN o Internet. En la tabla N° 6.24 se expone las especificaciones del equipo para VoIP seleccionado para el proyecto.

<b>Welltech WG3702B para VoIP</b>	
<b>Protocolo</b>	UIT-T H.323 V2/V3/V4
<b>Funciones de telefonía</b>	Llamada en espera, transferencia de llamadas, desvío de llamadas.
<b>Soporte de Fax</b>	Detección automática de Fax
<b>Codec de Audio</b>	G.711A/μ-law, G.723.1, G.729A, G.729, G.729B, G.729AB
<b>Interfaz de red</b>	Dos 10/100Base-T, un puerto Ethernet J-45
<b>Interfaz FXS</b>	Dos teléfonos (FXS) puertos RJ-11
<b>Interfaz FXO</b>	Dos analógica PSTN (FXO) puertos RJ-11
<b>Características FXS y FXO</b>	Apoyo automático a la operadora (Tono de voz o un saludo), proporciona dos tonos de marcado a la PSTN y detección de tono de desconexión.
<b>Voz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- VAD (Voice Activity Detection)</li> <li>- CNG (Comfort Noise Generation)</li> <li>- AEC (Acoustic Echo Cancellation) - G.168/165</li> <li>- Soporte de señalización completo de la Banda la voz</li> </ul>
<b>Calidad de servicio</b>	QoS mediante el establecimiento de DSCP (punto de código de servicio) de los parámetros de paquetes de VoIP
<b>Puerto de consola</b>	Puerto RS-232 de 9 pines
<b>Configuración y gestión</b>	Puerto de la consola, telnet y configuración del explorador Web
<b>Alimentación</b>	Entrada 100V AC ~ 240V AC Salida:12V DC
<b>Temperatura</b>	5 ° C a 40 ° C
<b>Dimensiones</b>	223mm (a) x 35mm (h) x 152mm (l)
<b>Peso</b>	1,4 kg

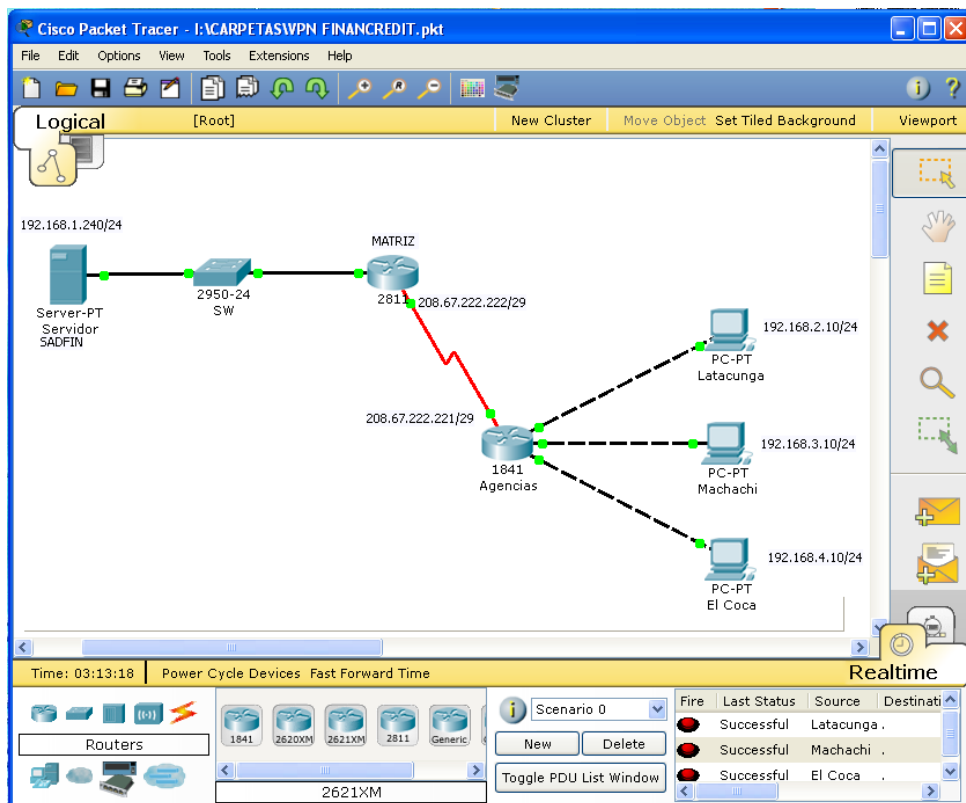
**Tabla N° 6.24.** Welltech WG3702B para VoIP

**Fuente:** [http://www.voipperiod.com/product\\_info.php?products\\_id=397](http://www.voipperiod.com/product_info.php?products_id=397)

### 6.8.2.13 Simulación de la Red Privada Virtual (VPN)

Para simular la VPN se utilizó el programa Packet Tracer propiedad de CISCO, el cual es una herramienta de aprendizaje y simulación de redes; este software permite a los usuarios crear topologías de red, configurar dispositivos, insertar paquetes y simular una red con múltiples representaciones visuales.

La Figura N° 6.46 muestra el escenario para la simulación de la VPN haciendo uso de Packet Tracer.



**Figura N° 6.46.** Simulación de la VPN con Packet Tracer

**Elaborado por:** El investigador

Como se puede observar en la Figura N° 6.46 todo el tráfico entre la matriz y cada sucursal pasa a través de un túnel VPN haciendo uso de las políticas de seguridad IPsec y las Internet Key Exchange (IKE).

Para la matriz de la Cooperativa se hace uso de un Router Cisco 2811 al cual se le realizó las siguientes configuraciones:

**Paso 1.** Ingreso al modo Exec privilegiado.

```
Router> enable
Router#
```

**Paso 2.** Ingreso al modo de configuración global.

```
Router# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#
```

**Paso 3.** Configuro el nombre del router como *MATRIZ* y desactivo la búsqueda de DNS con el comando *no ip domain-lookup*

```
Router(config)# hostname MATRIZ
MATRIZ(config)# no ip domain-lookup
```

**Paso 4.** Activo la función *aaa* para autenticación, autorización y contabilidad, a través de la cual se definen una lista de métodos de autenticación cuando un usuario remoto desee hacer logín.

```
MATRIZ(config)#aaa new-model
MATRIZ(config)#aaa authentication login FINANCREDIT-AGENCIAS local
MATRIZ(config)#aaa authorization network FINANCREDIT-FAMILIA local
```

**Paso 5.** Se procede a la creación de una cuenta para cada cliente VPN los mismos que se autenticarán al momento de querer acceder al servidor.

```
MATRIZ(config)#username ag-latacunga password 0 ag-latacunga
MATRIZ(config)#username ag-machachi password 0 ag-machachi
MATRIZ(config)#username ag-elcoca password 0 ag-elcoca
```

**Paso 6.** El siguiente paso consiste en configurar; las políticas de protección *IKE* por su número de prioridad: *<1-10000>*, considerando 1 la prioridad más alta. Se debe definir el método de encriptación avanzado *aes*, el algoritmo *hash*, el método de autenticación *pre-share* y el número de grupo *Diffie-Hellman*.

```
MATRIZ(config)#crypto isakmp enable
MATRIZ(config)#crypto isakmp policy 10
```

```
MATRIZ(config-isakmp)#encryption aes 256
MATRIZ(config-isakmp)#hash sha
MATRIZ(config-isakmp)#authentication pre-share
MATRIZ(config-isakmp)#group 2
```

**Paso 7.** A continuación se crea las políticas de configuración para el grupo de clientes VPN con su respectiva clave y se selecciona el *pool* de direcciones para los clientes.

```
MATRIZ(config)#crypto isakmp client configuration group FINANNCREDIT-GRUPOACCESO
MATRIZ(config-isakmp-group)#key SADFİNACCESO
MATRIZ(config-isakmp-group)#pool FINANNCREDIT-POOL
```

**Paso 8.** Ahora se procede a configurar las políticas de seguridad *IPSec* utilizando el modo transporte con el protocolo *esp-aes*

```
MATRIZ(config)#crypto ipsec transform-set FINANNCREDIT-SET esp-aes 256
esp-sha-hmac
```

