

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y**  
**ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA**  
**Y TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN**  
**DEL TÍTULO DE INGENIERÍA**

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE**  
**TELECOMUNICACIONES PARA IMPLEMENTAR SERVICIOS**  
**DE INTERNET EN CENTROS EDUCATIVOS DEL CANTÓN**  
**MONTECRISTI PROVINCIA DE MANABÍ.”**

**LUIS HERNÁN MONTOYA LARA**

**Sangolquí - Ecuador**

**2009**

## **CERTIFICACIÓN**

Por medio de la presente certificamos que el proyecto de grado para la obtención del título de Ingeniería Electrónica titulado “ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES PARA IMPLEMENTAR SERVICIOS DE INTERNET EN CENTROS EDUCATIVOS DEL CANTÓN MONTECRISTI PROVINCIA DE MANABÍ,” fue desarrollado en su totalidad por el señor LUIS HERNÁN MONTOYA LARA.

Atentamente

---

Ing. Fabián Sáenz Enderica

DIRECTOR

---

Ing. Carlos Romero

CODIRECTOR

## RESUMEN

El presente proyecto trata acerca del estudio y diseño de una red que permita brindar el acceso a Internet a instituciones educativas ubicadas en zonas rurales y urbano marginales del cantón Montecristi en la provincia de Manabí.

Como primer plano se realizó una investigación de campo para conocer las ubicaciones geográficas de las localidades beneficiarias para efectuar un estudio y análisis de la demanda en las diferentes instituciones con el fin de conocer las características, requerimientos, aspectos técnicos necesarios para la elaboración del diseño del presente proyecto.

En segundo lugar se definieron los aspectos legales y regulatorios necesarios para el manejo de los enlaces y del canal de comunicación entre las diferentes localidades del Cantón Montecristi de la provincia de Manabí.

En un tercer punto se llevó a cabo el diseño de la red así como un análisis de las diferentes opciones tanto de equipos como de tecnologías compatibles con los requerimientos del diseño, escogiendo la que mejor se ajuste con nuestras necesidades. Para el diseño de la red se utilizó el software de simulación de radioenlaces Radio Mobile, el cual nos permitió determinar el desempeño de la red y comprobar que los enlaces están operativos.

Como último punto, se realizó una evaluación económica y de factibilidad del diseño realizado con una proyección de cinco a diez años de operatividad de la red.

## DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a todas las personas que siempre han estado a mi lado en los buenos y malos momentos de mi vida. A mis padres por su ejemplo y fortaleza, a mis hermanas por su apoyo y consejos, al nuevo angelito que llego a mi hogar, Salome, mi primera sobrina y a todos mis familiares por su apoyo. A mis grandes amigos, que siempre supieron estar conmigo en las buenas y en las malas.

En especial quiero dedicar también este trabajo a mis abuelitos que con su ejemplo y consejos me han sabido guiar, de igual manera a mis abuelitas que desde el cielo me han sabido guiar.

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer infinitamente a mi Dios y a mi virgencita del Quinche, por haberme brindado la oportunidad de tener una familia maravillosa, y poder alcanzar este paso de gran trascendencia en mi vida.

Quiero agradecer también a aquella persona que me supo guiar y exigir, pero al mismo tiempo me supo amar, a mi padre, quien siempre me señaló el horizonte con optimismo y confianza. A mi madre por su ejemplo de fortaleza y amor, quien al minuto de haberme regañado severamente, me sonrío y me guiña el ojo con ternura. A ti madre querida que supiste decir que no cuando es necesario y justo, pero supiste decirme que si cuando era lo conveniente.

A mis hermanas por siempre estar conmigo en todos los momentos de mi vida y en especial por acompañarme en los meses de mi accidente, atendiéndome, cuidándome, brindándome amor y seguridad en mis horas de angustia, y principalmente por ser siempre mis confidentes. A mis abuelitos, papá Moisés y papá Lucho por su ejemplo de lucha, trabajo y optimismo. A mis abuelitas que me miran desde el cielo, mamá Angelita y mamá Agripina por sus consejos, amor y bendiciones.

A mis amigos, Renato, David y Santiago por su gran apoyo, confianza y lealtad. De manera especial a Pepe que desde el cielo, lo ha hecho de igual manera.

A todos un profundo y sincero Dios le pague por su apoyo, comprensión y cariño.

## PROLOGO

La teleducación es una modalidad de educación a distancia que utiliza los recursos tecnológicos para ofertar sus servicios. En el Ecuador esta modalidad ha sido presentada y auspiciada desde el área estatal a través de la Agenda de Conectividad, institución creada por el Dr. Noboa.

La teleducación como tal, es una de las estrategias del proyecto de Tele Educación de la Agenda de conectividad, sin embargo no ha tenido la suficiente claridad en lo que ha mecanismos y estrategias específicas requiere tener, de esto surge la necesidad de desarrollar el presente trabajo que tan lejos de construir un instructivo técnico o legal, pretende dar las pautas necesarias de cómo enfocar la teleducación en el Ecuador.

Con este trabajo se pretende entregar una visión general de la educación basada en tecnología o e-learning que bajo el esquema del proyecto de Teleeducación es nombrada como teleducación y que en el país ha comenzado a surgir a nivel de instituciones de nivel superior universitario y de iniciativa particular.

## INDICE DE CONTENIDO

<b>CERTIFICACIÓN .....</b>	<b>II</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>V</b>
<b>PROLOGO... ..</b>	<b>VI</b>
<b>INDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>1</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>7</b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>10</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>17</b>
<b>CAPITULO 1 .....</b>	<b>19</b>
<b>REDES COMUNITARIAS, TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION Y COMUNICACIÓN, PLAN DE SERVICIO UNIVERSAL EN EL ECUADOR.....</b>	<b>19</b>
1.1. REDES COMUNITARIAS.....	19
Red De Datos .....	19
Red 20	
Comunidad.....	21
Comunitarias .....	21
1.2. TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN.....	21
1.2.1. Conceptos básicos.....	22
1.2.2. Características.....	23

1.2.3. Ventajas.....	24
1.2.4. Desventajas.....	24
1.3. PLAN DE SERVICIO UNIVERSAL EN EL ECUADOR.....	25
1.3.1. Introducción.....	25
1.3.2. Conceptos.....	29
1.3.3. Conjunto de Servicios que Constituyen el Servicio Universal de Telecomunicaciones.....	30
1.3.4. Programas y Proyectos del PSU.....	30
1.3.5. Programa de Telecentros.....	31
1.3.6. Proyectos de Telecentros Comunitarios Polivalentes (TCP).....	32
<b>CAPITULO 2.....</b>	<b>34</b>
<b>ESTUDIO DE CAMPO.....</b>	<b>34</b>
2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CANTÓN MONTECRISTI.....	34
2.2. INFORMACIÓN SOCIO ECONÓMICA DEL CANTÓN MONTECRISTI.....	37
2.2.1. Población.....	37
2.2.2. Escolaridad.....	38
2.3. LOCALIDADES BENEFICIARIAS.....	39
2.4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOREFERENCIADA DE LAS LOCALIDADES BENEFICIARIAS.....	42
<b>CAPITULO 3.....</b>	<b>46</b>
<b>ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS.....</b>	<b>46</b>
3.1. TIPO DE REDES DE DATOS.....	46
3.1.1. Redes de Área Local.....	46
3.1.2. Redes de Área Metropolitana.....	47
3.1.3. Red de Área Extendida.....	48
3.2. ESCENARIOS ALAMBRICOS.....	48
3.2.1. ADSL.....	49
3.2.2. Cable Modem.....	50
3.3. ESCENARIOS INALÁMBRICOS.....	51

3.3.1. Conexión Satelital.....	51
3.3.2. Wi – Fi .....	53
3.3.3. Wimax.....	56
3.4. SELECCIÓN DE LA MEJOR TECNOLOGÍA.....	59
3.5. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE UTILIZADO.....	60
3.5.1. Propiedades De Las Unidades.....	61
3.5.2. Propiedades De Las Redes .....	64
<b>CAPITULO 4.....</b>	<b>72</b>
<b>DISEÑO DE LA RED COMUNITARIA.....</b>	<b>72</b>
4.1. ESTUDIO DE TRÁFICO.....	72
4.2. DISEÑO DE LA RED .....	75
4.2.1. Red Interna .....	76
4.2.2. Red Inalámbrica De Acceso .....	78
4.2.3. Red De Transporte.....	79
4.2.4. Red de Acceso .....	83
4.3. COBERTURA DE LA RED.....	102
4.4. SEGURIDAD EN LA RED .....	106
4.4.1. Firewall.....	107
4.4.2. Servidor Proxy .....	108
4.5. EQUIPAMIENTO DE TELECOMUNICACIONES PARA LAS REDES.....	108
4.5.1. Equipamiento para redes LAN .....	109
4.5.2. Equipamiento para la Jefatura Política.....	109
4.5.3. Equipamiento en la Radio Base Cerro Montecristi .....	110
4.5.4. Equipamiento en las escuelas repetidoras.....	111
4.5.5. Equipamiento en las escuelas con línea de vista a la Radio Base.....	111
4.5.6. Equipamiento en las escuelas con línea de vista a las repetidoras .....	111
4.5.7. Equipamiento adicional .....	112
4.5.8. Características de las antenas .....	112
4.6. DIRECCIONAMIENTO IP DE LA RED .....	113
4.6.1. Clases de Redes.....	113

4.6.2. Direccionamiento de la Red Principal .....	115
4.6.3. Direccionamiento IP de las Subredes .....	116
Repetidor Esc. Alfonso Darquea .....	118
4.6.4. Direccionamiento de la Red LAN .....	120
<b>4.7. PÉRDIDAS Y GANANCIAS DE LOS RADIOENLACES .....</b>	<b>122</b>
4.7.1. Pérdidas o Atenuación en Espacio Libre.....	122
4.7.2. Pérdidas de la Zona de Fresnel.....	123
4.7.3. Atenuación por Vegetación .....	124
4.7.4. Atenuación por Lluvia .....	124
4.7.5. Pérdidas del Cable .....	125
4.7.6. Pérdida en Conectores.....	125
4.7.7. Ganancia del Sistema.....	125
4.7.8. Sensibilidad del Receptor .....	126
4.7.9. Máxima Potencia Irradiada.....	127
<b>CAPITULO 5 .....</b>	<b>129</b>
<b>ASPECTOS LEGALES Y REGULATORIOS.....</b>	<b>129</b>
5.1. LAS TELECOMUNICACIONES Y NORMAS REGLADORAS .....	129
5.1.1. Fodetel .....	129
5.2. NORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA .....	132
5.3. REGLAMENTO DE DERECHOS DE CONCESIÓN Y TARIFAS POR EL USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO .....	134
5.4. REGLAMENTO DEL FONDO PARA EL DESARROLLO DE LAS TELECOMUNICACIONES EN ÁREAS RURALES Y URBANO MARGINALES .....	138
<b>CAPITULO 6 .....</b>	<b>140</b>
<b>ANÁLISIS DE COSTOS .....</b>	<b>140</b>
6.1. COSTOS DE LA INVERSIÓN .....	141
6.1.1. Costo de los Equipos de la Red WAN .....	141

6.2. Costo de la Infraestructura.....	142
6.3. Costo del Equipamiento Informático .....	143
6.4. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	144
6.4.1. Costos por el Servicio de Internet.....	144
6.4.2. Costos por el uso del Espectro Radioeléctrico .....	145
6.4.3. Costos por Mantenimiento.....	145
6.5. COSTO TOTAL DEL PROYECTO.....	146
6.6. PLANES DE SOSTENIBILIDAD .....	147
6.7. FLUJO DE CAJA .....	148
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>151</b>
CONCLUSIONES.....	151
RECOMENDACIONES.....	152
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>153</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>156</b>
FODETEL.....	157
ANTECEDENTES.....	157
VISIÓN .....	159
MISIÓN .....	159
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>160</b>
RADIO MOBILE.....	161
<b>ANEXO 3.....</b>	<b>162</b>
UBICACIÓN GEOREFERENCIADA DE LAS LOCALIDADES BENEFICIARIAS ..	163
<b>ANEXO 4.....</b>	<b>166</b>
TOPOLOGÍAS DE RED.....	167
TOPOLOGÍA EN MALLA .....	167
TOPOLOGÍA EN ESTRELLA.....	168
TOPOLOGÍA EN ANILLO.....	169
TOPOLOGÍA EN BUS .....	169

<b>ANEXO 5.....</b>	<b>171</b>
FAMILIA DE ESTANDARES IEEE 802.11 .....	172
<b>ANEXO 6.....</b>	<b>174</b>
ESPECTRO ENSANCHADO (SPREAD SPECTRUM).....	175
CARACTERÍSTICAS.....	175
SISTEMAS DE SECUENCIA DIRECTA.....	176
SISTEMAS DE SALTO DE FRECUENCIA .....	178
MODULACIÓN OFDM.....	180
CARACTERÍSTICAS.....	180
OFDM en 802.11 a / g.....	180
<b>ANEXO 7.....</b>	<b>181</b>
FAMILIA DE ESTANDARES IEEE 802.16.....	182
<b>ANEXO 8.....</b>	<b>183</b>
UNIDADES REPETIDORAS.....	184
ESC. LAURO PALACIOS .....	184
ESC. ALFREDO BAQUERIZO MORENO .....	184
ESC. ALFONSO DARQUEA .....	185
<b>ANEXO 9.....</b>	<b>186</b>
<b>ANEXO 10.....</b>	<b>190</b>
<b>FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO .....</b>	<b>200</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>CAPITULO 1 .....</b>	<b>19</b>
Tabla 1. 1. Tabla estadística del número de usuarios de Internet en América del Sur, actualizada en noviembre del 2005.....	27
<b>CAPITULO 2 .....</b>	<b>34</b>
Tabla 2. 1 Coordenadas Geográficas del Cerro montecristi.....	36
Tabla 2. 2 Población del Cantón MONTECRISTI, según el Censo del 2001 .....	37
Tabla 2. 3. Población del Cantón MONTECRISTI, según Parroquias.....	37
Tabla 2. 4. Años de Escolaridad Promedio por parroquias.....	38
Tabla 2. 5. Población del Cantón MONTECRISTI, según niveles de instrucción. Censo 2001 .....	38
Tabla 2. 6. Localidades Beneficiarias .....	40
Tabla 2. 7. Coordenadas Geográficas de las unidades educativas en la parroquia Montecristi.....	43
Tabla 2. 8. Coordenadas Geográficas de las unidades educativas en la parroquia La Pila .....	45
Tabla 2. 9. Coordenadas Geográficas de las unidades educativas en la parroquia Aníbal San Andrés .....	45
<b>CAPITULO 3 .....</b>	<b>46</b>
Tabla 3. 1. Tabla Comparativa entre las Tecnologías Descritas en el Capítulo 3 ...	59
<b>CAPITULO 4 .....</b>	<b>72</b>
Tabla 4. 1. Número de computadores y ancho de banda en función del número de alumnos.....	72
Tabla 4. 2. Número de alumnos, computadores y ancho de banda de cada localidad beneficiaria .....	73

Tabla 4. 3. Escuelas Repetidoras .....	79
Tabla 4. 4. Unidades de la red de transporte .....	80
Tabla 4. 5. Direcciones IP de carácter Privado .....	115
Tabla 4. 6. Direcciones IP la las unidades enlazadas directamente con la Radio Base en el Cerro Montecristi.....	115
Tabla 4. 7. Direcciones IP de los miembros de la Red del Repetidor Esc. Lauro Palacios.....	117
Tabla 4. 8. Direcciones IP de los miembros de la Red del Repetidor Esc. Alfonso Darquea.....	118
Tabla 4. 9. Direcciones IP de los miembros de la Red del Repetidor Esc. Alfredo Baquerizo Moreno.....	119
Tabla 4. 10. Tablas de Direcciones IP para redes LAN .....	120
Tabla 4. 11. Calculo de Margen de Desvanecimiento de cada Enlace .....	127
<b>CAPITULO 5 .....</b>	<b>129</b>
Tabla 5. 1. Coeficientes y Valor de la Tarifa A .....	137
Tabla 5. 2. Valor de Fd para Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.....	138
<b>CAPITULO 6 .....</b>	<b>140</b>
Tabla 6. 1. Costo de la Red WAN.....	141
Tabla 6. 2. Costo de la Infraestructura .....	142
Tabla 6. 3. Costos Equipamiento Informático .....	143
Tabla 6. 4. Costo Total de la Inversión.....	144
Tabla 6. 5. Costos por uso del Espectro Radioeléctrico .....	145
Tabla 6. 6. Costo Total por Operación y Mantenimiento de la Red .....	146
Tabla 6. 7. Costo Total del Proyecto .....	146
Tabla 6. 8. Egreso mensual y anual de la Red Comunal .....	148
Tabla 6. 9. Ingreso Mensual y Anual de los planes de sostenibilidad.....	148
Tabla 6. 10. Flujo de Caja de la Red Comunal en el cantón Montecristi en la provincia de Manabí.....	150
<b>ANEXO 5.....</b>	<b>171</b>

Tabla 10. 1. Estándares de Wi-Fi.....	172
Tabla 10. 2. Ventajas y Desventajas de los Estándares WiFi.....	173
<b>ANEXO 6.....</b>	<b>174</b>
Tabla 11. 1. Canales del estándar 802.11b.....	177
Tabla 11. 2. Tabla Comparativa entre sistemas de Secuencia directa y Salto de Frecuencia.....	179
<b>ANEXO 7.....</b>	<b>181</b>
Tabla 12. 1. Estándares IEEE 802.11 (WIMAX).....	182
<b>ANEXO 8.....</b>	<b>183</b>
Tabla 13.1. Unidades Subscriptoras de la Esc. Lauro Palacios.....	184
Tabla 13. 2. Unidades Subscriptoras de la Esc. Alfredo Baquerizo Moreno.....	184
Tabla 13. 3. Unidades Subscriptoras de la Esc. Alfonso Darquea.....	185
<b>ANEXO 9.....</b>	<b>186</b>
Tabla 14. 1. Resumen de los Enlaces de la Red Comunal.....	188
<b>ANEXO 10.....</b>	<b>190</b>
Tabla 15. 1. Formulario 1B.....	191
Tabla 15. 2. Formulario 2A.....	192
Tabla 15. 3. Formulario 3A.....	193
Tabla 15. 4. Formulario 4A.....	194
Tabla 15. 5. Formulario 9A.....	195
Tabla 15. 6. Formulario 9B.....	196
Tabla 15. 7.formulario 9C.....	197
Tabla 15. 8. Formulario 14A.....	198
Tabla 15. 9. Formulario 15A.....	199

## INDICE DE FIGURAS

<b>CAPITULO 2 .....</b>	<b>34</b>
Figura 2.1. Mapa de la provincia de Manabí .....	35
Figura 2. 2. Límites del Cantón Montecristi.....	35
Figura 2. 3 Imagen Satelital del Cerro Montecristi, Provincia de Manabí. ....	36
Figura 2. 4. Porcentajes de población, por niveles de educación.....	39
<b>CAPITULO 3 .....</b>	<b>46</b>
Figura 3. 1. Ejemplo de una Red MAN.....	47
Figura 3. 2. Esquema del Funcionamiento de una Conexión Satelital .....	52
Figura 3. 3. Figura Representativa del funcionamiento de WIMAX .....	57
Figura 3. 4. Ventana que muestra las Propiedades de las Unidades .....	62
Figura 3. 5. Ventana para el ingreso de las Coordenadas Geográficas de las unidades de la red.....	62
Figura 3. 6. Ubicación geográfica de las unidades de la red comunal.....	63
Figura 3. 7. Ventana que muestra las propiedades de la red .....	64
Figura 3. 8. Topologías disponibles en RADIO MOBILE.....	66
Figura 3. 9. Selección de los miembros de una red.....	67
Figura 3. 10. Características técnicas de los sistemas de la red .....	68
Figura 3. 11. Estilos de los enlaces de la red .....	69
Figura 3. 12. Visualización de los enlaces de la Red Comunitaria.....	70
Figura 3. 13. Ejemplo de un enlace de radio entre Cerro Montecristi y Esc. Medardo Alfaro.....	71
<b>CAPITULO 4 .....</b>	<b>72</b>
Figura 4. 1. Esquema básico de una red LAN.....	77

Figura 4. 2. Esquema básico de la red WLAN.....	78
Figura 4. 3. Red de Transporte.....	79
Figura 4. 4. Simulación de la Red de Transporte.....	81
Figura 4. 5. Perfil del enlace Jefatura Política – Esc. Lauro Palacios.....	81
Figura 4. 6. Perfil del enlace Cerro Montecristi - Esc. Lauro Palacios.....	82
Figura 4. 7. Perfil del enlace Cerro Montecristi - Esc. Alfonso Darquea N 132.....	82
Figura 4. 8. Perfil del enlace Cerro Montecristi - Esc. Alfredo Baquerizo Moreno ...	82
Figura 4. 9. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. Sucre.....	83
Figura 4. 10. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. Natividad Delgado de Alfaro .....	84
Figura 4. 11. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. Eloy Alfaro.....	84
Figura 4. 12. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. Dr. Camilo Gallegos Domínguez.....	84
Figura 4. 13. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. San Andrés Robledo.....	85
Figura 4. 14. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. Manuel Octavio Rivera..	85
Figura 4. 15. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. 23 de Octubre.....	85
Figura 4. 16. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. Jaime Roldos Aguilera ..	86
Figura 4. 17. Enlaces del Repetidor Esc. Lauro Palacios .....	86
Figura 4. 18. Perfil del enlace Esc. Alfredo B. Moreno – Esc. Flavio Alfaro.....	87
Figura 4. 19. Perfil del enlace Esc. Alfredo B. Moreno – Esc. Motecristi.....	87
Figura 4. 20. Perfil del enlace Esc. Alfredo B. Moreno – Esc. Pedro Moncayo No 82.....	88
Figura 4. 21. Enlaces del repetidor Esc. Alfredo Baquerizo Moreno .....	88
Figura 4. 22. Perfil del enlace Esc. Alfonso Darquea – Esc. 5 de Junio.....	89
Figura 4. 23. Perfil del enlace Esc. Alfonso Darquea – Esc. José María Urbina .....	89
Figura 4. 24. Perfil del enlace Esc. Alfonso Darquea – Esc. Montoneros de Alfaro	90
Figura 4. 25. Enlaces del repetidor Esc. Alfonso Darquea.....	90
Figura 4. 26. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Medardo Alfaro .....	91
Figura 4. 27. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Alejandro Alvia Santana.....	92

Figura 4. 28. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Aníbal San Andrés No 2 .....	92
Figura 4. 29. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. San José .....	92
Figura 4. 30. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Cristóbal Colon No 5.....	93
Figura 4. 31. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Cristóbal Colon .....	93
Figura 4. 32. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Andrés Emilio Robles.....	93
Figura 4. 33. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi - Esc. Miguel Ángel Torres Luna .....	94
Figura 4. 34. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi - Esc. Juan León Mera .....	94
Figura 4. 35. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Colorado .....	94
Figura 4. 36. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Carlos R. Tobar .....	95
Figura 4. 37. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Tohali.....	95
Figura 4. 38. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi - Esc. Eulfo Temistocles Estrada.....	95
Figura 4. 39. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Rocke Cantos Barberan .....	96
Figura 4. 40. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. José Peralta ..	96
Figura 4. 41. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. El Prado.....	96
Figura 4. 42. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. José Claudio Delgado .....	97
Figura 4. 43. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Antonio Flores Jijón .....	97
Figura 4. 44. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Dr. Rómulo Romeo Santana .....	97
Figura 4. 45. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Cefora Carrillo de Carrillo .....	98

Figura 4. 46. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Alejandro Andrade.....	98
Figura 4. 47. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Lauro Palacios .....	98
Figura 4. 48. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Aníbal San Andrés N 2 .....	99
Figura 4. 49. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Alejandro Alvia Santana.....	99
Figura 4. 50. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Walter Palacios .....	99
Figura 4. 51. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Luis Vargas Torres .....	100
Figura 4. 52. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Alfonso Darquea No 132.....	100
Figura 4. 53. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Tulmira Palacios Rivera.....	100
Figura 4. 54. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Leonidas Plaza Gutiérrez .....	101
Figura 4. 55. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Señora E. Alfaro .....	101
Figura 4. 56. Enlaces de la Radio Base Cerro Montecristi.....	102
Figura 4. 57. Área de cobertura del repetidor Esc. Alfonso Darquea N 132.....	103
Figura 4. 58. Área de Cobertura del repetidor Esc. Alfredo Baquerizo Moreno .....	104
Figura 4. 59. Área de Cobertura del Repetidor Esc. Lauro Palacios.....	104
Figura 4. 60. Área de Cobertura de la Radio Base Cerro Montecristi.....	105
Figura 4. 61. Área de Cobertura total de la Red Comunal.....	105
Figura 4. 62. Equipamiento de la Jefatura Política del Cantón Montecristi .....	110
Figura 4. 63. Esquema del direccionamiento IP del repetidor Esc. Lauro Palacios .....	118
Figura 4. 64. Esquema de conexión interna entre la Esc. Repetidora y Esc. Suscriptota .....	119

Figura 4. 65. Esquema del direccionamiento IP de las Redes LAN .....	120
Figura 4. 66. Esquema Final del direccionamiento IP de la RED COMUNAL .....	121
Figura 4. 67. Zona de Fresnel .....	123
<b>ANEXO 3.....</b>	<b>162</b>
Figura 8. 1. Localidades Beneficiarias pertenecientes a la Parroquia Montecristi .	163
Figura 8. 2. Localidades Beneficiarias pertenecientes a la Parroquia La Pila .....	163
Figura 8. 3. Localidades Beneficiarias pertenecientes a la Parroquia San Andrés .....	164
Figura 8. 4. Cerro Montecristi y Jefatura Política. Puntos de control de la RED. ....	164
Figura 8. 5. Ubicación Geográfica de las instituciones Beneficiarias del Cantón Montecristi.....	165
<b>ANEXO 4.....</b>	<b>166</b>
Figura 9. 1. Topología en Malla .....	168
Figura 9. 2. Topología en Estrella.....	168
Figura 9. 3. Topología en Anillo .....	169
Figura 9. 4. Topología en Bus .....	170
<b>ANEXO 6.....</b>	<b>174</b>
Figura 11. 1 Reparto de Canales DSSS a 2.4 GHz .....	177
Figura 11. 2. Comportamiento de los sistemas en presencia de interferencia.....	179
<b>ANEXO 9.....</b>	<b>186</b>
Figura 14. 1 Diseño Final de la Red Comunitaria .....	187

## GLOSARIO

**Access Point:** (Punto de Acceso) Cualquier punto desde donde se tiene acceso a una red, como un transceptor inalámbrico conectado a una red fija.

**Banda ISM:** Banda Industrial, Científica y Médica, un conjunto de frecuencias radio centradas en los 2,4 Ghz que son de uso público libre en todo el mundo por dispositivos inalámbricos.

**CPE:** (Equipo Local del Cliente) es un equipo de telecomunicaciones usado tanto en interiores como en exteriores para originar, encaminar o terminar una comunicación. El equipo puede proveer una combinación de servicios incluyendo datos, voz, video y un host de aplicaciones multimedia interactivos. Son unidades terminales asociadas a equipamientos de telecomunicaciones, localizadas en el lado del suscriptor y que se encuentran conectadas con el canal de comunicaciones del proveedor o portador de información. EL CPE trabaja en la frecuencia de los 2.5 MHz, normalmente puede tener un alcance diametral de varios kilómetros.

**CONATEL:** Consejo Nacional de Telecomunicaciones, ente de administración y regulación de las telecomunicaciones en el país.

**Ethernet:** es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

**FODETEL:** Fondo para el desarrollo de las Telecomunicaciones en áreas rurales y urbano marginales.

---

**Linux:** Una versión de Unix escrita por Linus Torwalds que esta teniendo gran aceptación entre muchos desarrolladores, especialmente los sitios Web.

**Router:** Dispositivo que establece y localiza la mejor ruta entre dos redes, aun si existen varias redes intermedias. Al igual que los puentes, los sitios remotos se pueden conectar por medio de los ruteadores sobre redes dedicadas o líneas conmutadas para crear WANs.

**SENATEL:** Secretaria Nacional de Telecomunicaciones ente encargado de la ejecución de las políticas de telecomunicaciones en el país.

**TIC:** Tecnologías de Información y comunicación

**VSAT:** son las siglas de Terminal de Apertura Muy Pequeña. Designa un tipo de antena para comunicación de datos vía satélite y por extensión a las redes que se sirven de ellas, normalmente para intercambio de información punto-punto, punto-multipunto (*broadcasting*) o interactiva.

**WLAN:** Wireless Local Area Network es un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible, muy utilizado como alternativa a las redes LAN cableadas o como extensión de éstas. Utiliza tecnología de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas. Las WLAN van adquiriendo importancia en muchos campos, como almacenes o para manufactura, en los que se transmite la información en tiempo real a una terminal central. También son muy populares en los hogares para compartir el acceso a Internet entre varias computadoras.

## INTRODUCCION

El sistema educativo ha experimentado durante las últimas décadas numerosas transformaciones en el ámbito institucional, estructural y tecnológico; que ha permitido una renovación educativa, fomentando nuevos sistemas de estudios.

El desarrollo de la formación a distancia como una nueva modalidad educativa, se presenta como una alternativa a la educación presencial que permite dar respuestas a las necesidades educativas que plantea una sociedad cada vez más diversificada y en constante evolución. Con una específica metodología de adaptación curricular, la formación a distancia se está consolidando como un sistema abierto y flexible que incorpora innovadores y modernos sistemas de educación

En la actualidad esto aún no se cumple en su totalidad, ya que en la mayoría de instituciones educativas de tipo rural o urbano marginal, la mayoría de equipos informáticos se encuentran disponibles solamente en la oficina del director/directora de la institución o en la sala de profesores y la mayoría de estas instituciones educativas no disponen de una conexión a internet. Es por eso que mediante la cooperación entre el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones a través del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones<sup>1</sup> (FODETEL) en Áreas Rurales y Urbano Marginales y el Municipio de Montecristi tiene entre sus objetivos la preparación y ejecución de programas y proyectos orientados a la educación cuyo objetivo es lograr que la gran mayoría de las escuelas, colegios ubicados en áreas rurales y urbano marginales del

---

<sup>1</sup> Ver ANEXO 1

---

Cantón Montecristi de la provincia de Manabí puedan incorporarse a las Tecnologías de Información y Comunicación TIC.

Es así como en el presente proyecto se presenta el diseño de una red de telecomunicaciones, utilizando la tecnología presente en el mercado, permitiendo que el Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones siga brindando el apoyo incondicional al sector rural y urbano marginal del Cantón Montecristi provincia de Manabí. Adicionalmente se presenta un estudio de factibilidad económica del diseño, incluyendo variables económicas VAN, TIR y una proyección económica a 2, 4, 5 y 10 años de vida útil. Así como todos los aspectos legales y regulatorios necesarios para la futura implementación del proyecto.

## CAPITULO 1

# REDES COMUNITARIAS, TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION Y COMUNICACIÓN, PLAN DE SERVICIO UNIVERSAL EN EL ECUADOR

### 1.1. REDES COMUNITARIAS

El término “Red comunitaria” no tiene una definición exacta, por tal motivo antes de llegar a una definición y orientación que tiene este término con las Telecomunicaciones, debemos conocer los conceptos de los siguientes términos: RED, COMUNIDAD y COMUNITARIAS, así como una breve explicación de lo que es una **Red de Datos**.

#### **Red De Datos**

Es un conjunto de computadores y/o dispositivos conectados por enlaces, a través de medios físicos (medios guiados) ó inalámbricos (medios no guiados) que comparten información, recursos (impresoras, cámaras, etc.) y servicios a través de reglas (protocolos) de comunicación.

Entre los diferentes tipos de dispositivos o recursos que se pueden compartir en una red de datos, tenemos los siguientes:

- Estación de trabajo (Workstation)
- Servidor (Server)

- Impresoras
- Concentrador o (Hub)
- Conmutador de paquetes (Switch)
- Enrutador (Router)
- Punto de Acceso (Access Point)
- Modems
- Repetidores, etc.

Las definiciones de los términos Red, Comunidad y Comunitarias, según el diccionario de la Lengua Española:

## **Red**

- f. Aparejo de mallas para pescar, cazar, cercar, sujetar, etc.
- fig. Conjunto sistemático de caños, hilos conductores, vías de comunicación, o agencias y servicios, para determinado fin.
- fig. Conjunto de establecimientos comerciales, industriales, de distribución, etc., que tienen una relación entre sí.
- Comp. Conjunto de ordenadores o equipos informáticos conectados entre sí y que pueden intercambiar información.
- Comp. Conjunto de nodos conectados entre sí. Pueden formar redes locales, privadas o públicas.

## Comunidad

- f. Calidad de común, propio de todos.
- f. Junta o comunidad de personas que viven unidas y bajo ciertas reglas.

## Comunitarias

- adj. Perteneciente o relativo a la comunidad.

Con estas aclaraciones se puede concluir que una **Red Comunitaria es un conjunto o grupo de: individuos, barrios, instituciones, etc., que comparten elementos o necesidades en común, como puede ser una red de datos o el acceso a internet.**

Debemos mencionar que los nuevos desarrollos de las tecnologías inalámbricas combinadas con las Redes Comunitarias permiten generar una diferencia significativa en el acceso a las Telecomunicaciones, brindando y fortaleciendo servicios de Telecomunicaciones (internet, correo electrónico, etc.), así como la inclusión de las nuevas Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) hacia las comunidades más pobres.

## 1.2. TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

La instrumentación tecnológica es una prioridad en la comunicación de hoy en día. Las tecnologías de la comunicación son una importante diferencia entre una civilización desarrollada y otra en vías de desarrollo. Éstas poseen la característica de ayudar a comunicarnos ya que, a efectos prácticos, en lo que a captación y

transmisión de información se refiere, desaparece el tiempo y las distancias geográficas.<sup>2</sup>

### 1.2.1. Conceptos básicos

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación o también conocidas como TIC es un término que actualmente se lo está utilizando para describir los diferentes servicios, redes, software informáticos, dispositivos computacionales o de red, transmitidos o difundidos, dentro de un entorno interconectado, a través de las diferentes redes de Telecomunicaciones.

Las TIC, mediante sus herramientas o sistemas computacionales nos permitirán, almacenar, procesar, sintetizar, recuperar y presentar información de una forma más variada. Pero las TIC incluyen también las redes de Telecomunicaciones como la televisión, radio, telefonía fija, telefonía celular, internet mediante sus blogs, páginas web y por supuesto correo electrónico. Todas estas herramientas electrónicas son de vital importancia en nuestra sociedad actual, y para futuros profesionales.

Se debe señalar que las TIC son medios y de ninguna manera se las puede manejar como un fin, ya que son herramientas que nos van a permitir desarrollar un cambio en la sociedad, en la educación, en nuestras habilidades de aprendizaje, en nuestras habilidades físicas y mentales y en las formas de difundir y generar conocimiento.

---

<sup>2</sup> Información tomada de la página web:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADas\\_de\\_la\\_informaci%C3%B3n\\_y\\_la\\_comunicaci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADas_de_la_informaci%C3%B3n_y_la_comunicaci%C3%B3n)

El tipo de tecnologías utilizadas por las TIC, ha tenido un desarrollo muy importante, desde la fibra óptica, hasta las redes inalámbricas, con lo que se obtienen muchas ventajas como: el aspecto económico y la transmisión de datos a gran velocidad.

### **1.2.2. Características**

- La principal característica de las TIC no es el hecho de utilizar tecnología de última generación, sino el hecho de poder acceder a la información, al conocimiento y a las comunicaciones; necesidades primordiales tanto en el aspecto económico y social.
- Se relacionan en mayor parte con el uso del Internet y de la informática, beneficiando al área educativa haciéndola más accesible y dinámica.
- Es una inversión a largo plazo.
- Las tecnologías de la Información y la Comunicación son una pieza importante en la diferencia entre países desarrollados y países en vías de desarrollo.
- Las TIC han sido un punto clave en el desarrollo y crecimiento económico en países de América Latina como: Argentina, Brasil, Chile, México, Venezuela, así como en países poderos del mundo: Estados Unidos, Alemania, Canadá, Japón, Francia, Italia, el Reino Unido, etc.
- Ecuador como país Latinoamericano aun se encuentra en una fase de desarrollo y aplicación de las TIC's, aunque se han adoptado varias estrategias para la implementación de tecnología tanto en educación, Salud y en el sector empresarial, obteniendo como resultado grandes logros.

### 1.2.3. Ventajas

- Reducen el impacto nocivo al medio ambiente.
- Mejora las comunicaciones
- Las TIC nos ayudan a ampliar nuestras capacidades físicas y mentales mejorando nuestro desarrollo social.
- Favorecen la cooperación y colaboración entre distintas entidades.
- Ofrecen múltiples beneficios y desarrollos tanto a la educación como a la salud, elevando la calidad de vida de los individuos.
- Brindan beneficios a las PYME<sup>3</sup> locales, permitiendo presentar, mejorar y vender sus diferentes productos y servicios a través de la web.
- Permite el desarrollo de la educación a distancia a través del acceso a fuentes de información de manera rápida y fiable, acortando las distancias geográficas.
- Incluyen nuevos servicios de comunicación a la comunidad como la telefonía IP, ya que esta representa un papel muy importante en la sociedad actual.

### 1.2.4. Desventajas

- Los diferentes servicios que brindan las TIC, junto con el crecimiento del Internet ha dividido a la sociedad entre ricos y pobres, estudiantes del sector urbano de los rurales, estudiantes de analfabetos, ampliando la ya existente “brecha digital.” La cual conlleva a los marginados a perder una gran oportunidad de desarrollar en todos los ámbitos, aumentando otras brechas existentes.

---

<sup>3</sup> PYME (Acrónimo de pequeña y mediana empresa, es un tipo de empresa cuya dimensión tiene sus limitaciones algunas veces designadas por el Estado o Región.)

- Se puede generar un aislamiento en los estudiantes y de sus instituciones y disminuir puestos de trabajo.
- Genera una dependencia tecnológica al creer que la tecnología puede solucionar muchos problemas pudiendo generar frustraciones al ver que esa tecnología no funciona correctamente.
- Problemas de libre acceso a la inmensa información. Muchas ocasiones la información existente en Internet es considerada como “basura” los cuales son nocivos para el usuario.
- Barreras económicas debido a que el precio de los equipos para implementar este tipo de tecnología es relativamente elevado teniendo que renovar los mismos cada 4 o cinco años.

### **1.3. PLAN DE SERVICIO UNIVERSAL EN EL ECUADOR**

#### **1.3.1. Introducción**

La ausencia de servicios básicos en las regiones más alejadas del Ecuador, así como de centros rurales y redes comunitarias ubicadas en zonas alejadas de las ciudades con bajo desarrollo económico, social y baja densidad poblacional han imposibilitado el desarrollo equilibrado de los diferentes pueblos.

Las escasa cobertura de servicios de Telecomunicaciones en áreas rurales y urbano marginales, impiden el desarrollo de estas regiones y minimiza la obligación del estado en dichas regiones<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Información tomada de la página web:

[http://www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&id=26&Itemid=87](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=26&Itemid=87)

En el Ecuador el Servicio Universal en el sector de las Telecomunicaciones se encuentra conceptualizado como el derecho de toda persona el acceder por lo menos a un servicio básico de Telecomunicaciones, por tal motivo este derecho es uno de los principales objetivos del Estado.

La provisión de estos servicios de Telecomunicaciones se lo realiza a través de los operadores titulares de una concesión y a través del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones para financiar los proyectos en áreas rurales y urbano marginales a través de centros o redes comunitarias.

Es de conocimiento internacional que el acceso o no a los servicios de telecomunicaciones, por parte de los diferentes grupos sociales, genera diferencias sociales entre países e incluso entre sectores y/o zonas sociales dentro de un mismo país.

Las estadísticas mundiales del internet nos muestran que Ecuador tiene una penetración a la internet en el 2006 con respecto al número de habitantes, es del 14.3 %. De acuerdo a estadísticas de entre los 10 países con mayor acceso a Internet nuestro país se encuentra en el sexto lugar con una penetración del 5.2%, es decir que existe una brecha digital en nuestro país, con respecto a otros países latinoamericanos muy grande.