**Paso 9.** Posteriormente se especifica un mapa dinámico como plantilla de cifrado, que se utiliza cuando no se conoce la dirección IP del host remoto.

```
MATRIZ(config)#crypto dynamic-map FINANNCREDIT-MAP 1
MATRIZ(config-crypto-map)#set transform-set FINANNCREDIT-SET
```

**Paso 10.** Se define el conjunto de usuarios que tendrán permisos de autenticación.

```
MATRIZ(config)#crypto map FINANNCREDIT-MAP client authentication list
FINANNCREDIT-AGENCIAS
```

**Paso 11.** Se procede a establecer el grupo de usuarios y los parámetros de acceso a la red

```
MATRIZ(config)#crypto map FINANNCREDIT-MAP isakmp authorization list
FINANNCREDIT-FAMILIA
```

**Paso 12.** Se crea un mapa de cifrado estático que puede ser asociado a una interfaz

```
MATRIZ(config)#crypto map FINANNCREDIT-MAP client configuration
address respond
```

**Paso 13.** Se asocia el cifrado dinámico creado anteriormente para los clientes remotos

```
MATRIZ(config)#CRYpto map FINANCREDIT-MAP 10 ipsec-isakmp
dynamic FINANCREDIT-MAP
```

**Paso 14.** Se configura la interfaz FastEthernet del Router con su respectiva dirección IP

```
MATRIZ(config)#interface fastEthernet 0/0
MATRIZ(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
MATRIZ(config-if)#no shutdown
```

**Paso 15.** Posteriormente se configura la interfaz serial0/0/0 asociando el mapa de cifrado creado anteriormente.

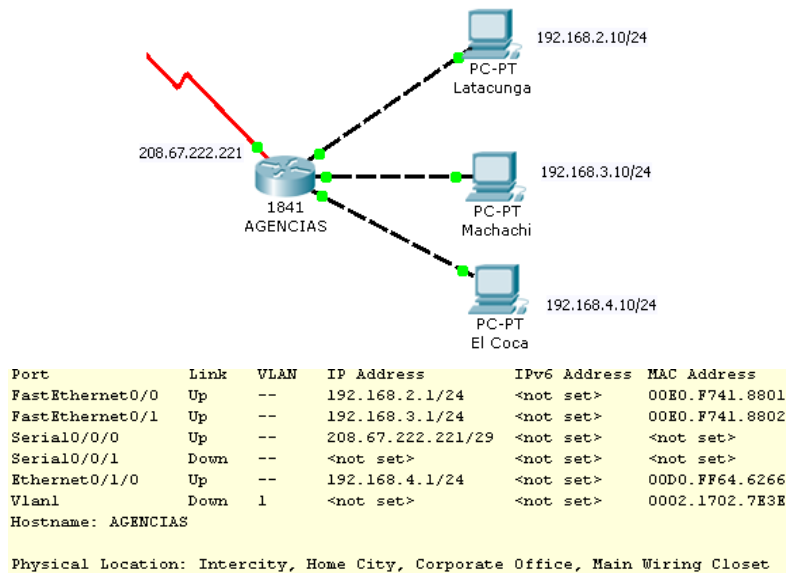
```
MATRIZ(config)#interface serial 0/0/0
MATRIZ(config-if)#ip address 208.67.222.222 255.255.255.248
MATRIZ(config-if)#crypto map FINANCREDIT-MAP
*Jan 3 07:16:26.785: %CRYPTO-6-ISAKMP_ON_OFF: ISAKMP is ON
```

**Paso 16.** Finalmente se crea un pool de direcciones que usarán los clientes remotos que se conecten y también se procede a configurar el enrutamiento estático en el Router.

```
MATRIZ(config)#ip local pool FINANCREDIT-POOL 10.1.1.1 10.1.1.10
MATRIZ(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 serial 0/0/0
```

A continuación se procede a configurar el Router denominado AGENCIAS, en el cual únicamente se debe detallar las direcciones para cada interfaz; de igual manera se configura las Pc asociadas a este router.

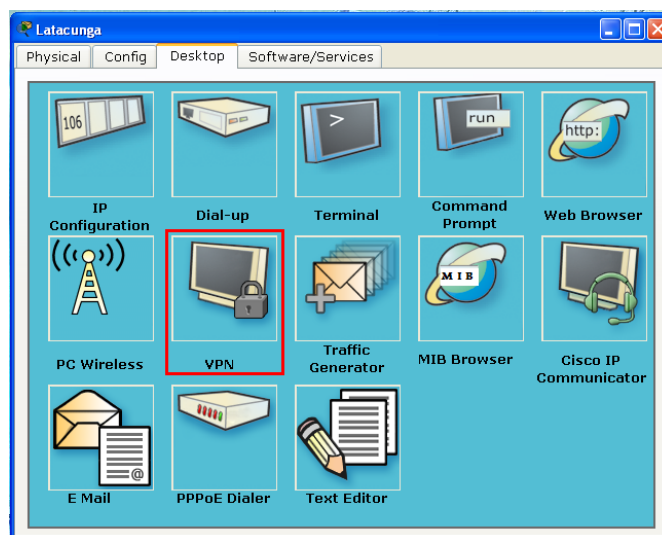
En la Figura N° 6.47 se muestra la asignación de direcciones para las interfaces relacionadas al Router AGENCIAS y las IP asignadas a los ordenadores conectados a este router.



**Figura N° 6.47.** Direccionamiento para el Router AGENCIAS y las Pc asociados al mismo

**Elaborado por:** El investigador

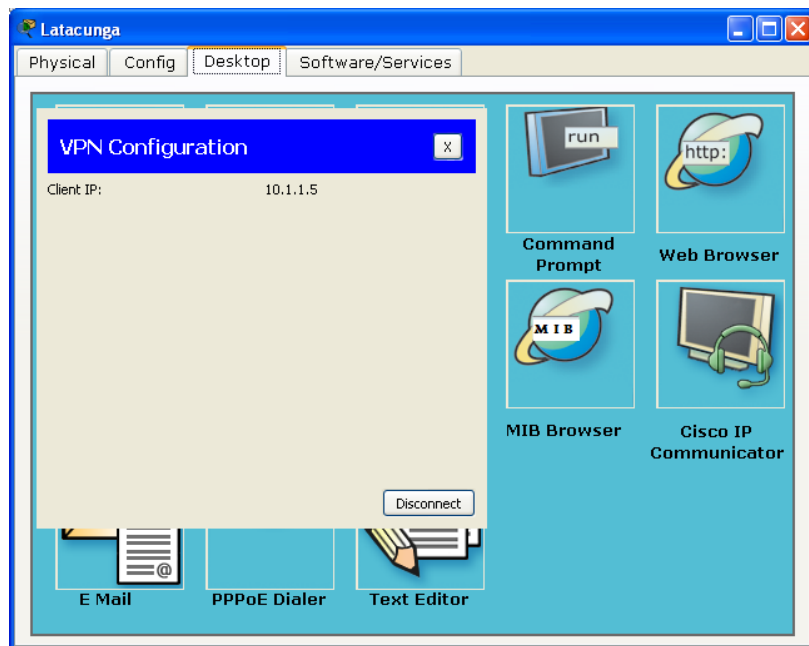
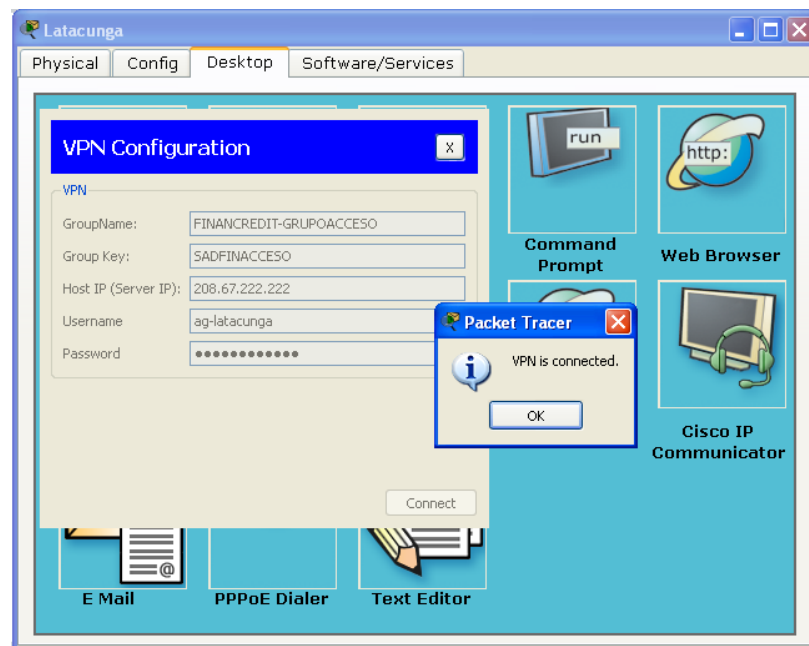
Una vez que se ha finalizado con todas las configuraciones tanto en el router principal de la matriz como en el de las agencias, es posible comprobar que la VPN esta en funcionamiento utilizando las herramientas que proporciona el software. En la figura N° 6.48 se aprecia la opción que permite realizar esta operación.