**Tabla 1. 1. Tabla estadística del número de usuarios de Internet en América del Sur, actualizada en noviembre del 2005.<sup>5</sup>**

### USUARIOS INTERNET SUDAMERICA

AMERICA DEL SUR	Poblacion ( Est. 2005)	Usuarios año 2000	Usuarios,Dato mas reciente	Penetracion (% Población)	% de Usuarios	Crecimiento (2000 - 2005)
Argentina	37,584,554	2,500,000	<b>7,500,000</b>	20.0 %	15.4 %	200.0 %
Bolivia	9,073,856	120,000	<b>350,000</b>	3.9 %	0.7 %	191.7 %
Brasil	181,823,645	5,000,000	<b>22,320,000</b>	12.3 %	45.9 %	346.4 %
Chile	15,514,014	1,757,400	<b>5,600,000</b>	36.1 %	11.5 %	218.7 %
Colombia	45,926,625	878,000	<b>3,585,688</b>	7.8 %	7.4 %	308.4 %
Ecuador	12,090,804	180,000	<b>624,600</b>	5.2 %	1.3 %	247.0 %
Guayana Francesa	194,277	2,000	<b>38,000</b>	19.6 %	0.1 %	1,800.0 %
Guyana	877,721	3,000	<b>145,000</b>	16.5 %	0.3 %	4,733.3 %
Paraguay	5,516,399	20,000	<b>150,000</b>	2.7 %	0.3 %	650.0 %
Peru	28,032,047	2,500,000	<b>4,570,000</b>	16.3 %	9.4 %	82.8 %
Suriname	460,742	11,700	<b>30,000</b>	6.5 %	0.1 %	156.4 %
Uruguay	3,251,269	370,000	<b>680,000</b>	20.9 %	1.4 %	83.8 %
Venezuela	24,847,273	950,000	<b>3,040,000</b>	12.2 %	6.3 %	220.0 %
<b>TOTAL SUDAMERICA</b>	<b>365,195,887</b>	<b>14,292,100</b>	<b>48,633,288</b>	<b>13.3 %</b>	<b>100.0 %</b>	<b>240.3 %</b>

Con la llegada de nuevas alternativas tecnológicas consideradas básicas hasta ahora como es el internet, se hace cada vez más difícil la universalización de las telecomunicaciones.

El escaso número de habitantes en zonas rurales y urbano marginales hacen que el PSU genere un problema adicional, como es el costo de hacer llegar el

<sup>5</sup> Tabla obtenida de la página web: <http://www.exitoeexportador.com/stats2.htm>

servicio de telecomunicaciones a éstas zonas alejadas. Pero es en estas zonas donde el servicio universal de telecomunicaciones se hace cada vez más imprescindible no solo por el desarrollo económico de la zona o por la necesidad de que cada una de las personas puedan acceder a un sistema de educación con niveles comparables, sino que nos facilitan y nos ayudan a resolver problemas de carácter social como por ejemplo la salud a través de la telemedicina.

La inclusión de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) así como las Telecomunicaciones constituyen una base primordial para el desarrollo económico y social de un país ya que nos permiten mejorar la producción, administración, salud, educación y el nivel de vida de cada ciudadano. En el ámbito nacional la preocupación es mejorar la prestación de los servicios de las Telecomunicaciones a los sectores menos favorecidos y servidos.

El continuo desarrollo de las telecomunicaciones en países desarrollados ha cobrado gran importancia, generando un crecimiento en la brecha digital con relación a los países menos desarrollados o de tercer mundo. Es por eso que desde principios del año dos mil, en el Ecuador se ha puesto en marcha una serie de reformas estructurales, orientadas a sentar las bases que permitan un crecimiento económico sostenido<sup>6</sup>.

Como parte a la reestructuración y como una forma de solución se creó el Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales (FODETEL)<sup>7</sup>, con la finalidad exclusiva de financiar proyectos que permitan dotar de servicios básicos de telecomunicaciones a las áreas rurales y urbano marginales del Ecuador, en reconocimiento al impacto positivo que dicha expansión de servicios puede tener en su desarrollo

---

<sup>6</sup> Información tomada de la página web:

[http://www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&id=26&Itemid=87](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=26&Itemid=87)

<sup>7</sup> Ver Anexo 1

El PSU es un pilar importante que nos ayudará a romper las diferentes barreras que nos impiden el acceso a las TIC, señaladas en el capítulo 8 de la Agenda Nacional de Conectividad, constituye un instrumento dinámico y flexible que articula políticas, estrategias, programas y proyectos dirigidos a dotar de servicios de telecomunicaciones a la sociedad ecuatoriana en su entorno nacional, subregional y global, utilizando Tecnologías de Información y Comunicación, que tiene como sus fines la evolución hacia la Sociedad Global de la Información y el Conocimiento, así como garantizar el ejercicio del derecho al acceso y uso de manera justa y democrática a las TIC para permitir el desarrollo humano integral de los habitantes de la República del Ecuador<sup>8</sup>.

### **1.3.2. Conceptos**

#### **Servicio Universal**

Obligación de extender el acceso de un conjunto definido de servicios de telecomunicaciones aprobados por el CONATEL a todos los habitantes del territorio nacional, sin perjuicio de su condición económica, social o su localización geográfica, a precio asequible y con la calidad debida<sup>9</sup>.

#### **Acceso Universal**

Disponibilidad de los servicios de telecomunicaciones a una distancia aceptable con respecto a los hogares o lugares de trabajo<sup>10</sup>.

---

<sup>8</sup> Información tomada de la página web:

[http://www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&id=26&Itemid=87](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=26&Itemid=87)

<sup>9</sup> Artículo 2, Reglamento del Fondo para el desarrollo de las Telecomunicaciones en Areas Rurales y Urbano Marginales.

<sup>10</sup> Artículo 2, Reglamento del Fondo para el desarrollo de las Telecomunicaciones en Areas Rurales y Urbano Marginales.

### **1.3.3. Conjunto de Servicios que Constituyen el Servicio Universal de Telecomunicaciones.**

Los servicios de telecomunicaciones a prestar por los operadores de telecomunicaciones son: telefonía fija y móvil con servicios de: telefonía pública, larga distancia nacional e internacional y el servicio agregado de internet, llamadas de emergencia, acceso a operadora, tanto en las áreas urbanas como en las rurales.

### **1.3.4. Programas y Proyectos del PSU**

El diseño y estudios de programas y proyectos para el Acceso Universal de servicios están a cargo de la CONATEL que es la entidad reguladora de telecomunicaciones en el país y será la encargada de determinar los alcances de cada uno de los proyectos.

El Acceso Universal se regirá principalmente por:

- Las resoluciones del CONATEL que establezca los servicios incluidos y los sectores beneficiados con los Programas del Acceso Universal.
- El modelo de cálculo del subsidio requerido para hacer financieramente rentables proyectos de telecomunicaciones rurales, sus parámetros de entrada y el procedimiento para el cálculo de los beneficios no monetarios derivados de la prestación de los servicios.
- El mecanismo para la revisión periódica de los programas y ubicación de localidades de alto costo, de servicios y clientes específicos.

La CONATEL deberá revisar y si es necesario ampliar los Servicios Universales en función de la evolución tecnológica, dependiendo de la demanda existente en el mercado o por consideraciones de carácter político, social o territorial.

Los proyectos y programas de PSU deberán ser implementados en todas la regiones del Ecuador que se encuentren a distancias aceptables incluyendo a las poblaciones que se encuentran en áreas rurales y urbano marginales.

Se consideran como zonas a distancias no aceptables o no rentables aquellas ubicadas geográficamente de forma que un operador eficiente no cubriría las demandas a precios asequibles; además se debe tomar en cuentas el nivel de desarrollo económico, densidad poblacional y su carácter de zona rural o insular.

De acuerdo a las demandas y a las necesidades existentes en el país se han establecido los programas que constituyen el PSU los cuales deberán contemplar un estudio de costos correspondientes, cronogramas y estrategias que permitirán realizar un continuo seguimiento por parte del FODETEL. Los programas son:

- Programa de Telefonía
- Programa de puntos de acceso a las TIC.
- Programa de Telecentros.
- Programa de Seguridad Ciudadana.

#### **1.3.5. Programa de Telecentros**

Este programa tiene como objetivo prestar el acceso a los servicios de telecomunicaciones y a las Tecnologías de la Información y Comunicación a las diferentes comunidades rurales y urbano marginales que actualmente no cuentan con este servicio mediante la creación o instalación de Centros Comunitarios Polivalentes para fomentar el desarrollo de los habitantes beneficiarios en los diferentes ámbitos como son el social, económico, educacional, productivo, turístico, etc.

Los Telecentros Comunitarios Polivalentes deberán ser instalados en lugares convenientes para cada localidad y los servicios que se ofrezcan deberán satisfacer las necesidades de cada comunidad. Los servicios irán aumentando de acuerdo al incremento de la demanda

La creación y desarrollo de estos programas se lo realizará a través del FODETEL en conjunto con distintas empresas interesadas en este tipo de proyectos como por ejemplo las ONGs.

El Programa de Telecentros estará estructurado de la siguiente manera:

- Proyectos de Telecentros Comunitarios Polivalentes financiado por el FODETEL.
- Proyectos de Telecentros a cargo de otras instituciones u organismos.
- En este trabajo nos referiremos solamente a los Proyectos Comunitarios Polivalentes financiados por el FODETEL

### **1.3.6. Proyectos de Telecentros Comunitarios Polivalentes (TCP)**

Los Telecentros Comunitarios Polivalentes, anteriormente conocidos como “Tele quioscos”, son instalaciones que brindan servicios de información y de comunicación y se los identifica como un medio para el desarrollo de las zonas rurales y urbano marginales.

Además de brindar acceso a las TIC y a las telecomunicaciones, un TCP muy bien equipado puede brindar servicios de acceso a redes de datos, a Internet, correo electrónico, acceso a base de datos electrónicas, etc.

Es por esta razón que el FODETEL ha creído necesario la creación de proyectos que ayuden a mejorar el sistema de educación en el Ecuador a través de la creación de TCP en zonas rurales y urbano marginales del país.

En este proyecto se realizará el diseño técnico, análisis legal y económico de uno de estos proyectos. El proyecto a tratar es:

**“Estudio y diseño de un sistema de telecomunicaciones para implementar servicios de Internet en centros educativos del cantón Montecristi provincia de Manabí”**

Los diferentes estudios, tanto técnicos como legales y económicos se irán desarrollando en los capítulos siguientes.

## CAPITULO 2

### ESTUDIO DE CAMPO

#### 2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CANTÓN MONTECRISTI

Cantón con historia y mucha tradición. Su más grande figura histórica es el general Eloy Alfaro Delgado, uno de los mayores revolucionarios del país. Parte de sus restos reposan en el museo de la Ciudad Alfaro, ubicado en lo alto del cerro Montecristi, escalado por personas que gustan del riesgo y la aventura. Cuenta con playas, siendo la más visitada San José.

El Cantón Montecristi sede de la Asamblea Nacional Constituyente está ubicado al Sur Occidente de la provincia de Manabí, a 11 Km de la ciudad de Manta, con una superficie de 734.2 Km<sup>2</sup> aproximadamente. Limita al Norte con el Cantón Jaramijó, al Sur con el Océano Pacífico y el Cantón Jipijapa, al Este con los cantones Portoviejo y Jipijapa, al Oeste con el Puerto de Manta.

#### **Parroquias**

- **Urbanas:** Montecristi
- **Rurales:** La Pila

La temperatura media anual es superior a los 24 grados centígrados, y las precipitaciones medias anuales oscilan entre los 250 y 500 milímetros. La economía

de los habitantes de Montecristi se sustenta en la industria, la agricultura y el comercio.

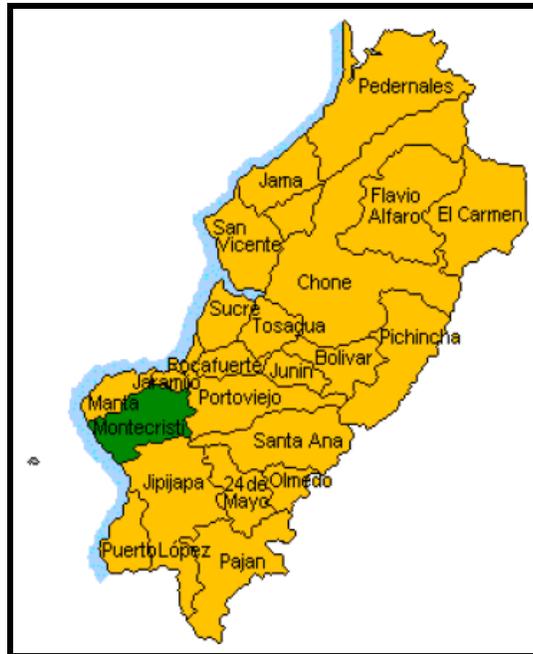


Figura 2.1. Mapa de la provincia de Manabí <sup>11</sup>



Figura 2. 2. Límites del Cantón Montecristi

<sup>11</sup> Imagen tomada de la página web del INEC, de sus Fascículos Cantonales:

[www.inec.gov.ec/web/guest/publicaciones/anuarios/cen\\_nac/fas\\_can](http://www.inec.gov.ec/web/guest/publicaciones/anuarios/cen_nac/fas_can)

## Cerro Montecristi

El Cerro Montecristi de 443 metros de altura sobre el nivel del mar, a cuya base, semicircundándolo, está el pueblo que lleva su nombre con diversidad de flora y fauna se constituye en un mirador para los Cantones Manta, Jipijapa y Jaramijó. El Cerro Montecristi cumple un papel muy importante en el presente proyecto, ya que a más de ser el principal Cerro del Cantón, se tiene muy buena visibilidad desde cualquier parte del territorio del Cantón hacia la cima del mismo.

**Tabla 2. 1 Coordenadas Geográficas del Cerro Montecristi**

Latitud			Longitud			Altura (m)
Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	
1	3	11	80	40	15	610



**Figura 2. 3 Imagen Satelital del Cerro Montecristi, Provincia de Manabí.<sup>12</sup>**

<sup>12</sup> Imagen tomada del programa Google Earth.

## 2.2. INFORMACIÓN SOCIO ECONÓMICA DEL CANTÓN MONTECRISTI

### 2.2.1. Población

La población del Cantón según los Resultados Preliminares del VI Censo de Población y V de Vivienda realizado en el año 2001 por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), es de 43.400 habitantes (21.812 hombres y 21.588 mujeres), y representa el 3,7% del total de la Provincia de Manabí; ha crecido en el último período intercensal 1990-2001, a un ritmo del 3,5% promedio anual. El 66,3 % de su población reside en el Área Rural; se caracteriza por ser una población joven ya que el 43,1 % son menores de 20 años.

**Tabla 2. 2 Población del Cantón MONTECRISTI, según el Censo del 2001<sup>13</sup>**

ÁREAS	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
URBANA	14.636	7.122	7.514
RURAL	28.764	14.690	14.074
<b>TOTAL</b>	<b>43.400</b>	<b>21.812</b>	<b>21.588</b>

**Tabla 2. 3. Población del Cantón MONTECRISTI, según Parroquias<sup>14</sup>**

PARROQUIAS	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
MONTECRISTI (URBANO)	7.122	7.514	14.636
ÁREA RURAL	14.690	14.074	28.764
PERIFERIA	13.569	13.124	26.693
LA PILA	1.121	950	2.071
<b>TOTAL</b>	<b>21.812</b>	<b>21.588</b>	<b>43.400</b>

<sup>13</sup> Datos tomados de la página web del INEC, de sus Fascículos Cantonales:

[www.inec.gov.ec/web/guest/publicaciones/anuarios/cen\\_nac/fas\\_can](http://www.inec.gov.ec/web/guest/publicaciones/anuarios/cen_nac/fas_can)

<sup>14</sup> Datos tomados de la página web del INEC, de sus Fascículos Cantonales:

[www.inec.gov.ec/web/guest/publicaciones/anuarios/cen\\_nac/fas\\_can](http://www.inec.gov.ec/web/guest/publicaciones/anuarios/cen_nac/fas_can)

## 2.2.2. Escolaridad

Para tener un breve conocimiento sobre el nivel de educación de las personas en el Cantón Montecristi, se tomarán algunos datos sobre los índices de escolaridad que se encuentran en los indicadores del SIISE (Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador) y del último Censo de Población y Vivienda realizado por el INEC (Instituto Nacional de Encuestas y Censos).

El nivel de educación promedio de las personas, menores de 24 años, en el Cantón Montecristi es cerca de 5.3 años, para la población del área urbana es de 6,4 años y para el área rural 4,7 años. Estos índices indican que la mayoría de personas solo han llegado a recibir un nivel de instrucción básico.

**Tabla 2. 4. Años de Escolaridad Promedio por parroquias**

<b>Parroquia</b>	<b>Años de escolaridad</b>	<b>Población de 24 años y más</b>
Montecristi	5,3	20.032
La Pila	5,8	1.016
<b>TOTAL</b>	<b>5,4</b>	<b>21.048</b>

**Tabla 2. 5. Población del Cantón MONTECRISTI, según niveles de instrucción. Censo 2001**

<b>NIVELES DE INSTRUCCIÓN</b>	<b>POBLACIÓN</b>		
	<b>URBANO</b>	<b>RURAL</b>	<b>TOTAL</b>
NINGUNO	899	2.836	3.735
CENTRO ALFAB.	54	126	180
PRIMARIO	6.823	15.797	22.620
SECUNDARIO	3.059	3.661	6.720
POST BACHILLERATO	140	87	227
SUPERIOR	1.128	642	1.770
POSTGRADO	7	11	18
NO DECLARADO	1.027	2.201	3.228

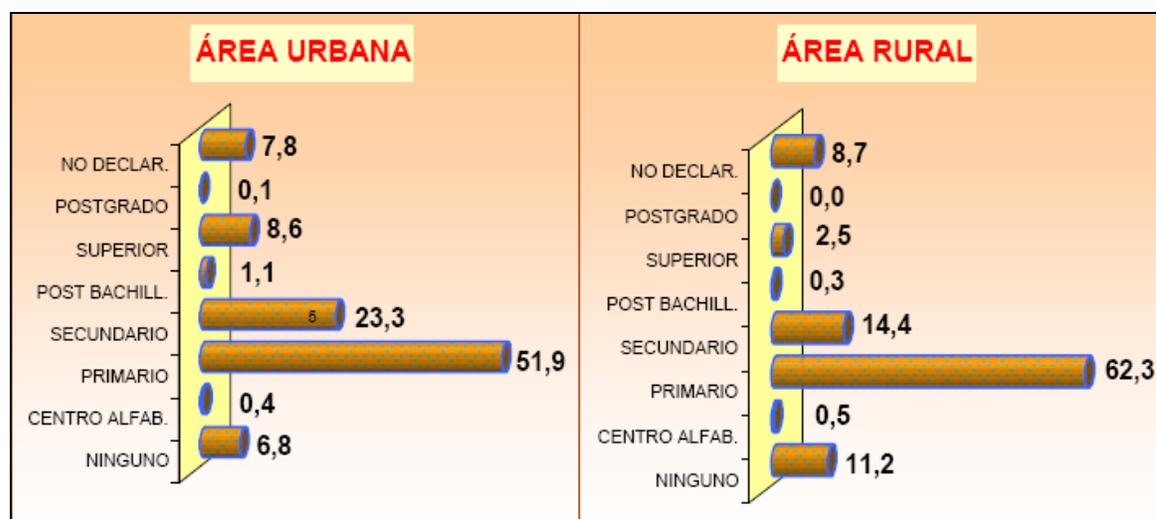


Figura 2. 4. Porcentajes de población, por niveles de educación.<sup>15</sup>

### 2.3. LOCALIDADES BENEFICIARIAS

Las localidades en donde se instalará el servicio de Internet deben estar ubicadas en sectores rurales y urbano marginales de la Provincia de Manabí. El Gobierno de la Provincia de Manabí es el responsable de escoger los centros educativos más idóneos para el presente proyecto, además de que los centros educativos beneficiarios sean los más representativos del cantón Montecristi.

El Municipio de Montecristi ha reunido en una tabla diferentes datos de las localidades beneficiarias, como: dirección, número de alumnos, parroquia a la que pertenecen y si cada unidad educativa cuenta con energía eléctrica. La información antes mencionada se detalla a continuación en la siguiente tabla.