**Figura N° 6.48.** Aplicación para abrir una configuración VPN

**Elaborado por:** El investigador

Si se quiere acceder al servidor desde cualquiera de las agencias aun no será posible, debido a que primero se necesita establecer la conexión VPN desde el cliente remoto; en la Figura N° 6.49 se puede observar los parámetros que se deben ingresar para acceder a la red, los mismos que fueron creados anteriormente en el Router MATRIZ.



**Figura N° 6.49.** Configuración y conexión de la VPN en un cliente remoto

**Elaborado por:** El investigador



En la Figura N° 6.50 se realiza un ping de comprobación desde el host localizado en la agencia Latacunga hacia el servidor localizado en la matriz Ambato, comprobando que el enlace se ha llevado a cabo y es posible acceder a los recursos que este autorizado el cliente VPN remoto.

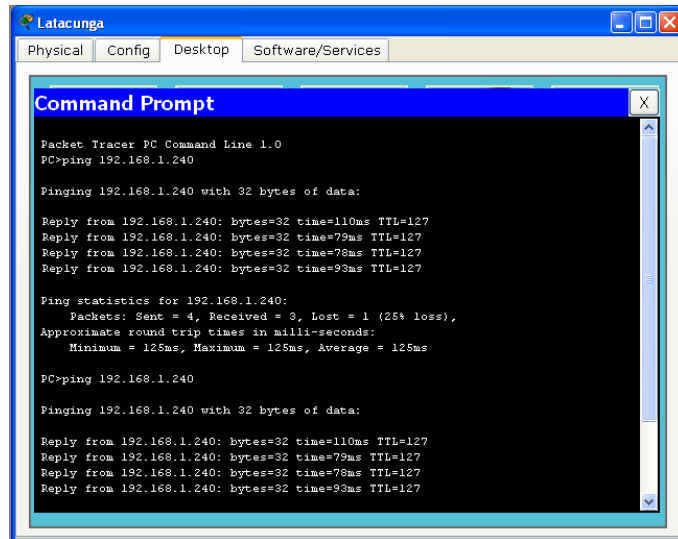


Figura N° 6.50. Ping desde un cliente remoto hacia la matriz

Elaborado por: El investigador

El cliente remoto puede finalizar la conexión en el momento que desee, es posible cerrar el túnel VPN usando la pestaña *Disconnect* del software tal como se muestra en la Figura N° 6.51.

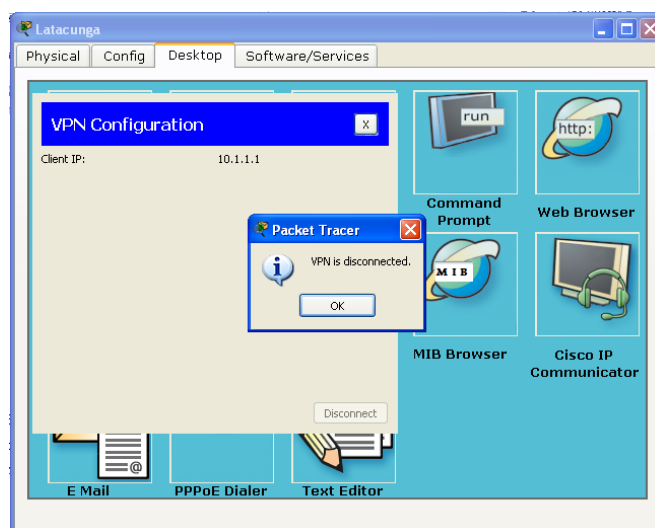


Figura N° 6.51. Desconexión del túnel VPN

Elaborado por: El investigador

#### 6.8.2.14 Análisis económico de la VPN y VoIP

##### 6.8.2.14.1 Costo de operación

- **Costo de estudio**

Se estima que un valor razonable para el estudio del diseño es de \$450.

- **Costo de instalación**

Corresponde al valor de los equipos más el costo de ingeniería.

**Costo de los equipos:** Las especificaciones de los equipos a utilizar se detallaron en la sección 6.8.2.12., por lo que a continuación únicamente se hace constar el costo de los mismos. Los equipos y accesorios que se requieren se describen en la Tabla N° 6.25.

<b>PRESUPUESTO</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Detalle</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
1	Router Cisco 2811 de la Serie ISR 2800	\$ 3104,00	\$ 3.104,00
3	Router Cisco 1841 de la Serie 1800	\$ 1318,00	\$ 3.954,00
4	Welltech WG3702B para VoIP	\$ 292,00	\$ 1.168,00
7	Grandstream Telefono Ip Gxp285 1-line Poe Ip Voip Sip	\$ 123,00	\$ 861,00
<b>TOTAL</b>	-	-	\$ 9.087,00

**Tabla N° 6.25.** Costo de equipos

**Elaborado por:** El Investigador

**Costo de ingeniería:** Corresponde al 30% del costo de equipos.

El costo de instalación se puede observar en la Tabla N° 6.26

<b>COSTO DE INSTALACIÓN</b>	
Costo de Equipos	\$ 9.087,00

Costo de Ingeniería	\$ 2.726,10
<b>SUBTOTAL</b>	\$ 11.813,10

**Tabla N° 6.26.** Costo de Instalación

**Elaborado por:** El Investigador

El costo de operación se aprecia en la Tabla N° 6.27.

<b>INSTALACIÓN</b>	
Costo Estudio	\$ 450,00
Costo de Instalación	\$ 11.813,10
<b>TOTAL</b>	\$ 12.263,10

**Tabla N° 6.27.** Costo de Operación

**Elaborado por:** El Investigador

Cabe mencionar el servicio de internet que se tiene que contratar para comunicar la matriz con sus agencias, para ello se ha tomado en cuenta la empresa que actualmente ofrece este servicio a la Cooperativa como es la CNT; la tabla 6.28 muestra los costos del servicio de Internet que se tiene que contratar para utilizar los enlaces VPN.

<b>Agencia</b>	<b>Velocidad (Kbps)</b>	<b>Inscripción (\$)</b>	<b>Costo mensual (\$)</b>
<b>Ambato</b>	1024	\$ 100,00	\$ 180,00
<b>Latacunga</b>	1024	\$ 100,00	\$ 180,00
<b>Machachi</b>	1024	\$ 100,00	\$ 180,00
<b>El Coca</b>	1024	\$ 100,00	\$ 180,00
<b>Total</b>	-	\$ 400,00	\$ 720,00

**Tabla N° 6.28.** Costo del Servicio de Internet

**Elaborado por:** El Investigador

Es así que en la tabla 6.29 se especifica el costo total para la implementación del sistema.

<b>Descripción</b>	<b>Valor (\$)</b>
Costo de Operación	\$ 12.263,10
Internet para el canal VPN	\$ 400,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 12.663,10</b>

**Tabla N° 6.29.** Costo Total VPN y VoIP

**Elaborado por:** El Investigador

### **6.8.3 PRESUPUESTO TOTAL**

En la tabla N° 6.30 se calcula el costo total del proyecto, para lo cual se suman los costos individuales de cada sistema calculados con anterioridad en las secciones 6.8.1.13 y 6.8.2.14.

En cuanto a imprevistos se toma en cuenta factores que pueden influir en el proyecto, estos pueden ser compra de cable UTP, conectores, canaletas, etc., para lo cual se ha estimado un rubro de 500 dólares.

<b>Presupuesto Total</b>	
Sistema de radioenlace	\$ 4.568,35
Sistema VPN	\$ 12.663,10
Imprevistos	\$ 500,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 17.731,45</b>

**Tabla N° 6.30.** Costo total del proyecto

**Elaborado por:** El Investigador

#### **6.8.4 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

El objetivo primordial que se persigue con el presente proyecto es brindar un servicio de comunicaciones entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., para lo cual se necesita de una inversión inicial, la misma que debe ser recuperada en un plazo de tiempo prudente para beneficio de la Institución. Como ingresos se ha estimado los rubros que se dejarían de pagar por concepto de servicios de llamadas telefónicas entre sucursales y beneficios económicos que obtiene la Cooperativa de sus socios, estos se compararán a su vez con los gastos de inversión del proyecto.

Para analizar la rentabilidad del proyecto se ha calculado las siguientes variables económicas:

- VAN (Valor Actual Neto)
- TIR (Tasa Interna de Retorno)

El VAN y el TIR son dos herramientas financieras procedentes de las matemáticas financieras que permiten evaluar la rentabilidad de un proyecto de inversión, entendiéndose por proyecto de inversión no solo como la creación de un nuevo negocio, sino también, como inversiones que se puede hacer en un negocio en marcha.

##### **6.8.4.1 Valor Presente Neto (VAN)**

El VAN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable.

La fórmula del VAN es:

$$\text{VAN} = \text{BNA} - \text{Inversión}$$

Donde el Beneficio Neto Actualizado (BNA) es el valor actual del flujo de caja o beneficio neto proyectado, el cual ha sido actualizado a través de una tasa de descuento.

La tasa de descuento (TD) con la que se descuenta el flujo neto proyectado, es la tasa de oportunidad, rendimiento o rentabilidad mínima, que se espera ganar; por lo tanto, si el VAN es mayor que cero, el proyecto es rentable. La Tabla 6.31 muestra en calculo del VAN.

<b>Año</b>	<b>Flujo Neto (\$)</b>	<b>TD</b>	<b>VAN</b>
0	- 17.731,45	12 %	- 17.731,45
1	9.540,00	12 %	8.517,86
2	9.540,00	12 %	7.605,23
3	9.540,00	12 %	6.790,38
<b>TOTAL</b>			5.182,02

**Tabla N° 6.31.** Valor Presente Neto

Con este resultado se puede concluir que el proyecto es rentable, ya que la inversión se recupera al tercer mes del tercer año.

#### **6.8.4.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)**

La TIR es la tasa de descuento (TD) de un proyecto de inversión que permite que el beneficio neto actualizado sea igual a la inversión (VAN igual a 0). Entonces para hallar la TIR se necesitan el tamaño de inversión y el flujo de caja neto proyectado. La inversión para el proyecto es de \$17.731,45 y el flujo de caja neto de caja es de \$96.836,06; teniendo en cuenta que el gasto total de la empresa es el 100 %, el porcentaje que interviene con respecto a la inversión es de 17,5 % obteniendo con la siguiente ecuación:

$$x = \frac{17.731,45 \times 100 \%}{96.836,06}$$

$$x = 18,31 \approx 18 \%$$

## 6.9 CONCLUSIONES

A través de la investigación de los sistemas descritos en el presente proyecto, se ha logrado obtener una visión más amplia respecto al diseño de una red de comunicaciones, concluyendo lo siguiente:

- Para el diseño del radioenlace entre la Matriz ubicada en la ciudad de Ambato y la Agencia Latacunga se tomo en cuenta la capacidad y las nuevas tecnologías de enlace de acuerdo a la situación geográfica de las ciudades mencionadas; se obtuvo valores confiables en los cálculos realizados, como una línea de vista óptima, al igual que las zonas de Fresnel libres de obstrucción, atenuaciones dentro del margen admisible y excelentes ganancias de transmisión y recepción.
- En la actualidad se cuenta con marcas y modelos de equipos para radioenlaces, para el diseño del enlace inalámbrico se selecciono equipos que permiten un manejo confiable y discreto de la red; además el sistema tiene una confiabilidad muy alta para todo el año en funcionamiento, lo que implica que no exista ninguna interrupción en la transmisión de datos.
- Es importante tener claro la gran ayuda que brinda la utilización de software Radio Mobile, ya que con este se pudo obtener los perfiles topográficos, distancias, elevaciones; siendo muy útil para planificar los enlaces ya que podemos visualizarlos desde varias perspectivas; además de tener la ventaja que el software es de distribución libre sin el pago de ninguna licencia para su uso.
- En base al estudio realizado se puede concluir que el uso de Internet es imprescindible para lograr la comunicación a nivel nacional e internacional a un costo accesible; las conexiones de la Red Privada Virtual (VPN) aprovechan la conectividad IP en la intranet de la Cooperativa permitiendo el acceso remoto para facilitar la comunicación entre una agencia situada en otra ciudad y los servicios de la red LAN interna de la Matriz de la organización de manera económica y segura.
- En el proceso de modernización de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda., ha permitido que en el área de tecnología

informática se estén implementado mecanismos de mejora para brindar a los socios un mejor servicio en un ambiente constituido por seguridad, disponibilidad, escalabilidad y compatibilidad; en éste caso al hacer uso de las Redes Privadas Virtuales, los procesos correspondientes a depósitos, préstamos, cobros, inversiones, entre otros obtienen una significativa mejora y la organización aumenta su imagen corporativa.

- El Software Packet Tracer es una poderosa herramienta para la creación y simulación de Redes Privadas Virtuales; a través de la simulación del escenario de la VPN de acceso remoto se pudo aplicar todos los parámetros establecidos en los objetivos, la utilización de protocolos efectivos como IPSec para el establecimiento de túneles en medios IP públicos como es la internet, AES para la encriptación de la información y el empleo de adecuadas técnicas de autenticación para garantizar una transmisión privada y por ende segura entre dos puntos separados remotamente sin perder la confiabilidad de un enlace punto a punto.
- Con la utilización de Voz sobre IP se logra realizar conversaciones a través del canal VPN con calidad aceptable lo que permite mantener diálogos fuera de la red corporativa, éste es el primer paso para justificar y llevar a cabo un proyecto de telefonía y motivar a los directivos de la Cooperativa FINANCREDIT sobre las ventajas que pueden llegar a tener un sistema que permita establecer conversaciones de voz dentro y fuera de la organización con la ayuda del Internet.



## 6.10 RECOMENDACIONES

- En cuanto al diseño del radioenlace se debe tomar muy en cuenta la ganancia, frecuencia y las distancias a ubicar las antenas; tener siempre presente que para una comunicación eficaz, la zona de Fresnel como mínimo debe estar libre entre un 75% a 80% para no tener inconvenientes en la transmisión y previo a la instalación se deben realizar pruebas de campo en el lugar, ya que pueden existir factores que obliguen a efectuar correcciones en el diseño, previniendo un plan de uso de frecuencias adecuado con la finalidad de evitar interferencias.
- En los diferentes equipos que se instalarán para el radio enlace se debe aplicar las configuraciones adecuadas, además que al realizar una correcta instalación y mantenimiento de los equipos garantizará el correcto funcionamiento de la red durante su tiempo de vida útil; es importante tener un buen medio de aterrizaje a tierra, fusibles, estabilizadores y reguladores de tensión para evitar que descargas eléctricas puedan dañar los equipos de comunicaciones.
- Tener en consideración la existencia o no de un respaldo de energía eléctrica en todos y cada uno de los nodos utilizados, se recomienda la utilización de UPS en los puntos a enlazar donde no existe respaldo de energía de ningún tipo, además los UPS sirven como reguladores de voltaje en el caso de sobrecargas eléctricas.
- Se recomienda contratar una conexión ADSL con un paquete de ancho de banda suficiente para que soporte el tráfico total de la red, como sugerencia un mínimo de 1024 Kbps; además se debe restringir el acceso a páginas que consuman demasiado ancho de banda como descarga de videos y música, páginas que atenten a la moral de las personas, redes sociales, juegos en línea, etc., permitiendo a los usuarios el acceso solo a la información necesaria.
- Es importante que las personas que se encarguen de administrar la red VPN ostenten un conocimiento en profundidad de seguridad en redes públicas; cuando un usuario requiera acceder o establecer una VPN con

IPSEC, es necesario saber qué tipo de conexión hacia Internet se dispone, no todas las empresas permiten que desde el interior de la red se pueda ejecutar una VPN, ya que cuentan con proxys que solo permiten navegación por Internet con los protocolos más comunes como HTTP, SMTP, TELNET, etc., pero no están habilitados los protocolos IPSEC, PPTP o SSL.