<sup>15</sup> Imagen tomada de la página web del INEC, de sus Fascículos Cantonales:

[www.inec.gov.ec/web/guest/publicaciones/anuarios/cen\\_nac/fas\\_can](http://www.inec.gov.ec/web/guest/publicaciones/anuarios/cen_nac/fas_can)

Tabla 2. 6. Localidades Beneficiarias

No	Nombre del Plantel	Parroquia	Dirección / Recinto	Nro. Alumnos	Energía Eléctrica
1	Medardo Alfaro	Montecristi	Colorado	158	SI
2	Alejandro Alvia Santana	Montecristi	Estancia Las Pampas 2	60	SI
3	Aníbal San Andrés N.2	Montecristi	Cerro Guayabal	127	SI
4	Pedro Moncayo N.82	Montecristi	Bajo de Afuera	272	SI
5	San José	Montecristi	Bajo de Afuera	154	SI
6	Alfredo Baquerizo Moreno	Montecristi	Bajo del Pechiche	428	SI
7	5 de Junio	Montecristi	Río Bravo	58	SI
8	José María Urbina	Montecristi	Manantiales	112	SI
9	Montoneros de Alfaro	Montecristi	La Naranja	12	SI
10	Cristóbal Colon N. 5	Montecristi	Río Caña	60	SI
11	Cristóbal Colon N. 5	Montecristi	Unión Patria	20	SI
12	Andrés Emilio Robles	Montecristi	El Chorrillo	43	SI
13	Miguel Ángel Torres Luna	Montecristi	Cdla. La Paola	120	SI
14	Juan León Mera	Montecristi	Cdla. La Paola	120	SI
15	Colorado	Montecristi	Colorado	315	SI
16	Carlos R. Tobar	Montecristi	El Arroyo	120	SI
17	Tohalli	Montecristi	Cdla. Tohalli	360	SI
18	Edufco Temistocles Estrada H	Montecristi	Las Colinas	380	SI
19	Rocke Cantos Barberan	Montecristi	Los Ángeles	360	SI
20	José Peralta	Montecristi	Cdla. Montalván	212	SI
21	El Prado	Montecristi	Arroyo Azul	15	SI
22	José Claudio Delgado Alvia	Montecristi	Los Corrales	70	SI
23	Antonio Flores Jijón	La Pila		250	SI
24	Dr. Rómulo Romeo Santana D	La Pila	Comuna Las Lagunas	81	SI

25	Cefora Carrillo de Carrillo	La Pila	Aguas Nuevas	20	SI
26	Alejandro Andrade	Montecristi	Cerro Copetón	25	SI
27	Sucre	Montecristi	Rocafuerte y 9 de julio	305	SI
28	Natividad Delgado de Alfaro	Montecristi	San José	120	SI
29	Eloy Alfaro	Montecristi	Parque central de Montecristi	60	SI
30	Dr. Camilo Gallegos Domínguez	Aníbal San Andrés	El Pueblito	160	SI
31	Aníbal San Andrés Robledo	Aníbal San Andrés	Calle Flavio Alfaro y Av. Metropolitana	362	SI
32	Manuel Octavio Rivera	Aníbal San Andrés	Los Pozos	160	SI
33	Lauro Palacios	Aníbal San Andrés	Los Pozos	90	SI
34	23 de Octubre	Montecristi	Cdla. El Porvenir	307	SI
35	Jaime Roldos Aguilera	Aníbal San Andrés	Colinas del Porvenir	42	SI
36	Aníbal San Andrés N.2	Montecristi	Cerro Guayabal	161	SI
37	Alejandro Alvia Santana	Montecristi	Estancia Las Pampas 2	60	SI
38	Walter Palacios	Montecristi	Pozo de la Sabana	55	SI
39	Leonidas Plaza Gutiérrez	Montecristi	La sequita	154	SI
40	Sefora E. Alfaro	Montecristi	Pepa de Huso	256	SI
41	Montecristi	Montecristi	Comuna Eloy Alfaro	200	SI
42	Flavio Alfaro	Montecristi	Simón Bolívar	87	SI
43	Luis Vargas Torres N. 145	Montecristi	Camarón de Arriba	6	SI
44	Alfonso Darquea N. 132	Montecristi	Las Pampas	75	SI
45	Tulmira Palacios Rivera	Montecristi	Las Cruces	50	SI
46	Jefatura Montecristi				SI
<b>Total Alumnos Beneficiarios</b>				<b>6.662</b>	

En total se tienen 45 centros educativos con un total de 6.662 alumnos que se encuentran estudiando en escuelas y colegios. Además se incluye en el proyecto a la Jefatura de Montecristi, a la cual se le dotara de igual manera de Internet. Se debe recalcar que la gran mayoría de centros educativos no cuentan con computadores para poder acceder al servicio de Internet, y los centros educativos que si poseen computadores se encuentran en mal estado o desactualizadas, por lo que en el presente proyecto se asume que en cada localidad no existen computadores por lo que se dotará de computadoras nuevas a cada institución, con excepción de la Jefatura de Montecristi, a la cual no se le dotará de ninguna computadora.

El número de computadores que se dotará a cada institución se encuentra detallado más adelante en el estudio de tráfico y su costo se encuentra incluido en el análisis económico.

#### **2.4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOREFERENCIADA DE LAS LOCALIDADES BENEFICIARIAS**

Una vez conocidas las localidades beneficiarias se procedió a tomar los datos geográficos (latitud, longitud y altura) de cada unidad educativa, mediante un GPS (Sistema de Posicionamiento Global) para ubicar cada centro educativo en nuestro software de simulación de radioenlaces RADIO MOBILE<sup>16</sup> para proceder a realizar nuestro diseño del sistema de comunicaciones.

Los datos que se tomaron mediante GPS en cada institución fueron:

- Latitud (en grados, minutos y segundos)
- Longitud (en grados minutos y segundos)
- Altura sobre el nivel del mar (en metros)

En el **ANEXO 3** se muestran varios mapas del Cantón Montecristi con las diferentes instituciones antes mencionadas distribuidas por parroquias.

---

<sup>16</sup> Ver **ANEXO 2**.

## Parroquia Montecristi

Tabla 2. 7. Coordenadas Geográficas de las unidades educativas en la parroquia Montecristi

Nombre del Plantel	Latitud			Longitud			Altura (m)
	Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	
Medardo Alfaro	01	03	45,1	80	35	35,4	200
Alejandro Alvia Santana	01	03	46,1	80	34	52,0	220
Aníbal San Andrés N.2	01	03	53,4	80	33	47,6	254
Pedro Moncayo N.82	01	04	39,5	80	40	04,7	156
San José	01	04	59,2	80	50	40,2	157
Alfredo Baquerizo Moreno	01	04	59,1	80	40	46,2	160
5 de Junio	01	12	58,8	80	44	23,3	80
José María Urbina	01	15	17,6	80	44	34,2	47
Montoneros de Alfaro	01	15	21,4	80	43	02,4	100
Cristóbal Colon N. 5	01	11	26,8	80	48	05,0	36
Cristóbal Colon N. 5	01	11	09,3	80	48	59,4	74
Andrés Emilio Robles	01	02	34,7	80	40	48,4	208
Miguel Ángel Torres Luna	01	01	26,3	80	40	50,5	110
Juan León Mera	01	00	55,0	80	40	50,4	70
Colorado	01	00	50,0	80	41	04,2	83
Carlos R. Tobar	01	00	11,9	80	40	22,1	70

Tohali	01	00	01,4	80	41	28,5	81
Edulfo Temistocles Estrada H	01	00	01,7	80	41	48,9	80
Rocke Cantos Barberan	00	59	30,3	80	41	18,1	60
José Peralta	00	59	24,2	80	42	00,2	71
El Prado	00	59	01,6	80	40	44,7	47
José Claudio Delgado Alvia	01	01	47,6	80	41	38,1	130
Alejandro Andrade	01	03	14,8	80	34	42,6	354
Sucre	01	03	02,8	80	39	39,3	143
Natividad Delgado de Alfaro	01	03	16,9	80	39	31,0	162
Eloy Alfaro	01	03	00,3	80	39	37,8	174
23 de Octubre	01	02	39,7	80	39	49,6	130
Aníbal San Andrés N.2	01	03	53,4	80	33	47,6	201
Alejandro Alvia Santana	01	03	46,0	80	34	51,7	259
Walter Palacios	00	59	23,1	80	37	52,7	71
Leonidas Plaza Gutiérrez	01	01	19,6	80	34	31,6	130
Sefora E. Alfaro	01	01	34,7	80	35	05,5	132
Montecristi	01	04	42,4	80	39	00,1	141
Flavio Alfaro	01	04	30,1	80	38	47,5	153
Luis Vargas Torres N. 145	01	07	32,6	80	46	18,8	171
Alfonso Darquea N. 132	01	07	41,0	80	47	49,8	196
Tulmira Palacios Rivera	01	09	28,1	80	51	30,1	143
Jefatura Política	01	03	2,1	80	39	37,9	169

## Parroquia La Pila

**Tabla 2. 8. Coordenadas Geográficas de las unidades educativas en la parroquia La Pila**

Nombre del Plantel	Latitud			Longitud			Altura (m)
	Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	
Antonio Flores Jijón	01	06	27,1	80	35	10,4	198
Dr. Rómulo Romeo Santana D	01	09	03,3	80	37	30,1	212
Cefora Carrillo de Carrillo	01	09	03,3	80	37	30,1	283

## Parroquia Aníbal San Andrés

**Tabla 2. 9. Coordenadas Geográficas de las unidades educativas en la parroquia Aníbal San Andrés**

Nombre del Plantel	Latitud			Longitud			Altura (m)
	Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	
Dr. Camilo Gallegos Domínguez	01	02	31,2	80	39	16,0	105
Aníbal San Andrés Robledo	01	02	41,6	80	39	29,5	124
Manuel Octavio Rivera	01	02	33,1	80	39	41,1	131
Lauro Palacios	01	02	25,0	80	39	45,4	128
Jaime Roldos Aguilera	01	03	08,0	80	39	06,3	117

## **CAPITULO 3**

### **ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS**

Como se señaló en el Capítulo 1, las redes de datos pueden utilizar para sus enlaces tanto los medios físicos (medios guiados) como los inalámbricos (medios no guiados). En este capítulo se va a realizar una breve descripción de las diferentes herramientas tecnológicas que se pueden utilizar para el diseño del sistema de telecomunicaciones así como los diferentes tipos y topologías de redes que se pueden utilizar.

#### **3.1. TIPO DE REDES DE DATOS**

Las redes de datos se pueden clasificar de acuerdo a la extensión geográfica que ocupa la red. De esta manera tenemos:

##### **3.1.1. Redes de Área Local**

Una red de área local o LAN (por sus siglas en inglés Local Area Network), es una red que conecta los computadores o dispositivos de red en un área con una extensión limitada a un edificio o a un entorno de hasta 200 metros como un centro educativo. Se usan para permitir a los usuarios enviar, recibir archivos y compartir el acceso a los diferentes tipos de datos así como los diferentes dispositivos de red permitiendo el ahorro de recursos.

Al estar restringidas en tamaño, las redes LAN, pueden llegar a tener velocidades de transmisión muy altas entre 10 y 100 Mbps experimentando bajo retardo y pocos errores. Suelen emplear tecnología de difusión a través de un cable sencillo al que están conectados todos los usuarios.

Una red de área local puede estar conformada desde dos computadoras hasta cientos de ellas. Todas se conectan entre sí por medios y topologías<sup>17</sup>. Al computador encargado de llevar el control de la red se le llama servidor y a los computadores o dispositivos de red que dependen de éste, se les conoce como nodos o estaciones de trabajo.

### 3.1.2. Redes de Área Metropolitana

Otro tipo de red que se aplica en las organizaciones es la red de área metropolitana o MAN (por sus siglas en inglés Metropolitan Area Network), es una red con una extensión geográfica más grande que la LAN pero utiliza una tecnología similar a la misma. La distribución de los equipos, pertenecientes a este tipo de red, se encuentran ubicados en diferentes áreas geográficas de tipo urbano, como una ciudad o municipio, aunque en la práctica dichas redes pueden abarcar un área de varias ciudades.

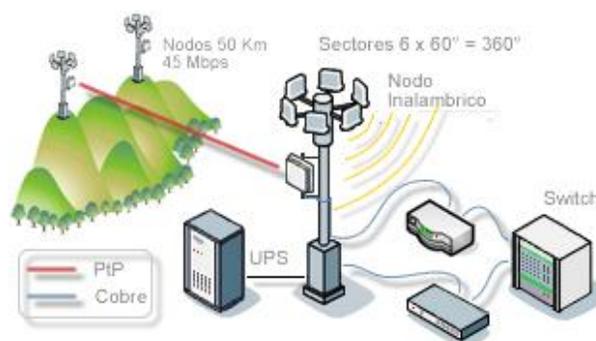


Figura 3. 1. Ejemplo de una Red MAN

<sup>17</sup> Topologías de red. Ver ANEXO 4

Es normal que en una MAN un proveedor de servicios monte su red telefónica, su red de datos y los otros servicios que ofrezca.

### **3.1.3. Red de Área Extendida**

Una red de área extendida o WAN (acrónimo de la expresión en inglés “Wide Area Network”), es un tipo de red de datos que se distribuye en un área geográfica extensa, que pueden sobrepasar ciudades, países e incluso continentes. Los enlaces para las redes WAN se lo realizan a través de instalaciones de telecomunicaciones privadas o públicas, además por microondas y satélites.

Muchas WAN son construidas por y para una organización o empresa particular y son de uso privado, otras son construidas por los proveedores de Internet (ISP) para proveer de conexión a sus clientes.

Su función fundamental está orientada a la interconexión de redes o equipos terminales que se encuentran ubicados a grandes distancias entre sí. Para ello cuentan con una infraestructura basada en poderosos nodos de conmutación que llevan a cabo la interconexión de dichos elementos, por los que además fluyen un volumen apreciable de información de manera continua.

## **3.2. ESCENARIOS ALAMBRICOS**

Los medios guiados son los que conducen las ondas electromagnéticas a través de un medio físico, ejemplos de estos medios físicos son: cable coaxial, par trenzado de cobre, y fibra óptica.

Para realizar redes de datos con cables o medios físicos existen innumerables opciones, pero en este capítulo se va a considerar las dos tecnologías más usadas y comunes a la fecha en el Ecuador como son: la tecnología ADSL y la Cable Modem.

### **3.2.1. ADSL**

ADSL son las siglas de la expresión en inglés de “Asymmetric Digital Subscriber Line,” (Línea de Suscripción Digital Asimétrica). Esta tecnología funciona o se apoya sobre el par trenzado de cobre de la línea telefónica del usuario, siempre y cuando esta distancia no supere los 5.5 Km medidos entre la central telefónica y el abonado. ADSL está constituido por tres canales de comunicación: Canal Downstream, Canal Upstream y Canal telefónico.

Es una tecnología de acceso al Internet de banda ancha, esto se logra mediante una modulación de señales a altas velocidades sobre las existentes líneas telefónicas de par de cobre, función realizada por el Router ADSL. Para evitar las distorsiones que se pueden presentar en la transmisión de la señal se utiliza un filtro o discriminador llamado Splitter, el cual es el encargado de separar la señal telefónica de las señales moduladas de la conexión ADSL.

Se denomina asimétrica a esta tecnología debido a que la velocidad de descarga (desde la red hasta el usuario) es superior a la velocidad de subida de datos (desde el usuario a la red). La velocidad de descarga de datos puede llegar hasta los 6 Mbps y la de subida de datos puede alcanzar los 800 Kbps.

#### **Ventajas**

- Usa infraestructura existente en la zona (red telefónica normal).
- Brinda la oportunidad de navegar por el Internet, mientras se utiliza el servicio telefónico normal.

- La velocidad de transmisión es mayor que la conexión a Internet por Dial – up.
- Conexión permanente al Internet con alta calidad de transmisión.
- Existe una amplia disponibilidad de soporte técnico.

### **Desventajas**

- Se requiere de una línea telefónica para su funcionamiento.
- No todas las centrales telefónicas poseen servicio ADSL.

La falta de líneas telefónicas en la zonas rurales y urbano marginales, imposibilita la utilización de esta tecnología para el diseño de la red que se desea realizar.

### **3.2.2. Cable Modem**

Es un tipo especial de modem que modula la señal de datos sobre una infraestructura de televisión por cable o CATV. Cable modem se utiliza para proveer el servicio de Internet de banda ancha aprovechando el ancho de banda que no es utilizado por la televisión por cable. Las velocidades de acceso al Internet a través del cable modem son mucho mayores que las de ADSL, llegando en el mejor de los casos hasta 500 Mbps.

Un inconveniente que presenta cable modem es que sus usuarios o abonados de comparten un mismo ancho de banda proporcionado por una única línea de cable coaxial, por lo tanto si todos los usuarios se conectan al mismo tiempo, la velocidad de transmisión de datos se verá reducida considerablemente.

Otro inconveniente que presenta cable modem es que los equipos pueden ser clonados, permitiendo el acceso ilegal a Internet.

### **3.3. ESCENARIOS INALÁMBRICOS**

La transmisión de datos a través de los medios no guiados han tenido gran acogida por su gran capacidad de cubrir grandes distancias y hacia cualquier dirección. Proporcionan un soporte para que las ondas se transmitan, pero no las dirigen; como ejemplo de ellos tenemos el aire y el vacío. La naturaleza del medio junto con la de la señal que se transmite a través de él constituyen los factores determinantes de las características y la calidad de la transmisión.

En esta sección del capítulo se va a revisar las diferentes tecnologías inalámbricas, para el diseño de la red comunal, de mayor demanda y disponibilidad existentes en el país como son: conexión satelital, Wi-Fi y WIMAX.

#### **3.3.1. Conexión Satelital**

Es una más de las múltiples tecnologías de banda ancha que permite acceder al servicio de Internet a alta velocidad utilizando como medio de comunicación un satélite artificial. Los satélites pueden recibir y transmitir señales de radio, televisión, telefonía y de cualquier otro tipo de datos.

Es un sistema recomendable de acceso rápido en aquellos lugares donde no puede llegar el ADSL o el Cable Modem, especialmente en el ámbito rural y zonas de alta montaña.

## Funcionamiento

Las señales llegan al satélite desde la estación en tierra por el "haz ascendente" y se envían a la tierra desde el satélite por el "haz descendente". Para evitar interferencias entre los dos haces, las frecuencias de ambos son distintas. Las frecuencias del haz ascendente son mayores que las del haz descendente, debido a que cuanto mayor sea la frecuencia se produce mayor atenuación en el recorrido de la señal, y por tanto es preferible transmitir con más potencia desde la tierra, donde la disponibilidad energética es mayor.

Para evitar que los canales próximos del haz descendente interfieran entre sí, se utilizan polarizaciones distintas. En el interior del satélite existen unos bloques denominados transpondedores, que tienen como misión recibir, cambiar y transmitir las frecuencias del satélite, a fin de que la información que se envía desde la base llegue a las antenas receptoras.

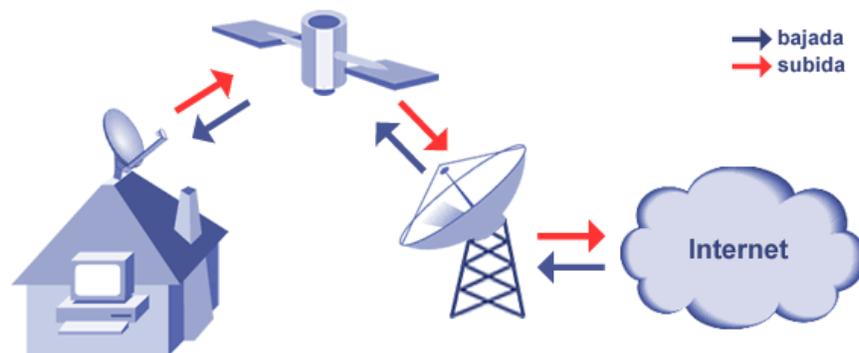


Figura 3. 2. Esquema del Funcionamiento de una Conexión Satelital

## Ventajas

- Conexión de alta velocidad a Internet vía satélite.
- Fiabilidad y seguridad.

- Es la mejor solución de acceso a Internet de banda ancha para zonas donde no llega ningún otro tipo de servicio, gracias a su amplia cobertura.
- Servicio de televisión añadido.

### **Desventajas**

- Precio. Usar un satélite para conectarse a Internet resulta muy caro, ya que requiere una cuota inicial muy elevada así como el costo para adquirir los equipos.
- Complejidad en la instalación y mantenimiento de los equipos.
- Vulnerabilidad en la red debido a que si el satélite deja de funcionar, la red que totalmente inhabilitada.
- Sensible a interferencias debido a que usa el espacio radioeléctrico.

### **3.3.2. Wi – Fi**

Cuando hablamos de WIFI nos referimos a una de las tecnologías de comunicación inalámbrica mediante ondas electromagnéticas más utilizada hoy en día. Aunque se pensaba que el término viene de Wireless Fidelity, el término Wi-Fi solo es un nombre comercial de la compañía Wi-Fi Alliance que está a cargo de certificar que los equipos cumplan con la normativa vigente, que en este caso es la IEEE 802.11<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> Los estándares IEEE 802.11 que comprende Wi-Fi se explican en el **ANEXO 5**

Esta tecnología es utilizada en redes inalámbricas basadas en espectro ensanchado<sup>19</sup> para la creación de redes de área local inalámbricas. No obstante Wi-Fi nos permite establecer enlaces de decenas de kilómetros bajo ciertas restricciones legales de potencia y con la ayuda de antenas externas, amplificadores, etc.