- Se recomienda cambiar frecuentemente la clave de acceso para la VPN para mantener la seguridad de la información de la Cooperativa, así como dar mantenimiento preventivo a los equipos de conectividad; si bien es cierto los equipos VPN poseen la capacidad de protegerse de ataques de virus, Spyware y otras amenazas; los huecos de seguridad aparecen en los sitios más débiles, que son los equipos de escritorio y portátiles, para ello es necesario contar con un adecuado sistema de antivirus y un método de actualizaciones de sistemas operativos Microsoft Windows.
- Para mejorar la seguridad en todos los enlaces y accesos desde redes externas hacia la Cooperativa, se debe implementar un procedimiento formal que sea parte de las políticas de acceso y que sea auditado; esto lleva a garantizar la seguridad en los accesos y una mejora en la supervisión por parte de terceros; además es importante realizar una distribución adecuada de la capacidad del canal, con lo cual se priorizaría el servicio de voz llegando a una optimización del mismo.

## 6.11 BIBLIOGRAFÍA

### 6.11.1 BIBLIOGRAFÍA DE LIBROS:

- TOMASI, Wayne. *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. Primera edición. España. Editorial Prentice Hall. 1996.
- BADES, Regis J. *Comunicaciones Inalámbricas de Banda Ancha*. Primera edición. McGraw-Hill Interamericana editores. Madrid. 2003.
- REID, Neil. SEIDE, Ron. *Manual de Redes Inalámbricas*. Primera edición. McGraw-Hill Interamericana editores. México. 2004.
- ROLDAN, David. *Comunicaciones Inalámbricas*. Primera edición. Alfaomega grupo editor. Madrid. 2005.

### 6.11.2 LINKOGRAFÍA:

- MARTINEZ, Evelio. SISTEMA DE COMUNICACIONES. Publicado el lunes 09 de Julio de 2007. <http://www.eveliux.com/mx/modelo-de-un-sistema-de-comunicaciones.php>
- MENDIBURU, Henry. TELECOMUNICACIONES Y TELEFONÍA CELULAR. Publicado en mayo de 2007. <http://www.monografias.com/trabajos16/telecomunicaciones/telecomunicaciones.shtml>
- BROLLO, Gerardo. REDES VIRTUALES PRIVADAS. Publicado el 16 de junio del 2009. <http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/VPNgerardoBrollo.pdf>
- JOSKOWIC, José. REDES DE DATOS. Publicada en agosto del 2008. <http://iie.fing.edu.uy/ense/asign/redcorp/material/2008/Redes%20de%20Datos%202008.pdf>
- DOBLADEZ, Maximiliano. NUEVA R52HN DE MIKROTIK. Escrito el 18 de enero del 2011. <http://mikrotikexpert.com/noticias/nueva-r52hn-de-mikrotik/>

- GARCÍA, Milton. CREACIÓN DE UNA VPN EN PACKET TRACER. Publicada en diciembre del 2010. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/creacion-vpn-packet-tracer/creacion-vpn-packet-tracer.pdf>
- RAMZY, Yasser. VPN SITIO A SITIO EN PACKET TRACER. Modificada el 19 de diciembre del 2010. <https://learningnetwork.cisco.com/docs/DOC-10756>
- DÍAZ, Pablo. HIDALGO, William. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED PRIVADA VIRTUAL PARA LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A., MATRIZ LAS CASAS, PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS Y VOZ SOBRE IP. Publicado noviembre del 2010. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3703>
- SCOFIELD, Michael. HOW TO CONFIG VPN ON CISCO 2811. Modificado el 21 de octubre del 2010. <http://www.aoddy.com/2007/10/13/how-to-config-vpn-on-cisco-2811/>
- TECTEL, Servicios en tecnología y telecomunicación. HYPERLINK 5.8 GHZ 27 DBI GRID ANTENNA. Publicada el 15 de abril del 201. [http://tectelbo.com/product.php?id\\_product=46](http://tectelbo.com/product.php?id_product=46)
- Publicado el 15 DE mayo del 2009. EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. <http://www.vidadigitalradio.com/el-espectro-radioelectrico/>
- Wikipedia. RADIOCOMUNICACIÓN. Actualizada el 20 junio del 2011. <http://es.wikipedia.org/wiki/Radiocomunicaci%C3%B3n>
- TECHNET, Biblioteca. VPN BASADAS EN INTRANET. Publicada el 10 de agosto del 2010. [http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc784305\(v=ws.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc784305(v=ws.10).aspx)
- TNET Technology. CISCO2811-WAE/K9 CISCO 2800 ROUTER WAE BUNDLE. Modificado el 5 de noviembre del 2011. <http://tnetus.com/p-64812-cisco2811-waek9-cisco-2800-router-wae-bundle.aspx>
- PANASONIC. SISTEMA HÍBRIDO AVANZADO. KX-TEM824. MODELO KX-TEM824. Modificado el 28 de marzo del 2011. <http://www.rcm.com.mx/productos/datasheets/03-instalacion.pdf>

- UBIQUITI Networks. POE-24. DESIGNED BY UBIQUITI FOR BASESTATION EQUIPMENT. Publicado el 6 de febrero del 2011. [http://site.microcom.us/POE\\_24.pdf](http://site.microcom.us/POE_24.pdf)
- POYNTING Direct. EQUIPMENT AND ANTENNAS. Modificado el 24 de septiembre del 2011. <http://www.poyntingdirect.co.za/>
- MIKROTIK. R52Hn. Publicado el 9 de octubre del 2011. <http://www.microcom.us/r52hn.html>
- ASTERION. LAS ZONAS FRESNEL Y EL ALCANCE DE LOS EQUIPOS DE RADIO FRECUENCIA. Publicada el 24 de abril de 2010. <http://asterion.almadark.com/las-zonas-fresnel>.
- Montevideolibre. DISEÑANDO LA RED FÍSICA. Última modificación el 3 de febrero del 2009. [http://montevideolibre.org/manuales:libros:wndw:capitulo\\_3:red\\_fisica](http://montevideolibre.org/manuales:libros:wndw:capitulo_3:red_fisica).
- CAPA F2. PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS RADIOELÉCTRICAS. Publicado el 13 de mayo del 2007. <http://capa-f2.com/propagondas.html>
- Vida Digital. EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. Publicado el 15 de mayo de 2009. <http://www.vidadigitalradio.com/el-espectro-radioelectrico/>

## 6.12 ANEXOS

### ANEXO 1. ENCUESTA REALIZADA A LOS EMPLEADOS DE LA COOPERATIVA FINANNCREDIT.

#### UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

#### FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL (FISEI)

#### Encuesta dirigida a los empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANNCREDIT” Ltda.

**OBJETIVO:** Recolectar información sobre la actual condición de las comunicaciones entre las sucursales y la matriz de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANNCREDIT” Ltda.

**INSTRUCTIVO:**

- Procure ser lo más objetivo y veras.
- Marque con una X en el paréntesis según la alternativa que usted elija.

**CUESTIONARIO:**

1. ¿Actualmente la Cooperativa cuenta con algún sistema de comunicación para enlazar la matriz con sus sucursales?

Si ( )

No ( )

2. ¿Le gustaría que la Cooperativa adopte un nuevo sistema de comunicación para la transmisión de datos entre la matriz y las sucursales?