Al utilizar este tipo de tecnología para enlazar equipos que se encuentren a distancias considerables, se necesita de una línea de vista libre de obstáculos entre los dispositivos a conectar, para lograr alcances no mayores a los 40 kilómetros. Sin embargo para evitar obstáculos y generar mayores distancias en los enlaces, se suelen utilizar torres o estaciones repetidoras entre estaciones.

Wi-Fi está diseñado para trabajar en bandas de frecuencias libres o más conocidas como bandas de frecuencias ISM (Industrial, científica y Médica). En el Ecuador por Resolución N° 417-15-CONATEL-2005, las bandas de uso libre son las siguientes:

- 902 MHz – 928 MHz
- 2400 MHz – 2483.4 MHz
- 5150 MHz – 5250 MHz
- 5470 MHz – 5725 MHz
- 5725 MHz – 5850 MHz

Esta tecnología incorpora técnicas de espectro ensanchado como FHSS, DSSS y OFDM. Dependiendo del estándar cada una de estas técnicas proporcionan gran

---

<sup>19</sup> Espectro Ensanchado es una técnica de modulación que utiliza Wi-Fi para la transmisión de datos. Más información en el **ANEXO 6**.

robustez a la señal frente a interferencias y atenuaciones por caminos múltiples. La forma como trabajan las técnicas de espectro ensanchado FHSS y DSSS se detallarán en el Anexo 6.

Las redes Wi-Fi poseen una serie de ventajas, tales como las que se detallan a continuación:

- Wi-Fi usa el espectro de radio no licenciado y no requiere aprobaciones reguladoras para un despliegue individual.
- Los productos de Wi-Fi están extensamente disponibles en el mercado, lo que conlleva a una reducción en costos de equipos.
- Wi-Fi es un conjunto global de estándares, y de fácil configuración.
- Bajo consumo de potencia.
- Gran ancho de banda, hasta 54 Mbps, dependiendo del estándar a un precio reducido.

Entre las principales desventajas que Wi-Fi presenta, podemos mencionar las siguientes:

- Las redes Wi-Fi fueron diseñadas al inicio para redes locales, por lo que su mayor desventaja recae en la aplicación de esta tecnología para largas distancias.
- Una de las desventajas que tiene el sistema Wi-Fi es la pérdida de velocidad en comparación a una conexión con cables, debido a las interferencias y pérdidas de señal que el ambiente puede acarrear.
- Requiere línea de vista, lo que podría elevar el número de repetidores entre estaciones a grandes distancias.
- El número de colisiones aumenta en relación al número de usuarios.

### 3.3.3. Wimax

Wimax son las siglas de “Worldwide Interoperability for Microwave Access”, cuyo significado en español es: Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas. WIMAX es un estándar de transmisión inalámbrica de datos usando ondas de radio.

Este estándar, ofrece velocidades de transmisión de banda ancha de hasta 70 Mbps. Esta velocidad de transmisión se consigue utilizando la modulación OFDM y 256 subportadoras, esta técnica de modulación es también utilizada por WI-Fi.

El área de cobertura de WIMAX se sitúa en el rango intermedio entre las diferentes tecnologías de acceso, llegando a cubrir mayores áreas, con relación a Wi-Fi, llegando a cubrir áreas de hasta 50 kilómetros de radio. WIMAX permite la recepción de datos mediante *microondas* y la retransmisión mediante *ondas de radio*. Esto facilita el acceso no solo en zonas de población, sino también en zonas aisladas.

El estándar utilizado es el 802.16<sup>20</sup>, con sus respectivas variantes. Este estándar está regulado por el WIMAX Forum, asociación sin ánimo de lucro, encargada del desarrollo y control de la compatibilidad e interoperabilidad de los diferentes elementos que intervienen en esta tecnología (antenas, routers, receptores, etc.)

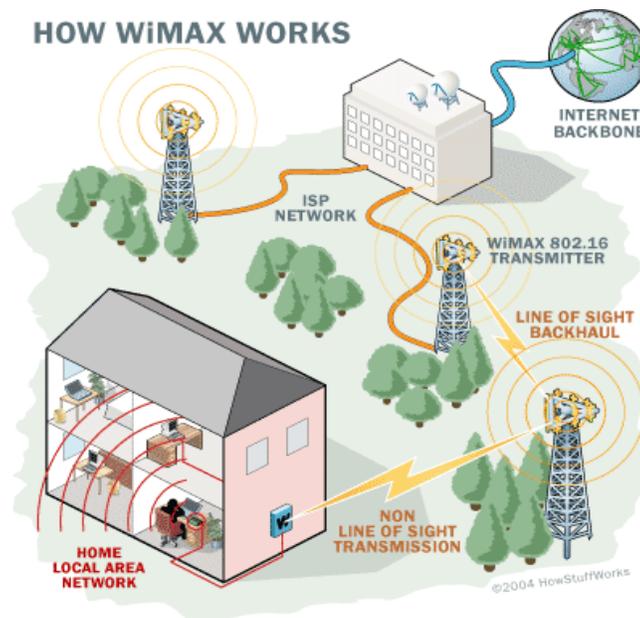
Las redes WIMAX son redes que trabajan bajo la tecnología NLOS (Non Line Of Sight), es decir, que permite la conexión entre equipos que no tengan línea de vista o que exista pequeños obstáculos entre ellos como casas, árboles o pequeños muros.

---

<sup>20</sup> La familia de estándares IEEE 802.16 se los detallan en el **ANEXO 7**

Al no existir línea de vista directa entre los equipos, tanto la velocidad de transmisión como el área de cobertura se ven afectados, reduciéndose notablemente. El mismo problema se presenta con la tecnología Wi-Fi.

Para una transmisión a distancias mayores (teóricamente hasta los 50 Km), mayores velocidades de transmisión, y menos interferencia es necesario que las antenas tengan una línea de visión directa o LOS (Line Of Sight).



**Figura 3. 3. Figura Representativa del funcionamiento de WIMAX**

WIMAX plantea dos rangos de frecuencias de funcionamiento de los equipos. El primero es el de las bandas licenciadas de 10 GHz a 66 GHz (necesita de línea de vista) y en segundo lugar se encuentran las bandas por debajo de 11 GHz (no requiere línea de vista) en las cuales se encuentran las bandas no licenciadas en el Ecuador.

A continuación se enlista las diferentes ventajas y desventajas del uso de WIMAX:

### **Ventajas**

- Distancia de hasta 50 kilómetros, logradas teóricamente.
- Altas velocidades de transmisión, de hasta 70 Mbps (dependiendo del tipo de estándar).
- Anchos de banda configurables y no cerrados. No aumentan las colisiones con el número de usuarios.
- No necesita de línea de vista entre los equipos para realizar un enlace.
- Proporciona calidad de servicio QoS.
- Puede servir tanto para dar acceso de última milla como para ser un enlace de transporte.

### **Desventajas**

- Como WIMAX brinda transmisión de datos a grandes velocidades, a distancias teóricamente grandes, los equipos para esta tecnología son elevadamente caros. Precios que se encuentran fuera del alcance de mucho entorno rurales.
- En el Ecuador, la SENATEL<sup>21</sup>, ha establecido que los operadores que usen WIMAX trabajen en la banda de frecuencia de 3.4-3.7GHz asignada a FWA (*Fixed-Wireless Access*) que quiere decir sistema de acceso inalámbrico fijo. Esta banda es licenciada, lo cual involucra un contrato de concesión para uso de dicha

---

<sup>21</sup> La SENATEL (Secretaría Nacional de Telecomunicaciones) es el organismo ecuatoriano de regulación del espectro radioeléctrico.

banda. Esta concesión representa una gran inversión para el caso de las Redes Comunitarias.

- El uso de bandas libres, implica una reducción en la potencia máxima de los equipos, lo que reduce las características de transmisión y cobertura.

### 3.4. SELECCIÓN DE LA MEJOR TECNOLOGÍA

Una vez realizado un breve estudio de las posibles tecnologías que se pueden emplear para el diseño de la red comunal, es necesario establecer la más apropiada, y la que más se ajusten tanto a los aspectos técnicos como económicos que conlleva el estudio y diseño de la red.

<b>Características</b>	<b>Wi-Fi</b>	<b>WIMAX</b>	<b>(ADSL/Cable Modem)</b>	<b>Conexión Satelital</b>
Cobertura	10-40Km	40-70Km	1-10Km	Total
Velocidad	11-54Mbps	75-100Mbps	1-1000Mbps	2-34Mbps
Precio	Bajo	Alto	Alto	Alto/Medio
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad</li> <li>• Precio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad</li> <li>• QoS</li> <li>• Alcance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcance</li> </ul>
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcance medio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto precio de los equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancias cortas</li> <li>• No disponible en zonas rurales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio</li> </ul>

**Tabla 3. 1. Tabla Comparativa entre las Tecnologías Descritas en el Capítulo 3**

Por lo antes expuesto se puede concluir que las diferentes tecnologías descritas en los escenarios alámbricos, no son de gran ayuda en el diseño de la red, ya que la disponibilidad de estos servicios de acceso es casi nula en las zonas rurales, además las distancias que se cubren con estas tecnologías son relativamente cortas.

Dado que los medios guiados no satisfacen las necesidades para desarrollar el diseño de la red, es necesario recurrir a los medios no guiados. En este escenario Wi-Fi y Wimax son las tecnologías más destacadas.

El principal aspecto para decidirse entre una de las dos tecnologías recae en el precio de los equipos, siendo los equipos de Wi-Fi los más baratos y con mayor demanda en el mercado. Las características de velocidad y cobertura de Wi-Fi, se ajustan sin ningún problema a las requeridas para elaborar el diseño de la red, brindando un servicio con una calidad muy aceptable.

Por tales razones se ha seleccionado a la tecnología Wi-Fi como la más idónea para el diseño de la red comunitaria.

### **3.5. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE UTILIZADO**

El software utilizado para la simulación de los radioenlaces fue RADIO MOBILE, éste software es de uso libre, es decir, que no requiere de una licencia pagada, y es muy utilizado hoy en día para simular radioenlaces con un sin número de características como:

- Seteo de pérdidas.
- Tipo de topología de la red.
- Propiedades de las Redes.

- Propiedades de los mapas.
- Características técnicas de los sistemas, como antenas, equipos, etc.
- Zonas de influencia o cobertura de un equipo.

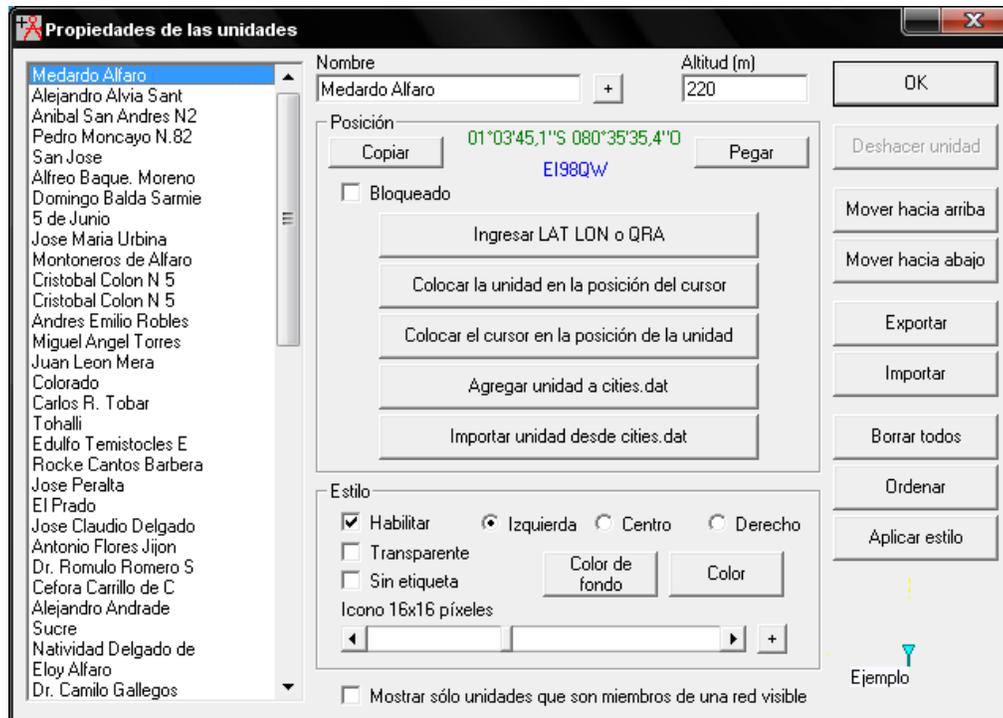
En esta parte del capítulo se procederá a describir de una manera sencilla, la forma de utilizar este software utilizando como ejemplo el diseño de la Red Comunal. Los aspectos a explicar son los siguientes:

- Propiedades de las unidades.
- Propiedades de los mapas.
- Propiedades de las redes.
- Visualización de resultados.
- Herramientas.

### **3.5.1. Propiedades De Las Unidades**

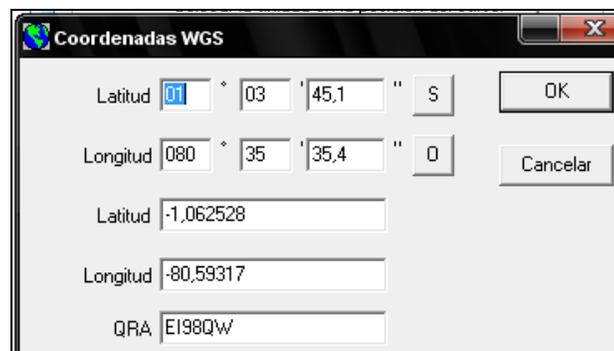
Las propiedades de las unidades permite ingresar los nombres de las unidades (Escuelas beneficiarias), escoger el tipo de estilo con el que el nombre de las unidades aparecerán en el mapa, este estilo incluye: posición de la etiqueta, color de la fuente e icono para representar la unidad en el mapa. Además nos permite ingresar los datos geográficos de cada unidad.

Para acceder a esta opción, se da clic izquierdo en la pestaña “Archivo” en la barra de herramientas. Seguidamente escogemos la opción “Propiedades de la unidad”, y se abre una ventana como la siguiente:



**Figura 3. 4. Ventana que muestra las Propiedades de las Unidades**

En esta ventana encontramos la opción que nos permite ingresar las coordenadas geográficas de las diferentes unidades beneficiarias de nuestra red comunal, así como la altura de las mismas (sobre el nivel del mar). Para ingresar las coordenadas damos clic izquierdo en la opción “Ingresar LAT LON o QRA”, y aparecerá la siguiente ventana:



**Figura 3. 5. Ventana para el ingreso de las Coordenadas Geográficas de las unidades de la red**

En esta ventana se ingresan los diferentes datos geográficos de cada unidad como latitud y longitud. Cada dato se ingresara en el formato de grados, minutos y segundos.

Luego de ingresar los datos geográficos y de haber escogido el estilo de todas las unidades, podemos observar las unidades ubicadas geográficamente en el mapa como se muestra en la siguiente figura:

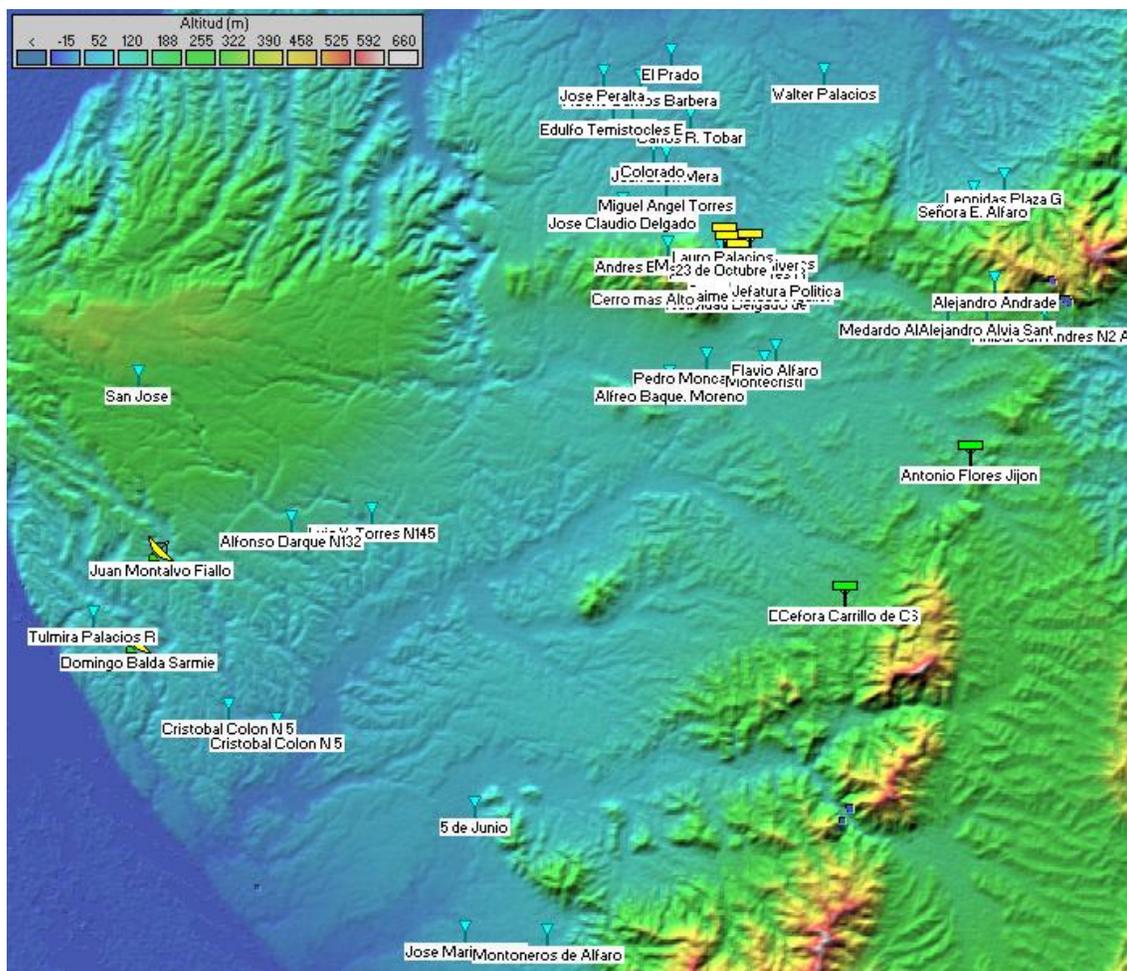


Figura 3. 6. Ubicación geográfica de las unidades de la red comunal

### 3.5.2. Propiedades De Las Redes

Para acceder a esta opción, se da clic izquierdo en la pestaña “Archivo” en la barra de herramientas. Seguidamente escogemos la opción “Propiedades de las redes”.

En las propiedades de las redes se encuentran las opciones para ingresar las características de una red como: parámetros, topología, miembros, sistema y finalmente estilo. Cada una de estas opciones se describen a continuación:

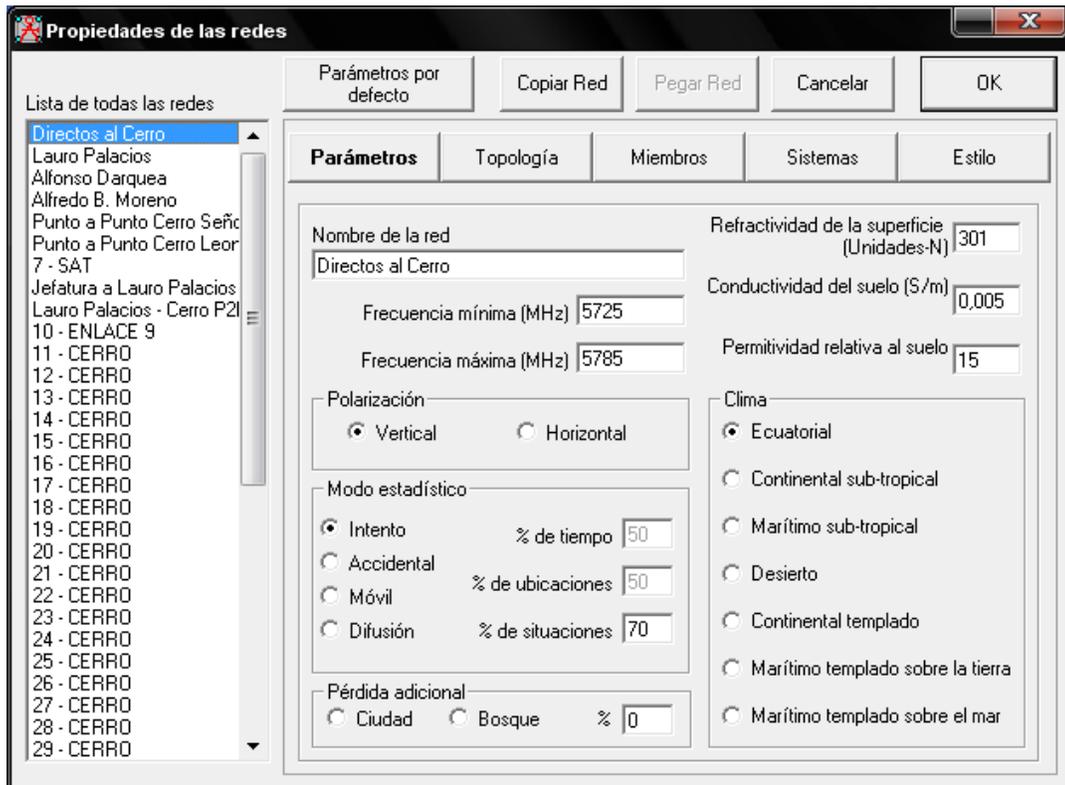


Figura 3. 7. Ventana que muestra las propiedades de la red

## Parámetros

En esta opción se pueden configurar los parámetros básicos de la red como: frecuencia de operación, polarización, refractividad de la superficie, conductividad del suelo, permitividad relativa de suelo, el clima, modo estático y pérdidas adicionales. Estos parámetros se los puede observar en la Figura 3.7.