Si ( )

No ( )

3. ¿Cuál es el grado de interés por parte de Ud., en contar con una alternativa tecnológica para la comunicación de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANNCREDIT” Ltda.?

a. Alto ( )

b. Medio ( )

c. Bajo ( )

4. **¿Cree Ud. que el diseño de un sistema de comunicación facilitará el acceso a tecnologías de la información y comunicación, entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” Ltda.?**

Si ( )

No ( )

5. **¿Qué beneficios traerá la implementación de un sistema de comunicación?  
Escoja al menos dos opciones**

Contar con un sistema de comunicación entre la matriz y las sucursales de la Cooperativa de Ahorro y Crédito “FINANCREDIT” ( )

Mejorar el desarrollo socio-económico de la Cooperativa ( )

Elevar la calidad de servicios hacia los usuarios ( )

Todas las anteriores ( )

6. **¿Cree Ud. que es importante implementar un sistema de comunicación propio, para el servicio de transmisión de datos?**

Si ( )

No ( )

7. **¿Cuáles son las razones en buscar una alternativa tecnológica para la transmisión de servicios?**

**Escoja al menos dos opciones**

a. Razones Económicas ( )

b. Razones de Seguridad ( )

c. Razones de calidad ( )

d. Todas la anteriores ( )

8. **¿Posee la Cooperativa personal calificado para administrar la red?**

Si ( )

No ( )

9. **¿Considera Ud. que la Cooperativa dispone del presupuesto necesario para implementar el sistema?**

Si ( )

No ( )

**¡Agradezco cordialmente su colaboración!**

## ANEXO 2. GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- **AES:** Advanced Encryption Standard
- **Ancho de banda:** Es la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período dado.
- **Atenuación:** Atenuación es la reducción de nivel de una señal, cuando pasa a través de un elemento de un circuito, o la reducción en nivel de la energía de vibración, cuando pasa a través de una estructura.
- **ATM:** Asynchronous Transfer Mode (Modo de Transferencia Asíncrona).
- **Conmutación:** Es la conexión que realizan los diferentes nodos que existen en distintos lugares y distancias para lograr un camino apropiado para conectar dos usuarios de una red de telecomunicaciones.
- **Db:** El decibelio (símbolo dB) es la unidad relativa empleada en acústica, electricidad, telecomunicaciones y otras especialidades para expresar la relación entre dos magnitudes: la magnitud que se estudia y una magnitud de referencia.
- **DES:** Data Encryption Standard. El Estándar de encriptación de Datos se adoptó ampliamente en la industria para usarse con productos de seguridad.
- **ESP:** Encapsulating Security Payload. Proporciona autenticidad de origen, integridad y protección de confidencialidad de un paquete de datos.
- **Encriptación:** Es el proceso para volver ilegible información que considera importante, manteniendo su autenticidad, integridad, confidencialidad y el no repudio de la misma entre otros aspectos.
- **Erlangs:** Es una unidad adimensional utilizada en telefonía como una medida estadística del volumen de tráfico.



- **Ethernet:** Es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por contienda CSMA/CD (Acceso Múltiple por Detección de Portadora) con Detección de Colisiones, es una técnica usada en redes es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones
- **Extranet:** Es una red privada que utiliza protocolos de Internet, protocolos de comunicación y probablemente infraestructura pública de comunicación para compartir de forma segura parte de la información u operación propia de una organización con proveedores, compradores, socios, clientes o cualquier otro negocio u organización.
- **Firewall:** Un firewall es un dispositivo que funciona como cortafuegos entre redes, permitiendo o denegando las transmisiones de una red a la otra.
- **FTP:** File Transfer Protocol, (Protocolo de Transferencia de Archivos)
- **FXO:** Foreign Exchange Office, es un dispositivo de computador que permite conectar éste a la Red Telefónica Conmutada, y mediante un software especial, realizar y recibir llamadas de teléfono.
- **FXS:** Foreign Exchange Station, es el conector en una central telefónica o en la pared de nuestro hogar, que permite conectar un teléfono analógico estándar.
- **Gateway:** es un dispositivo, que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación.
- **H.323:** Es un conjunto de estándares de ITU-T, los cuales definen un conjunto de protocolos para proveer comunicación visual y de audio sobre una red de computadores.

- **HTTP:** Hypertext Transfer Protocol. Es el método más común de intercambio de información en la world wide web, mediante el cual se transfieren las páginas web a un ordenador.
- **Impedancia:** La impedancia es una magnitud que establece la relación (cociente) entre la tensión y la intensidad de corriente.
- **Intranet:** Una intranet es un conjunto de servicios de Internet dentro de una red local, es decir que es accesible sólo desde estaciones de trabajo de una red local o que es un conjunto de redes bien definidas invisibles (o inaccesibles) desde el exterior.
- **ISP:** Internet Service Provider. Es una empresa que brinda conexión a Internet a sus clientes.
- **IP:** Internet Protocol.
- **ITU:** Unión Internacional de Telecomunicaciones.
- **LAN:** Local Area Network (Red de Área Local).
- **LOS:** Line Of Sight. Término utilizado en radiofrecuencia para un enlace de radio con visibilidad directa entre antenas.
- **PDU:** Protocol Data Units (Unidades de Datos de Protocolo).
- **QoS:** Quality of Service (Calidad de Servicio).
- **TCP:** Transmission Control Protocol (Protocolo de Control de Transmisión).
- **VLAN:** Virtual Local Area Network (Red de Área Local Virtual).
- **VPN:** Virtual Private Network (Red de Área Virtual).
- **WAN:** Wide Area Network (Red de Área Amplia).
- **WEP:** Wired Equivalent Privacy (Privacidad Equivalente a Cableado).

## ANEXO 3. PLAN INTERNET CORPORATIVO EMPRESA CNT

### Internet Corporativo Premium



Para Corporaciones que su necesidad básica comienza en:

- Internet de alta capacidad
- Disponibilidad; siempre conectado mediante enlaces redundantes de Fibra óptica
- Redundancia en la salida internacional al Internet
- Servicio técnico (24 horas al día, 365 días al año)

#### Características Técnicas

- Es un servicio de Internet simétrico enfocado al segmento Corporativo con una compartición de 1:1
- Viene con 10 cuentas de mail gratis en todos los servicios.
- 500 Mb de capacidad de almacenamiento para el buzón.
- Viene habilitado el puerto 25
- Tiene 8 cuentas de Dial Up ilimitadas como back up
- Control del ancho de banda por protocolo de tráfico
- FWVR, Seguridad por Firewall Virtual de forma que el cliente tenga acceso a seguridad remota
- Servicio viene con Anti Spam y Anti Virus sin costo.
- Pool 5IP LAN de direcciones IPs libres en su red LAN local.
- Servicio viene con IP fija en la WAN
- Incluye Asesor técnico exclusivo de 2 Nivel
- Servicios sin costo de MRTG y WEB.
- Reporte de Up Time detallado por WEB
- Disponibilidad del 99.8% UP Time

Corporación Nacional de Telecomunicaciones tiene servicios de valor agregado pensado en las necesidades actuales y futuras de las compañías.

## ANEXO 4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS



Poynting Antennas (Pty) Ltd

Long range Point-to-Point Links

### Specifications:

**Product Code:**  
K-GRID-003-06

Grid Dish with feed and 150 mm RG 58 N (f) connector

#### Electrical:

Gain (max) 31 dBi (+0.5 dB)  
 Frequency 5 - 6 GHz  
 VSWR < 2.0:1  
 Feed power handling 10 W  
 E-plane 3 dB beamwidth 12° (± 5°)  
 H-plane 3 dB beamwidth 15° (± 5°)

Front to back (F/B ratio) 22 dB (± 2 dB)  
 Nominal input impedance 50 Ohm  
 Polarisation Linear

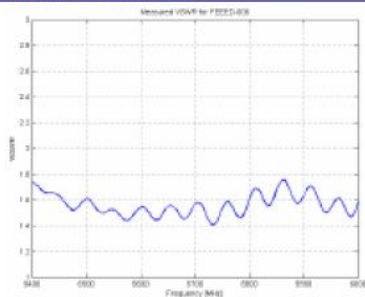
#### Environmental:

Wind Loading 160 km/h  
 Temperature Range -20° C to +70° C  
 Shock 40G at 10 msec  
 Thermal Shock -20° C to +70° C : 10 cycles  
 Water Ingress Rating IP65 (NEMA 4X)  
 Salt spray in accordance with test method No 72 Din 50021

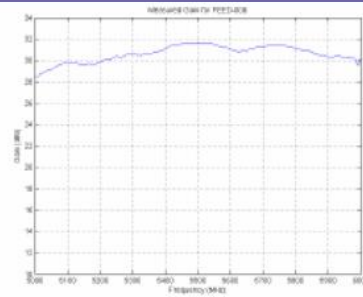
#### Mechanical:

Actual reflector Dimension 90 cm x 70 cm  
 Dish focal length 30 cm  
 Weight 3.3 kg  
 Dish Material Die cast Aluminium  
 Bracket High strength with elevation And Azimuth tilt

### VSWR and Gain Pattern:

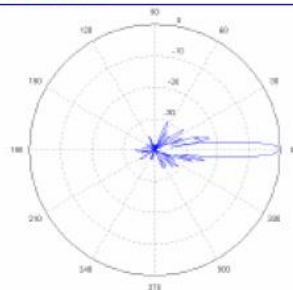


VSWR

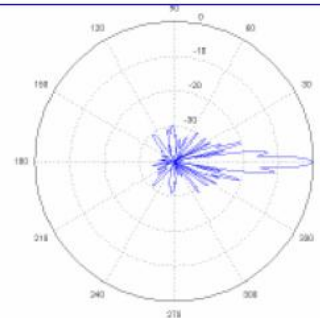


Gain

### Radiation Patterns



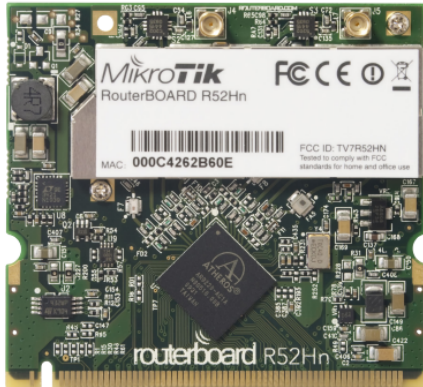
E-Plane



H-Plane

# RouterBOARD R52Hn

## 802.11a/b/g/n dual band miniPCI card



- Dual band IEEE 802.11a/b/g/n standard
- Output Power of up to 25dBm @ a/g/n Band
- Support for up to 2x2 MIMO with spatial multiplexing
- Four times the throughput of 802.11a/g
- Atheros AR9220, chipset
- High Performance (up to 300Mbps physical data rates and 200Mbps of actual user throughput) with Low Power Consumption
- 2 X MMCX Antenna Connector
- Modulations:
  - OFDM:** BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM
  - DSSS:** DBPSK, DQPSK, CCK
- Operating temperatures: -40°C to +70°C
- Idle power consumption 0.4W
- Max power consumption 7W
- MiniPCI IIIA+ design (3mm longer than MiniPCI IIIA)
- 1.5mm heatsink, 3mm RF shield thickness

RouterBOARD R52Hn miniPCI network adapter provides leading 802.11a/b/g/n performance in both 2GHz and 5GHz bands, supporting up to 300Mbps physical data rates and up to 200Mbps of actual user throughput on both the uplink and downlink. 802.11n in your Wireless device provides higher efficiency for everyday activities such as local network file transfers, Internet browsing, and media streaming. R52Hn has a high power transmitter, bringing you even more range.

802.11b	RX Sensitivity	TX Power
1Mbit	-93	24
11Mbit	-93	24
802.11g		
6Mbit	-94	25
54Mbit	-81	22
802.11n 2.4GHz		
MCS0 20MHz	-94	25
MCS0 40MHz	-92	24
MCS7 20MHz	-78	21
MCS7 40MHz	-75	20

802.11a	RX Sensitivity	TX Power
6Mbit	-97	25
54Mbit	-80	21
802.11n 5GHz		
MCS0 20MHz	-97	24
MCS0 40MHz	-92	22
MCS7 20MHz	-77	18
MCS7 40MHz	-74	17

### Data Rates

802.11b	
	11Mbps; 5.5Mbps; 2Mbps; 1Mbps
802.11a/g	
	54Mbps; 48Mbps; 36Mbps; 24Mbps; 18Mbps; 12Mbps; 9Mbps; 6Mbps
802.11n	
20MHz	1Nss: 65Mbps @ 800GI, 72.2Mbps @ 400GI (Max.) 2Nss: 130Mbps @ 800GI, 144.4Mbps @ 400GI (Max.)
40MHz	1Nss: 135Mbps @ 800GI, 150Mbps @ 400GI (Max.) 2Nss: 270Mbps @ 800GI, 300Mbps @ 400GI (Max.)

# RouterBOARD 433AH



The RB433AH is a more powerful version of the standard RB433. The 128MB DDR will be capable of supporting new RouterOS features coming. The microSD slot supports an additional memory card that can be used for a Dude database and other features to be announced in during Spring '08.

The 680MHz Atheros MIPS 24K CPU, that can be overclocked to 800MHz, with a 64KB/32KB instruction/data cache is probably the fastest CPU used in low cost wireless access points.

The three Ethernet and mpci slots give you ample data interfaces to put the big CPU power to work.

The RB433 and RB433AH replace the RB133 and RB333 positions of our product line.

CPU	Atheros AR7161 680MHz network processor (Tested at 800MHz)
Memory	128MB DDR SDRAM onboard memory
Boot loader	RouterBOOT
Data storage	64MB onboard NAND memory chip and microSD
Ethernet	Three 10/100 Mbit/s Ethernet ports with Auto-MDI/X
miniPCI	Three MiniPCI Type IIIA/IIIB slots
Extras	Reset switch, Beeper
Serial port	One DB9 RS232C asynchronous serial port
LEDs	Power, NAND activity, 5 user LEDs
Power options	Power over Ethernet: 10..28V DC (except power over datalines). Power jack: 10..28V DC. Voltage monitor.
Dimensions	10.5 cm x 15 cm, 137 grams
Power consumption	~3W without extension cards, maximum - 25 W, 16W output to cards
Operating System	MikroTik RouterOS v3, Level5 license

routerboard.com



# POE-24

Designed by Ubiquiti for BaseStation Equipment



EU Version AC Cable with Earth Ground



USA Version AC Cable with Earth Ground

TECHNICAL SPECIFICATIONS	
Output Voltage	24VDC @1.0A
Input Voltage	90-260VAC @47-63Hz
Input Current	0.3A @120VAC, 0.2A @230VAC
Inrush Current	<15A peak @120VAC, <30A peak @230VAC
Efficiency	70+%
Output Ripple	1% Max
Switching Frequency	200kHz
Line Regulation	+/- 0.5%
Load Regulation	+/- 1%
Operating Temperature	-10C to +60 deg C
Storage Temperature	-20 to +85 deg C
Operating Humidity	5% to 90% non condensing
Size (LxWxH)	85x43x30 mm
Weight	4oz
AC Ceonector	IEC-320 C6
Data IN / POE	RJ45 Shielded Socket
80% Current Indicator	Power LED will change color
Surge Protection	Common Mode
Clamping Protection	11V Data, 77.5V Power
Max Surge Discharge	1200A (8/20uS) Power
Peak Pulse Current	36A (10/1000uS) Data
Shunt Capacitance	<5pf data
Response Time	<1nS
Compliance	UL, EN55022 (CISPR22) class B, Meets CE



**Welltech WG3702B 2 FXS/2 FXO/1 LAN/1 WAN**  
**[WG3702B]**

WellGate 3701B/3702B is a one-port/two-port FXS + FXO gateway and support

H.323 v2/v3/v4 or SIP RFC 3261 protocol. It supports an innovative intelligent call routing function that transparently routes calls to destination either through PSTN or internet. WellGate 3701B/3702B provides Voice over IP and FAX over IP services for ITSP / ISP (Internet Telephony Services Provider) and Office/SOHO

IP-PBX application.