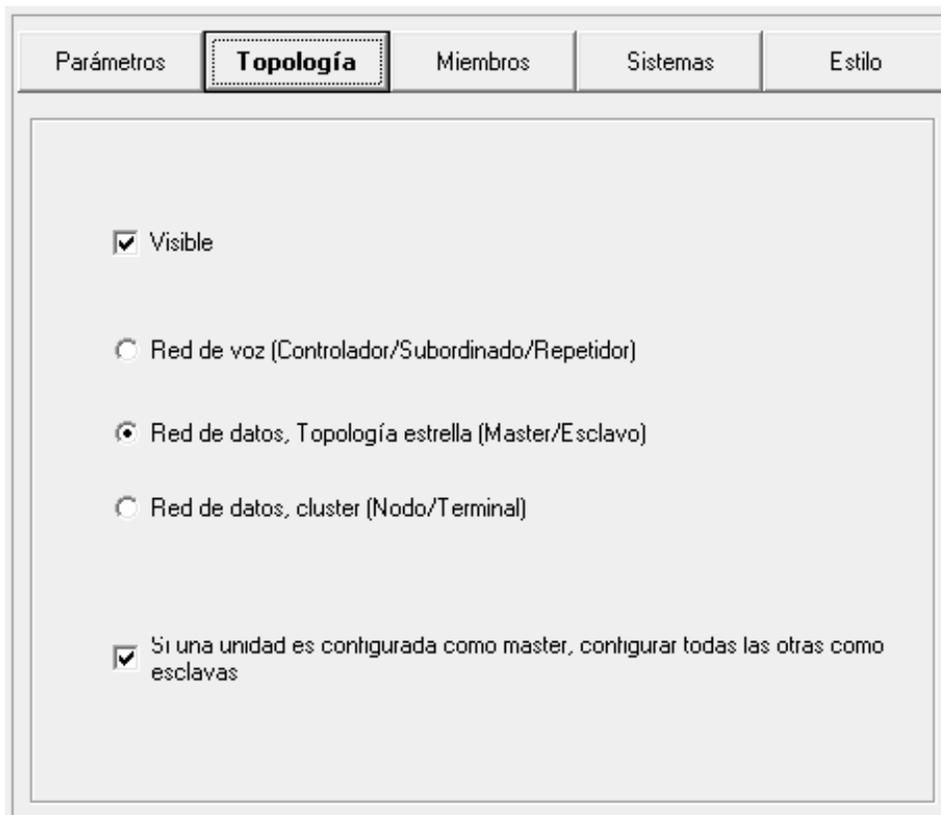
Todas estas características serán consideradas por el programa para simular de una manera mucho más parecida el entorno donde se realizarán los enlaces.

## Topología

En esta opción se puede escoger la topología de nuestra red. Existen tres opciones:

- Red de voz
- Red de datos, Topología Estrella
- Red de datos, cluster

Para el caso de nuestra red escogeremos la opción de red de datos, topología en estrella, debido a que nuestro diseño cuenta con una estación central o maestra y varias estaciones esclavas.



**Figura 3. 8. Topologías disponibles en RADIO MOBILE**

## **Miembros**

En esta ventana se escogerán las unidades que pertenezcan a una red, adicionalmente se escogerá el papel que desempeña en la red (para nuestro diseño: maestro / esclavo), así como el tipo de sistema que utilizara dicha unidad en la red.

Otra opción que se encuentra disponible en esta ventana es la altura de la antena que se utilizará en cada unidad y la orientación (azimut) de la misma.

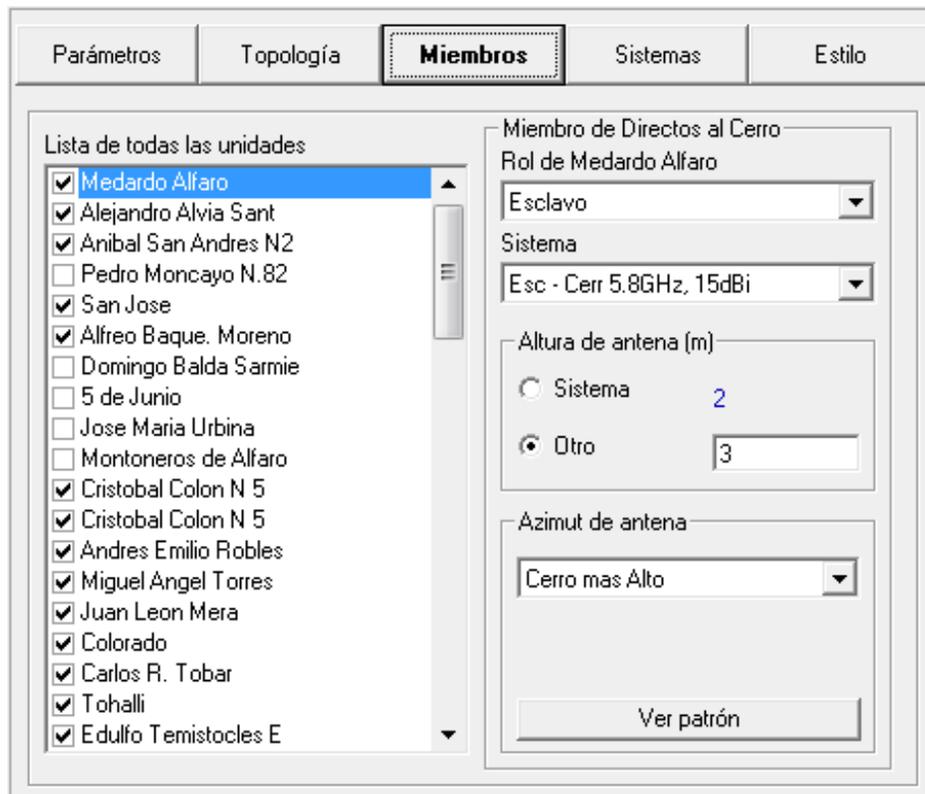


Figura 3. 9. Selección de los miembros de una red

## Sistemas

En esta sección de propiedades de la red, se ingresan las características de los equipos y antenas a utilizar en cada unidad de la red. Parámetros como:

- Nombre del sistema
- Potencia del transmisor
- Umbral del receptor
- Pérdidas de la línea
- Ganancia, altura y tipo de antena (yagui, parabólica, omnidireccional, cardio)

- Pérdida adicional del cable.

Cada sistema que se ingrese se los puede grabar para futuros trabajos o diseños y de igual forma se los puede borrar.

The image shows a software interface with a tabbed menu at the top: 'Parámetros', 'Topología', 'Miembros', 'Sistemas' (selected), and 'Estilo'. The 'Sistemas' tab contains the following fields and controls:

- A dropdown menu at the top with the text 'Seleccionar desde Radiosys.dat'.
- A text field for 'Nombre del sistema' containing 'Esc - Cerr 5.8GHz, 15dBi'.
- Two input fields for 'Potencia del Transmisor (Watt)': '0,2511886' and '(dBm) 24'.
- Two input fields for 'Umbral del receptor (µV)': '5,0119' and '(dBm) -93'.
- An input field for 'Pérdida de la línea (dB)' containing '0,5', with a blue link '( Cable+cavidades+conectores )' to its right.
- A dropdown menu for 'Tipo de antena' set to 'parabolic.ant', with a 'Ver' button to its right.
- Two input fields for 'Ganancia de antena (dBi)': '15' and '(dBd) 12,85'.
- An input field for 'Altura de antena (m)' containing '2', with a blue link '( Sobre el suelo )' to its right.
- An input field for 'Pérdida adicional cable (dB/m)' containing '0', with a blue link '( Si la altura de la antena difiere )' to its right.
- Two buttons at the bottom: 'Agregar a radiosys.dat' and 'Remover del radiosys.dat'.

**Figura 3. 10. Características técnicas de los sistemas de la red**

## Estilo

Esta propiedad de la red es de gran utilidad debido a que en esta sección se establecerá los rangos de margen de desvanecimiento para asegurarnos que los enlaces cumplan con los requisitos de la red. Si el enlace cumple con los requisitos se mostrara una línea color verde, si llega a cumplir los requisitos de una forma

básica o mediocre, se mostrará una línea de color amarillo, pero si no cumple con las especificaciones la línea será de color rojo.

Parámetros Topología Miembros Sistemas **Estilo**

Modo de propagación

Usar "Dos Líneas" para Línea de Vista

Normal  
 Interferencia

Dibujar una línea verde si la señal relativa RX (dB) es  $\geq$

3

Si no, dibujar una línea amarilla si la señal relativa RX (dB) es  $\geq$

-3

Si no, dibujar una línea roja

Dibuja líneas con fondo oscuro

Ten en cuenta que si la topología de red es cluster y el número de saltos es  $>0$ , entonces el color amarillo no se usa y, el umbral es configurado en 0 para el verde y el rojo.

Figura 3. 11. Estilos de los enlaces de la red

## Visualización de Resultados

Una vez que se hayan llenado todas las características de la red, los resultados se mostraran en la ventana principal del programa, ubicados en el mapa y sí las especificaciones se cumplen, los enlaces entre las unidades se representarán con líneas de color verde. La siguiente figura muestra las unidades de la red comunitaria y sus respectivos enlaces.

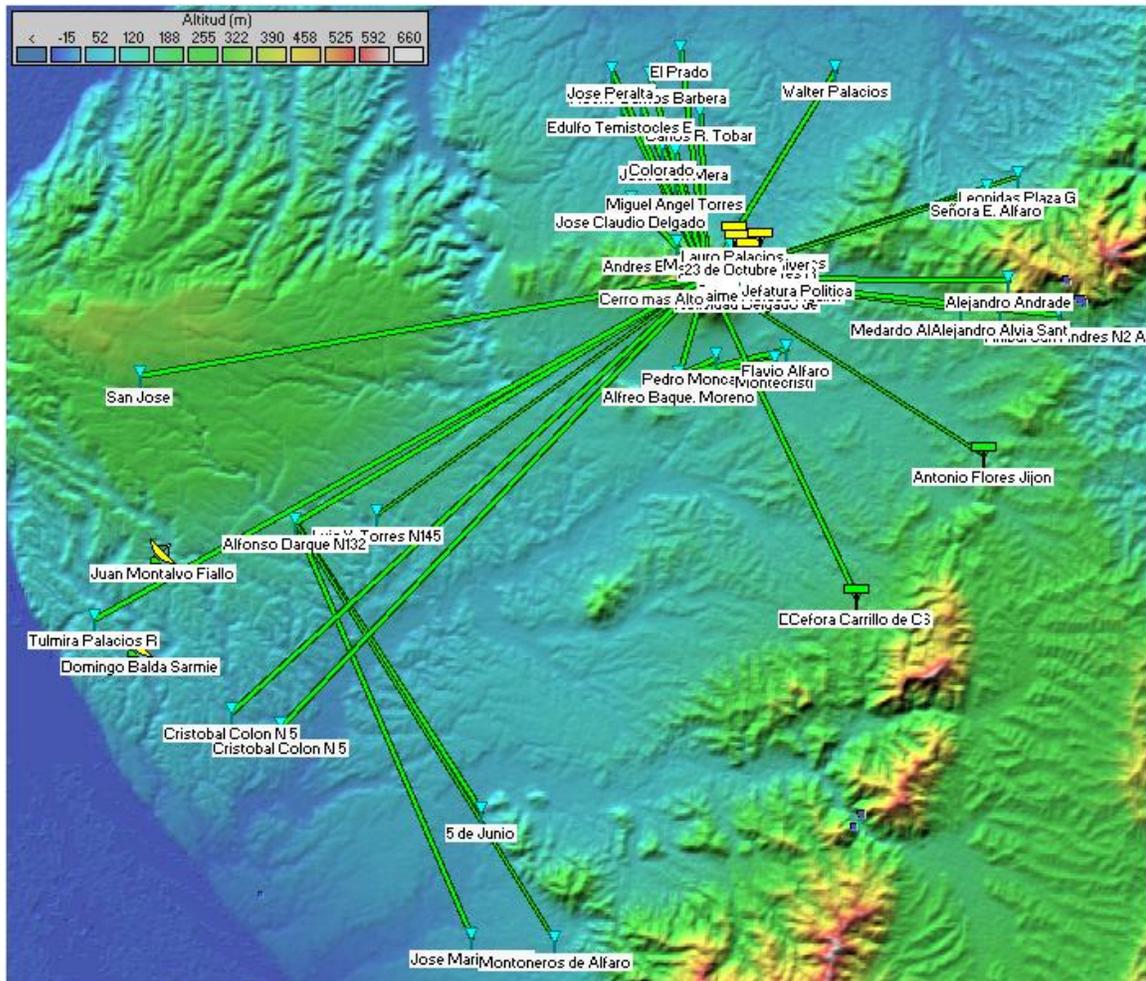
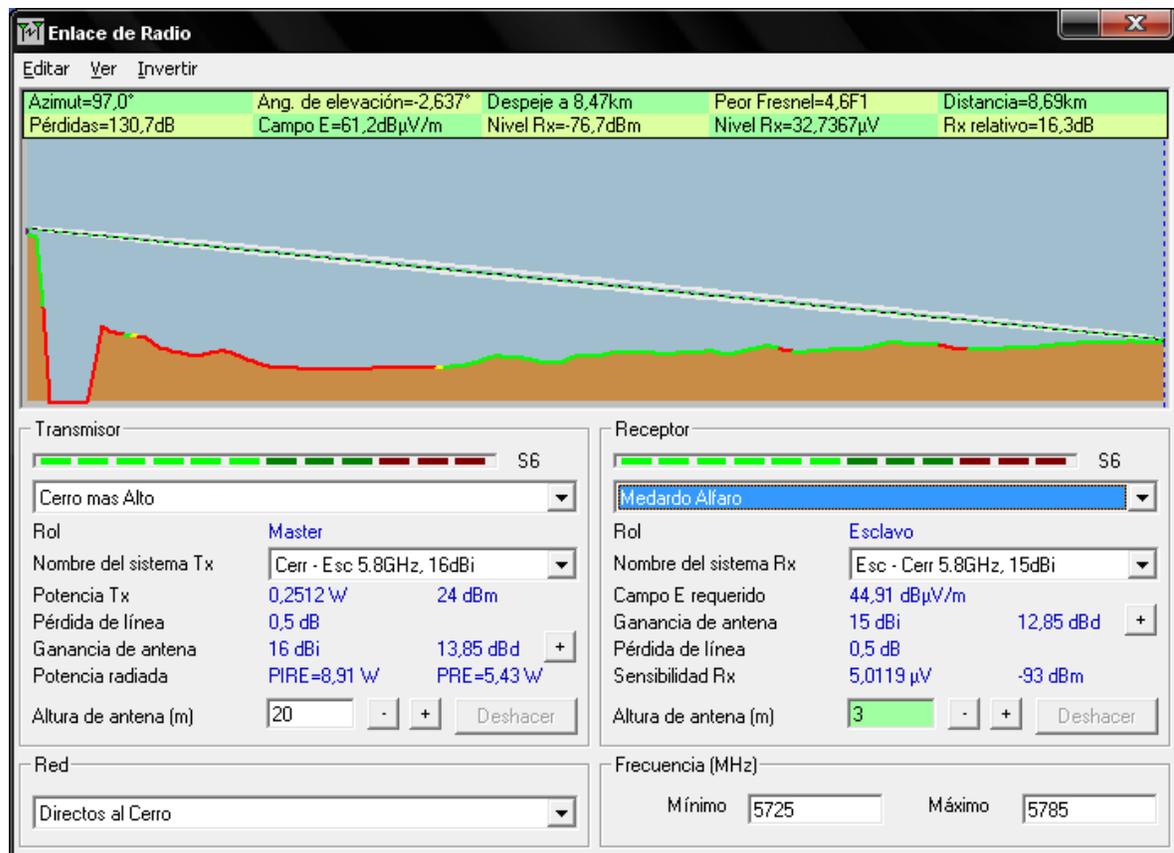


Figura 3. 12. Visualización de los enlaces de la Red Comunitaria

### Enlace de Radio

En la barra de herramientas podemos encontrar el ícono de “enlace de Radio”, esta opción nos permite visualizar los enlaces de la red (uno a uno) y sus características respectivas como: potencia de transmisión, umbral de recepción, altura de las antenas, frecuencias de operación, etc. La siguiente figura muestra el radioenlace entre el Cerro Montecristi y la escuela Medardo Alfaro.



**Figura 3. 13. Ejemplo de un enlace de radio entre Cerro Montecristi y Esc. Medardo Alfaro.**

En conclusión las aplicaciones de este software de libre distribución son de gran ayuda al momento de simular el desempeño de una red, ya que se pueden incluir características tanto de los equipos como del campo donde trabajará la red. Visualizando los resultados de una manera muy clara, permitiéndonos manipular los datos para obtener mejores resultados.

## CAPITULO 4

### DISEÑO DE LA RED COMUNITARIA

#### 4.1. ESTUDIO DE TRÁFICO

En esta sección del capítulo vamos a realizar un estudio del ancho de banda necesario para cubrir las necesidades de cada localidad beneficiara para su acceso a Internet.

El estudio de tráfico se basa en la tabla 4.1 proporcionada por el FODETEL, donde se especifica el ancho de banda y número de computadores, de acuerdo al número de alumnos que exista en cada institución.

**Tabla 4. 1. Número de computadores y ancho de banda en función del número de alumnos**

<b>Alumnos</b>	<b>Número de Computadores</b>	<b>Ancho de Banda Requerido (Kbps)</b>
10 a 30	2	128
31 a 100	3	128
101 a 300	10	128
301 a 600	15	256
601 a 1000	20	512
1001 a 3000	40	512
3001 o más	40	1.024

De acuerdo a los datos de la tabla 4.1, el número de computadores y ancho de banda requerido para cada institución se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 4. 2. Número de alumnos, computadores y ancho de banda de cada localidad beneficiaria**

<b>No.</b>	<b>Nombre del Plantel</b>	<b>Nro. Alumnos</b>	<b>Nro. Computadores</b>	<b>Ancho de Banda (Kbps)</b>
1	Medardo Alfaro	158	10	128
2	Alejandro Alvia Santana	60	3	128
3	Aníbal San Andrés N.2	127	10	128
4	Pedro Moncayo N.82	272	10	128
5	San José	154	10	128
6	Alfredo Baquerizo Moreno	428	15	256
7	5 de Junio	58	3	128
8	José María Urbina	112	10	128
9	Montoneros de Alfaro	12	2	128
10	Cristóbal Colon N. 5	60	3	128
11	Cristóbal Colon N. 5	20	2	128
12	Andrés Emilio Robles	43	3	128
13	Miguel Ángel Torres Luna	120	10	128
14	Juan León Mera	120	10	128
15	Colorado	315	15	256
16	Carlos R. Tobar	120	10	128
17	Tohalli	360	15	256
18	Edulfo Temistocles Estrada H	380	15	256
19	Rocke Cantos Barberan	360	15	256
20	José Peralta	212	10	128

21	El Prado	15	2	128
22	José Claudio Delgado Alvia	70	3	128
23	Antonio Flores Jijón	250	10	128
24	Dr. Rómulo Romeo Santana D	81	3	128
25	Cefora Carrillo de Carrillo	20	2	128
26	Alejandro Andrade	25	2	128
27	Sucre	305	15	256
28	Natividad Delgado de Alfaro	120	10	128
29	Eloy Alfaro	60	3	128
30	Dr. Camilo Gallegos Domínguez	160	10	128
31	Aníbal San Andrés Robledo	362	15	256
32	Manuel Octavio Rivera	160	10	128
33	Lauro Palacios	90	3	128
34	23 de Octubre	307	15	256
35	Jaime Roldos Aguilera	42	3	128
36	Aníbal San Andrés N. 2	161	10	128
37	Alejandro Alvia Santana	60	3	128
38	Walter Palacios	55	3	128
39	Leónidas Plaza Gutiérrez	154	10	128
40	Cefora E. Alfaro	256	10	128
41	Montecristi	200	10	128
42	Flavio Alfaro	87	3	128
43	Luis Vargas Torres N. 145	6	2	128
44	Alfonso Darquea N. 132	75	3	128

45	Tulmira Palacios Rivera	50	3	128
46	Jefatura Montecristi			128
<b>TOTAL</b>		<b>6.662</b>	<b>344</b>	<b>6912</b>

A las instituciones se le sumó también la Jefatura de Montecristi, con un ancho de banda de 128 Kbps, necesarios para gestionar la red.

En total se necesitan 6912 Kbps (aproximadamente 7 Mbps) de Internet requerido para el diseño de la red comunal. Para el diseño se utilizará una compartición 4 a 1, cada canal tendría una capacidad de 1.75 Mbps, velocidad necesaria para poder acceder a los servicios de Internet. Sin embargo, para evitarnos algún problema con la velocidad o con el crecimiento del número de usuarios, se utilizará un canal de 2 Mbps (2048 Kbps).

#### 4.2. DISEÑO DE LA RED

La red comunal está conformada por dos tipos de red. El primero contempla la red de transporte y los enlaces de cada institución a la misma, red WAN, diseñada con tecnología inalámbrica, utilizando Wi-Fi en cada uno de sus enlaces. El segundo tipo de red contempla lo referente a las redes internas de cada una de las instituciones, diseñada de manera inalámbrica o de forma cableada, dependiendo del número de usuarios. A continuación se procederá a explicar cada uno de estos tipos de red que integran la red comunal.

### **4.2.1. Red Interna**

La red interna de cada institución puede ser LAN o WLAN, dependiendo del número de usuarios (computadores por institución). La red LAN se utilizará para instituciones con un máximo de diez computadoras, y las redes WLAN se incluirán en las instituciones con más de diez computadores.

#### **Red LAN**

La red de área local funcionará con Ethernet, que es un estándar para redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda de CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection; en español, "Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones") para mejorar sus prestaciones.

Ethernet define las características de cableado y de señalización de nivel físico y el formato de trama de datos a nivel enlace de datos del modelo OSI.

Cada red LAN contará con un router, el cual recibirá la señal de Internet por medio de una antena externa (CPE), para posteriormente repartir el Internet a los usuarios por medio de un switch. Cada computador cuenta una tarjeta de red compatible con Ethernet. A continuación se muestra un esquema de la red LAN:

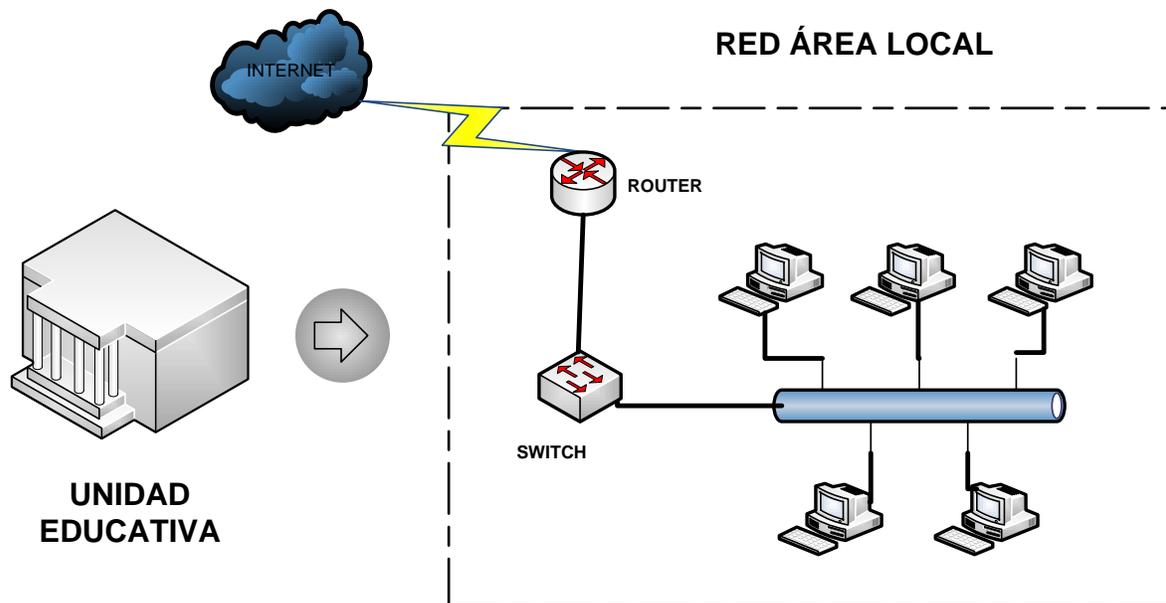


Figura 4. 1. Esquema básico de una red LAN

## Red WLAN

Las redes inalámbricas de área local o WLAN (Wireless Local Area Network) utilizarán tecnología inalámbrica Wi-Fi. En cada una de las unidades educativas, que cuenten con este tipo de red, existirá un router wireless que permite la distribución del Internet obtenido por medio de una antena externa. Además cada computador debe contar con tarjetas o adaptadores Wi-Fi para poder acceder al Internet. A continuación se muestra en esquema básico de una red WLAN:

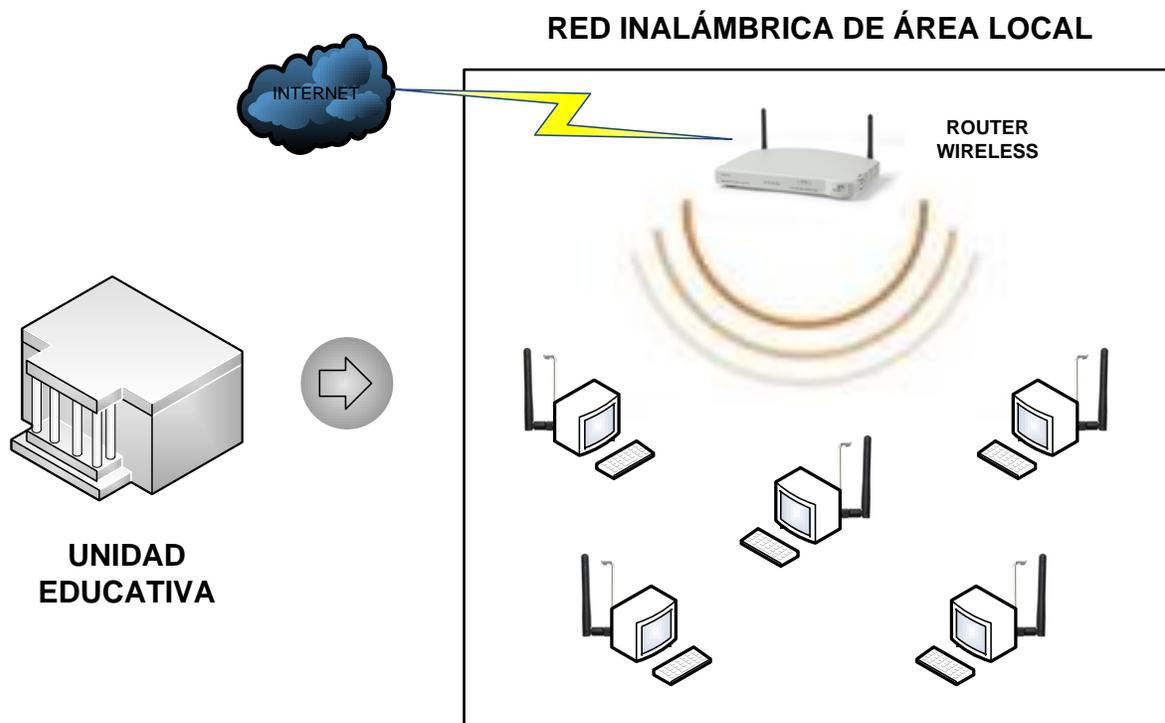


Figura 4. 2. Esquema básico de la red WLAN

#### 4.2.2. Red Inalámbrica De Acceso

Para lograr que todas las unidades educativas tengan acceso a Internet, se ha seleccionado al Cerro Montecristi como el punto elevado más óptimo para ubicar la radio base principal, ya que la mayoría de las unidades tienen línea de vista directa con el cerro, además cuenta con acceso terrestre y energía eléctrica. Las unidades que no cuenten con línea de vista directa al cerro, deberán enlazarse con otras escuelas que realizarán el papel de repetidoras.

Las escuelas que cumplirán el papel de repetidoras se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. 3. Escuelas Repetidoras

No.	Nombre del Repetidor
1	Lauro Palacios
2	Alfredo Baquerizo Moreno
3	Alfonso Darquea N. 132

El Internet contratado (2 Mbps en compartición 4 a 1) llegara únicamente a la Jefatura Política de Montecristi, desde allí se distribuirá a todas las unidades educativas a través de medios no guiados utilizando Wi-Fi para su transmisión.

#### 4.2.3. Red De Transporte

La red de transporte está diseñada con enlaces punto a punto en la frecuencia de los 5.8 GHz, que es una banda libre.

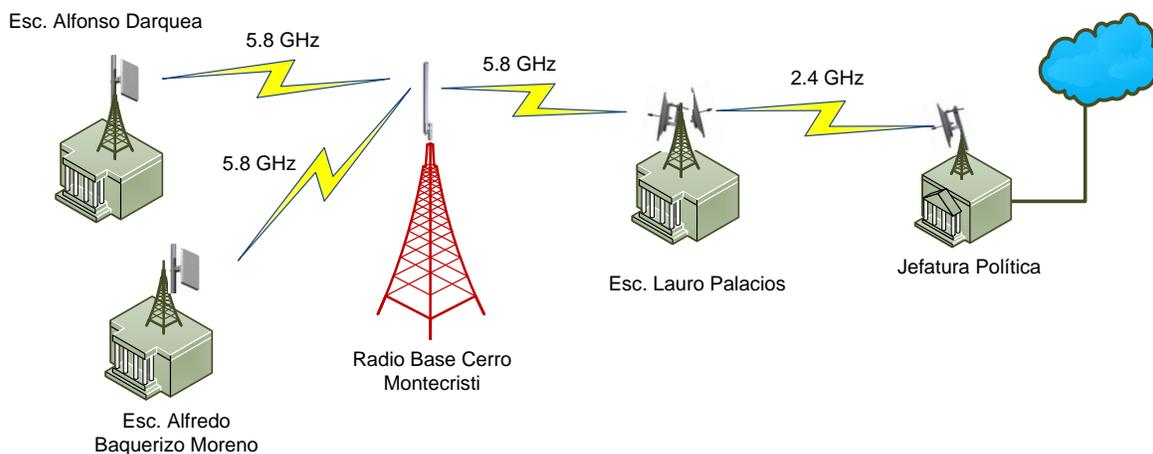


Figura 4. 3. Red de Transporte

Cada una de las escuelas repetidoras cuenta con un Access Point operando a frecuencia de 2.4 GHz para interconectar las escuelas subscriptoras a su Access Point respectivos. Las escuelas subscriptoras de cada repetidor se muestran en el ANEXO 8.

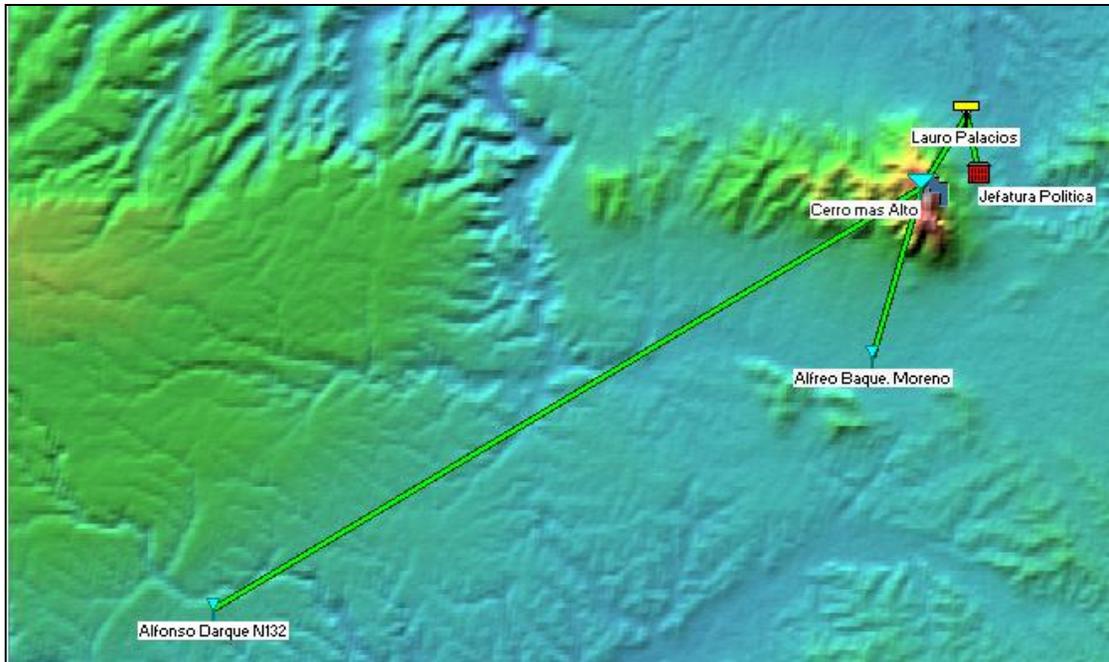
El enlace desde el Municipio hacia la escuela Lauro Palacios se lo realiza en la frecuencia de los 2.4 GHz debido a que el Access Point ubicado en dicha escuela se encuentra operando en esa frecuencia.

En la Radio Base del Cerro Montecristi se encuentra un Access Point que opera en la frecuencia de los 5.8 GHz. Las escuelas repetidoras se encuentran conectadas a la Radio Base como subscriptoras de la red de acceso de la red de acceso. Las unidades que intervienen en la red de transporte se muestran a continuación:

**Tabla 4. 4. Unidades de la red de transporte**

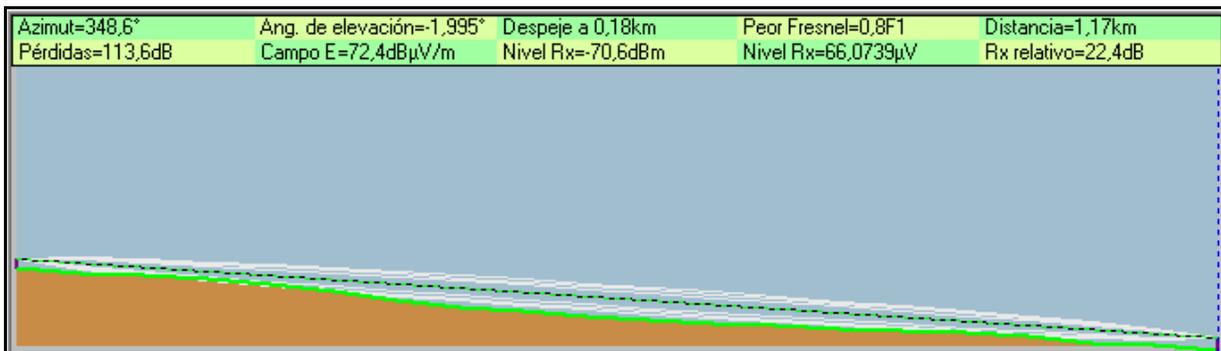
<b>No.</b>	<b>Nombre de la Unidad</b>
1	Jefatura Política
2	Radio Base Cerro Montecristi
3	Esc. Lauro Palacios
4	Esc. Alfredo Baquerizo Moreno
5	Esc. Alfonso Darquea N. 132

Después de realizar la respectiva simulación en Radio Mobile se puede observar que la red de transporte es como la que se muestra en la Figura. 4.4

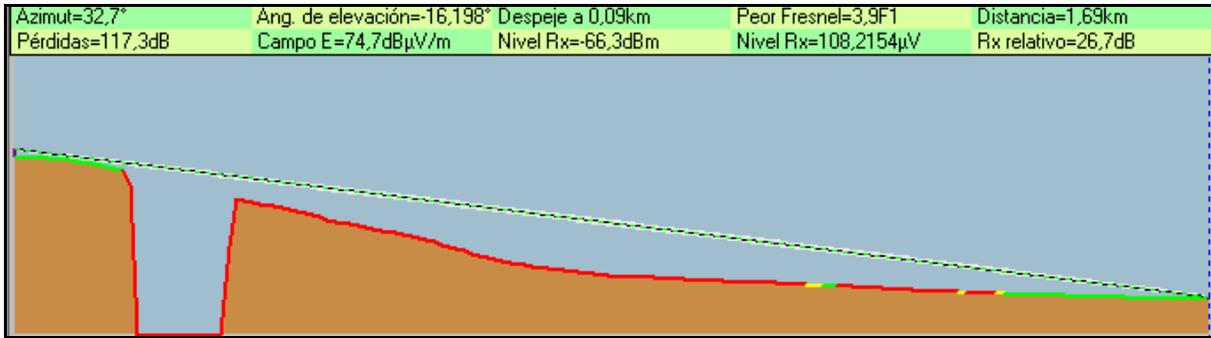


**Figura 4. 4. Simulación de la Red de Transporte**

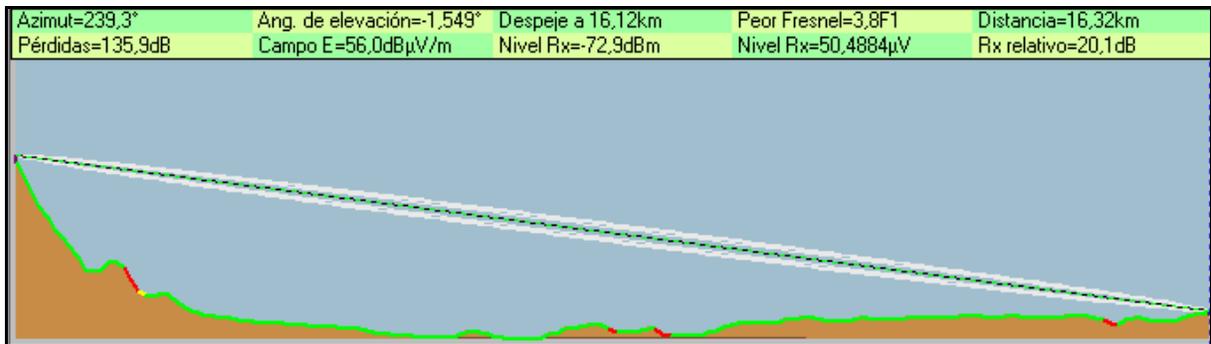
En la Radio Base del Cerro Montecristi, se colocará el Access Point a una altura de 15 metros sobre la tierra. La altura para los Access Point de cada repetidora será de 5 metros. A continuación se muestran los resultados de la simulación de cada uno de los enlaces de la red de transporte:



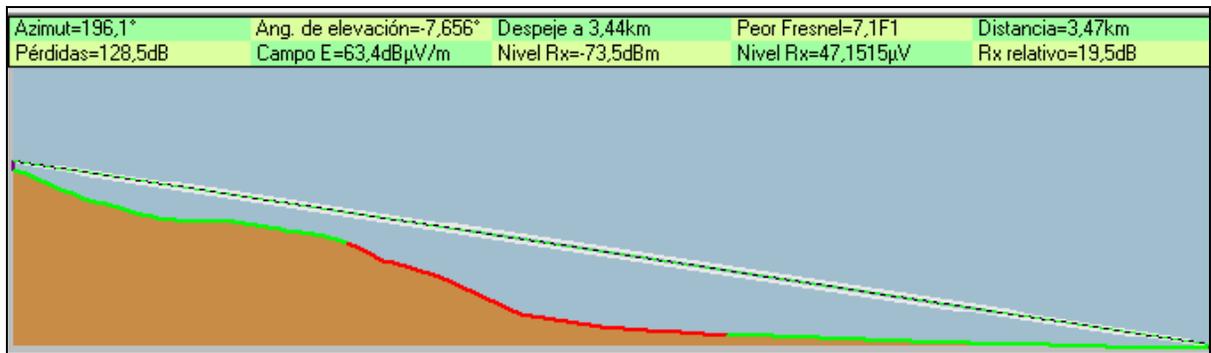
**Figura 4. 5. Perfil del enlace Jefatura Política – Esc. Lauro Palacios**



**Figura 4. 6. Perfil del enlace Cerro Montecristi - Esc. Lauro Palacios**



**Figura 4. 7. Perfil del enlace Cerro Montecristi - Esc. Alfonso Darquea N 132**



**Figura 4. 8. Perfil del enlace Cerro Montecristi - Esc. Alfredo Baquerizo Moreno**

#### 4.2.4. Red de Acceso

La red de acceso es una red con enlaces punto – multipunto, utilizando tecnología Wi-Fi con modulación Spread Spectrum (espectro ensanchado). Para las redes de acceso a la red de transporte se trabajará en la frecuencia de 5.8GHz y en las redes de acceso para las repetidoras se trabajará en la frecuencia de 2.4GHz.