**Benefits**

- Easy access to IP from phone set or PBX
- Cost Saving - Telephone call from VPN or public Internet
- Follows the existing telephone call dial plan
- Easy interface to ADSL/Cable Modem or Leased line equipment
- Easy Integrated with all kinds of IP-PBXs

**Specification**

	<b>H.323 Version</b>	<b>SIP version</b>
Protocol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ITU-T H.323 v2/v3/v4 compliance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIP RFC 3261</li> </ul>
Compatible Server	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GnuGK (Behind NAT)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenSER, Asterisk</li> </ul>
Telephony Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Call Hold, Call Transfer, Call Forward (H.450)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Call Hold</li> <li>• Call Transfer</li> <li>• Call Forward</li> </ul>
FAX support	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatically FAX detection</li> <li>• Group 3 Fax relay at 2.4 - 14.4 kbps</li> <li>• Support T.38 protocol</li> <li>• Support T.38 ECM: Error</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatically FAX detection</li> <li>• Group 3 Fax relay at 2.4 - 14.4 kbps</li> <li>• Support T.38 protocol</li> <li>• Support T.38 ECM: Error</li> </ul>



	<p>correction during the high speed mode</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Support T.38 FAX Redundancy Depth</li> <li>• Support Abstract Syntax Notation 1 (ASN.1)</li> <li>• G.711 FAX Mode</li> </ul>	<p>correction during the high speed mode</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Support T.38 FAX Redundancy Depth</li> <li>• Support Abstract Syntax Notation 1 (ASN.1)</li> <li>• G.711 FAX Mode</li> </ul>
Audio Codec support	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G.711A/μ-law, G.723.1, G.729A, G.729, G.729B, G.729AB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G.711A/μ-law, G.723.1, G.729A, G.729, G.729B, G.729AB</li> </ul>
Network Interface	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Two 10/100Base-T Ethernet RJ-45 port</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Two 10/100Base-T Ethernet RJ-45 port</li> </ul>
FXS Interface	<ul style="list-style-type: none"> <li>• One Telephone (FXS) RJ-11 port for WellGate 3701B</li> <li>• Two Telephone (FXS) RJ-11 ports for WellGate 3702B</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• One Telephone (FXS) RJ-11 port for WellGate 3701B</li> <li>• Two Telephone (FXS) RJ-11 ports for WellGate 3702B</li> </ul>
FXO Interface	<ul style="list-style-type: none"> <li>• One Analog PSTN (FXO) RJ-11 port for WellGate 3701B</li> <li>• Two Analog PSTN (FXO) RJ-11 ports for WellGate 3702B</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• One Analog PSTN (FXO) RJ-11 port for WellGate 3701B</li> <li>• Two Analog PSTN (FXO) RJ-11 ports for WellGate 3702B</li> </ul>
FXS Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Support auto-attendant (Tone or voice greeting)</li> <li>• PSTN polarity reversal detection</li> <li>• Provide 2nd dial tone to PSTN</li> <li>• Disconnect tone detection</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Support auto-attendant (Tone or voice greeting)</li> <li>• PSTN polarity reversal detection</li> <li>• Provide 2nd dial tone to PSTN</li> <li>• Disconnect tone detection</li> </ul>
FXO Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Support auto-attendant (Tone or voice greeting)</li> <li>• PSTN polarity reversal detection</li> <li>• Provide 2nd dial tone to PSTN</li> <li>• Disconnect tone detection</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Support auto-attendant (Tone or voice greeting)</li> <li>• PSTN polarity reversal detection</li> <li>• Provide 2nd dial tone to PSTN</li> <li>• Disconnect tone detection</li> </ul>
Voice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VAD (Voice Activity Detection)</li> <li>• CNG (Comfort Noise Generation)</li> <li>• AEC (Acoustic Echo Cancellation) --</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VAD (Voice Activity Detection)</li> <li>• CNG (Comfort Noise Generation)</li> <li>• AEC (Acoustic Echo Cancellation) --</li> </ul>

	<p>G.168/165</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamic Jitter Buffer</li> <li>• Completed voice band signaling support</li> <li>• Provide In-band or Out-band DTMF generation/detection</li> </ul>	<p>G.168/165</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamic Jitter Buffer</li> <li>• Completed voice band signaling support</li> <li>• Provide In-band or Out-band DTMF generation/detection</li> </ul>
QoS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• QoS by setting DSCP (Differentiated Service Code Point) parameters of VoIP packet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• QoS by setting DSCP (Differentiated Service Code Point) parameters of VoIP packet</li> </ul>
Caller ID	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FSK(Bellcore)/DTMF detection and generation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FSK(Bellcore)/DTMF detection and generation</li> </ul>
Console Port	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 D-SUB 9 pin RS-232 port</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 D-SUB 9 pin RS-232 port</li> </ul>
Tone	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provide call progress tone</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provide call progress tone</li> </ul>
Network Support	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Support Fixed IP and DHCP</li> <li>• PPPoE</li> <li>• Behind NAT Router or IP sharing device</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Support Fixed IP and DHCP</li> <li>• PPPoE</li> <li>• Behind NAT Router or IP sharing device</li> </ul>
Configuration & management	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Console port, TELNET and Web Browser configuration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Console port, TELNET and Web Browser configuration</li> </ul>
System Upgrade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TFTP/FTP software upgrade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TFTP/FTP software upgrade</li> </ul>
Power	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Input AC 100V~240V</li> <li>• Output DC12V</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Input AC 100V~240V</li> <li>• Output DC12V</li> </ul>
Operation Temp	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5° C to 40° C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5° C to 40° C</li> </ul>
Humidity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10% to 90% (Non-condensing)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10% to 90% (Non-condensing)</li> </ul>
Dimension and Weight	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimension: 223mm(W) x 35mm(H) x 152mm(D)</li> <li>• Weight (unit): 1.4 kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimension: 223mm(W) x 35mm(H) x 152mm(D)</li> <li>• Weight (unit): 1.4 kg</li> </ul>

## CISCO1841-SEC/K9

Item#: CISCO1841-SEC/K9 Router Cisco 1841 Security Bundle



The Cisco 1841 Integrated Services Router provides the following support:

- Wire-speed performance for concurrent services at T1/E1 WAN rates
- Enhanced investment protection through increased performance and modularity
- Enhanced investment protection through increased modularity
- Increased density through High-Speed WAN Interface Card Slots (two)
- Support for over 90 existing and new modules
- Support for majority of existing WICs, VWICs, and VICs (data mode only)
- Two Integrated 10/100 Fast Ethernet ports
- Security :
  - On-board encryption
  - Support of up to 800 VPN tunnels with the AIM Module
  - Antivirus defense support through Network Admission Control (NAC)
  - Intrusion Prevention as well as stateful Cisco IOS Firewall support and many more essential security feature

### CISCO1841-SEC/K9 Specifications

CISCO1841-SEC/K9 data sheet	
<b>Manufacturer</b>	Cisco Systems, Inc
<b>Manufacturer Part Number</b>	CISCO1841-SEC/K9
<b>Product Type</b>	Router
<b>Form Factor</b>	External - modular - 1U
<b>Dimensions (WxDxH)</b>	34.3 cm x 27.4 cm x 4.4 cm
<b>Weight</b>	2.7 kg
<b>DRAM Memory</b>	256 MB (installed) / 384 MB (max) - SDRAM
<b>Flash Memory</b>	64 MB (installed) / 128 MB (max)
<b>Data Link Protocol</b>	Ethernet, Fast Ethernet
<b>Network / Transport Protocol</b>	IPSec
<b>Remote Management Protocol</b>	SNMP, HTTP, SSH-2
<b>Features</b>	Cisco IOS Advanced Security , firewall protection, hardware compression, hardware encryption, VPN support, VLAN support, Intrusion Detection System (IDS), Intrusion Prevention System (IPS), wall mountable, Dynamic Multipoint VPN (DMVPN), Network Admissions Control (NAC)
<b>Power</b>	AC 120/230 V ( 50/60 Hz)

## Cisco 2811 Integrated Services Router



Cisco 2811 Router 2800 Series ISR	
<b>Manufacturer</b>	Cisco Systems, Inc
<b>Manufacturer Part Number</b>	CISCO2811
<b>Product Type</b>	Cisco 2811 Router
<b>Form Factor</b>	External - modular - 1U
<b>Dimensions (WxDxH)</b>	43.8 cm x 41.7 cm x 4.5 cm
<b>Weight</b>	6.4 kg
<b>DRAM Memory</b>	512 MB (installed) / 768 MB (max) - DDR SDRAM
<b>Flash Memory</b>	128 MB (installed) / 256 MB (max)
<b>Data Link Protocol</b>	Ethernet, Fast Ethernet
<b>Network / Transport Protocol</b>	IPSec
<b>Remote Management Protocol</b>	SNMP 3
<b>Features</b>	Cisco IOS IP Base , modular design, firewall protection, hardware encryption, VPN support, MPLS support, wall mountable, Quality of Service (QoS)
<b>Compliant Standards</b>	IEEE 802.3af, IEEE 802.1x
<b>Power</b>	AC 120/230 V ( 50/60 Hz)