#### Red de Acceso Esc. Lauro Palacios

En la Esc. Lauro Palacios se utilizará una antena sectorial de 90°, suficiente para abarcar las escuelas subscriptoras a esta unidad. En unidades subscriptoras se utilizará antenas direccionales, orientadas en dirección a la Esc. Lauro Palacios. La frecuencia de operación es la de 2.4 GHz, banda no licenciada.

A continuación se presenta los resultados de la simulación de los radioenlaces en el programa RADIO MOBILE:

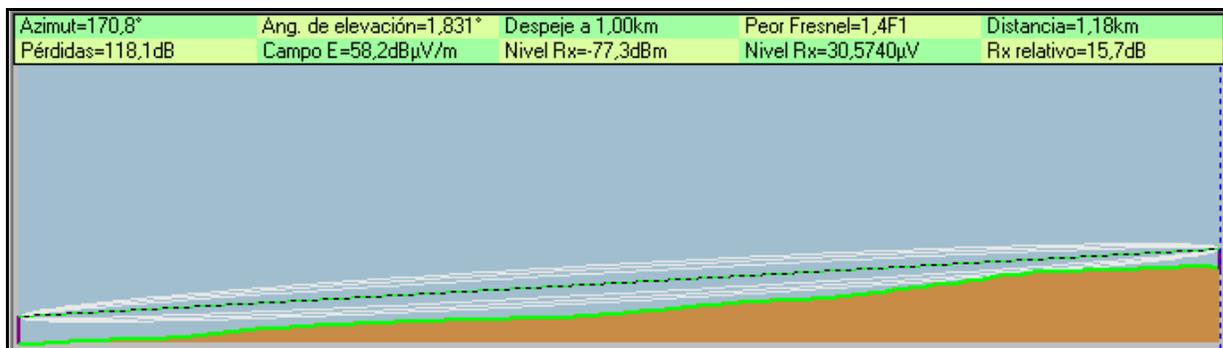


Figura 4. 9. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. Sucre

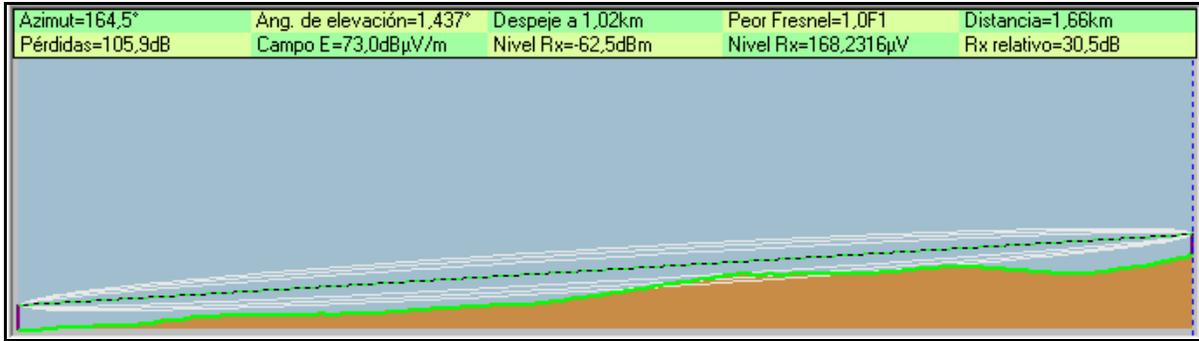


Figura 4. 10. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. Natividad Delgado de Alfaro

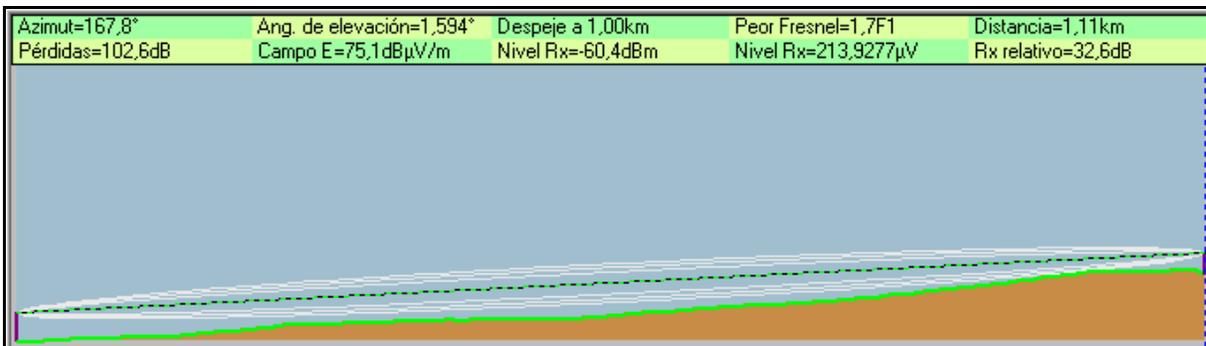


Figura 4. 11. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. Eloy Alfaro

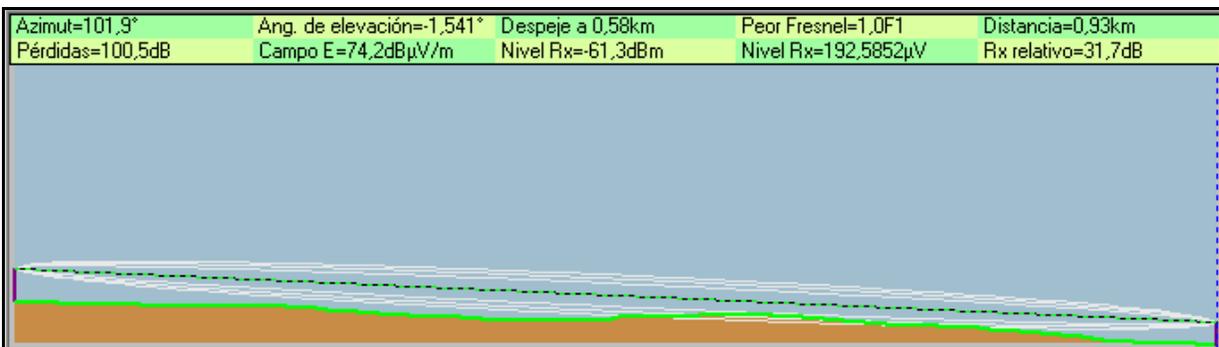
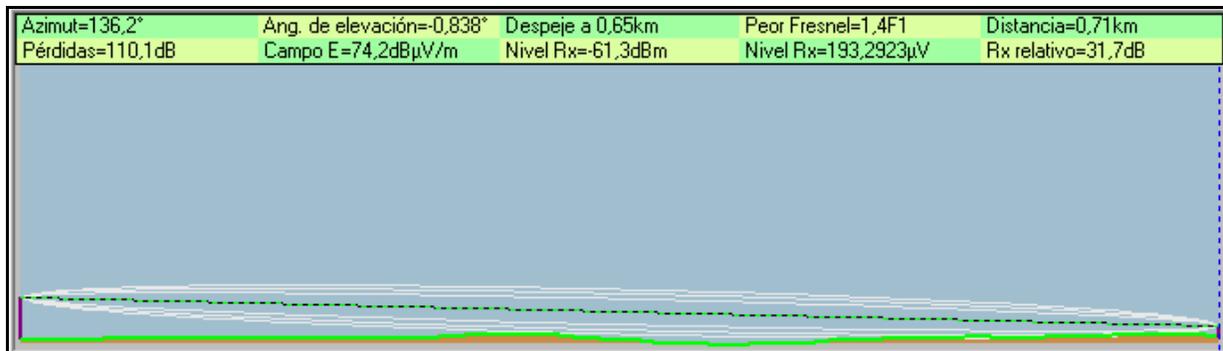
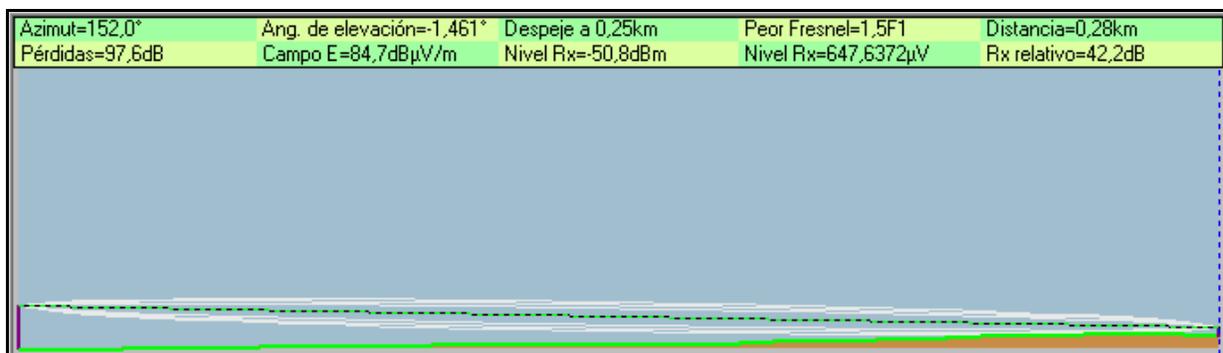


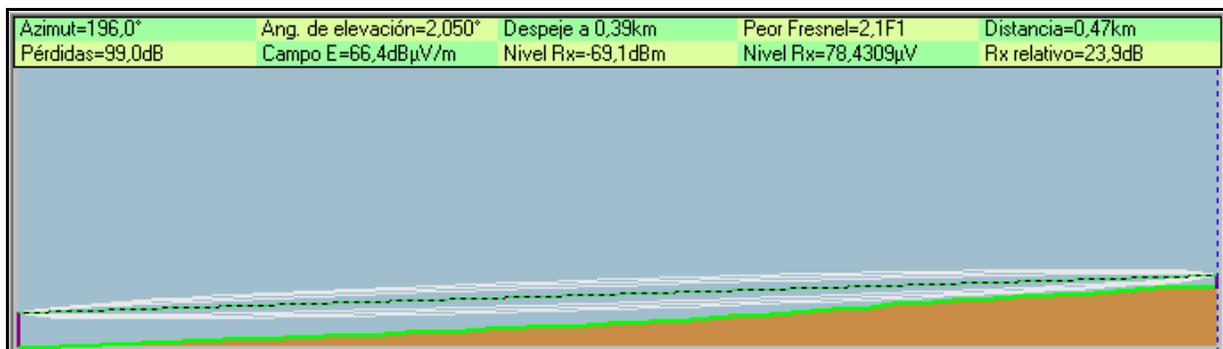
Figura 4. 12. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. Dr. Camilo Gallegos Domínguez



**Figura 4. 13. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. San Andrés Robledo**



**Figura 4. 14. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. Manuel Octavio Rivera**



**Figura 4. 15. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. 23 de Octubre**

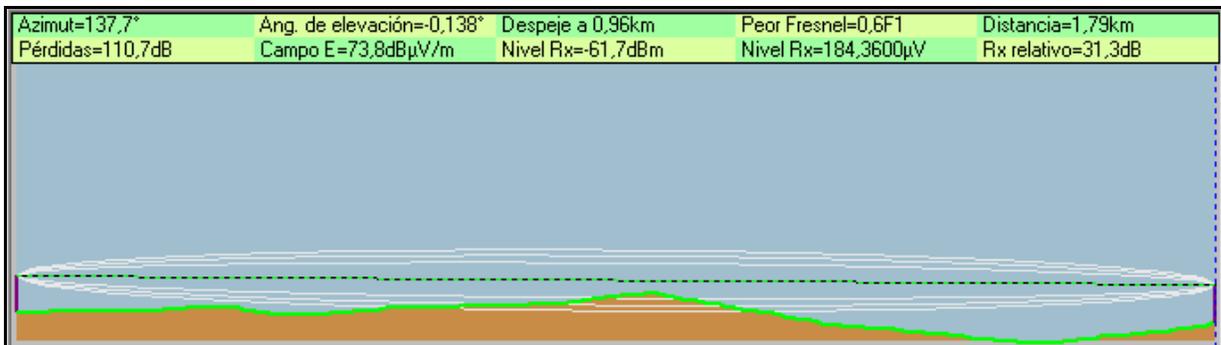


Figura 4. 16. Perfil del enlace Esc. Lauro Palacios - Esc. Jaime Roldos Aguilera

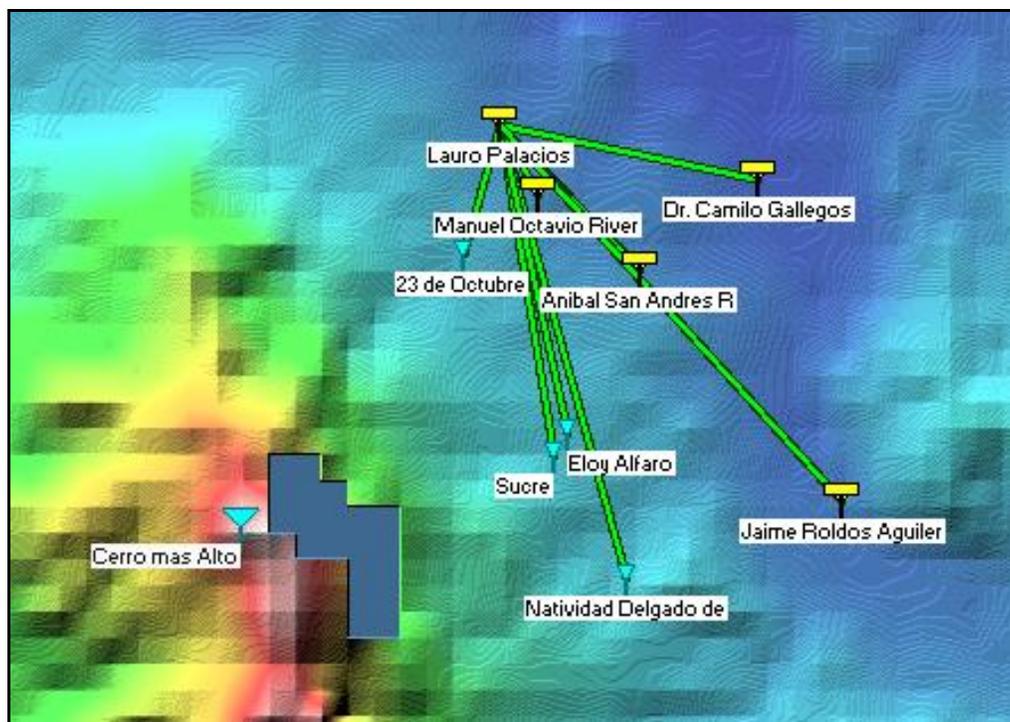


Figura 4. 17. Enlaces del Repetidor Esc. Lauro Palacios

Cabe señalar a entre las unidades subscriptoras se encuentra también la Jefatura Política de Montecristi. El resultado de la simulación se lo puede observar en la figura 4.5.

## Red de Acceso Esc. Alfredo Baquerizo Moreno

De igual manera en la Esc. Alfredo Baquerizo Moreno se dispone de una antena sectorial de 90° y en cada unidad suscriptor una antena direccional orientada hacia el Access Point. Cada enlace se encuentra en la frecuencia libre de 2.4 GHz.

A continuación se presenta los resultados de la simulación de los radioenlaces en el programa RADIO MOBILE:

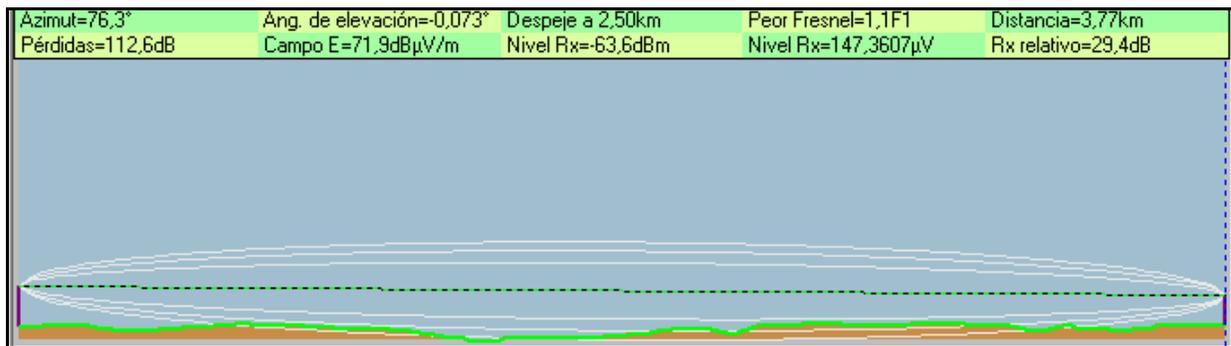


Figura 4. 18. Perfil del enlace Esc. Alfredo B. Moreno – Esc. Flavio Alfaro

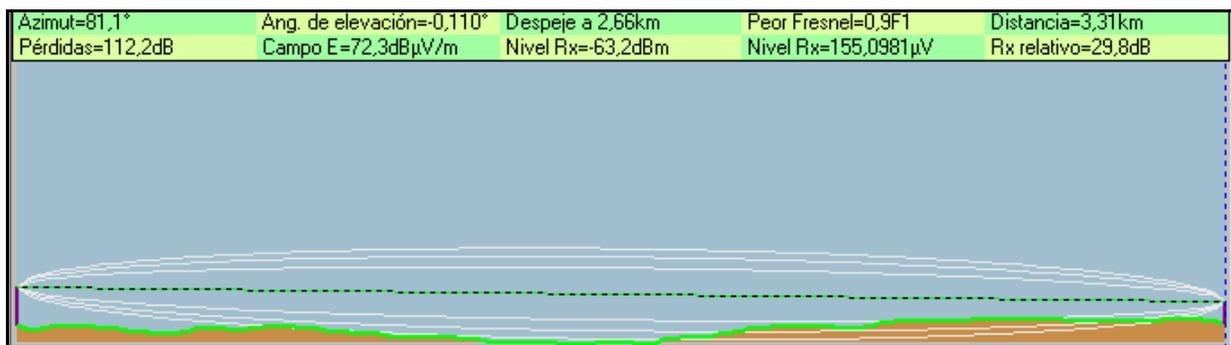
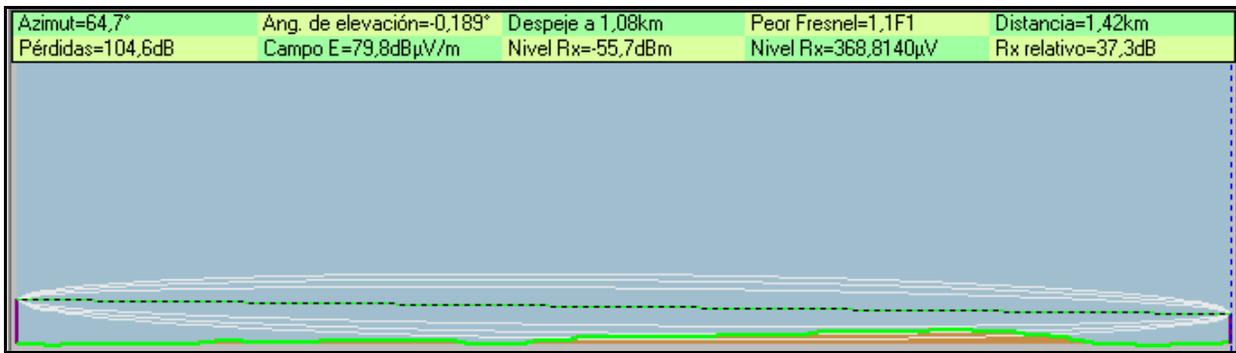
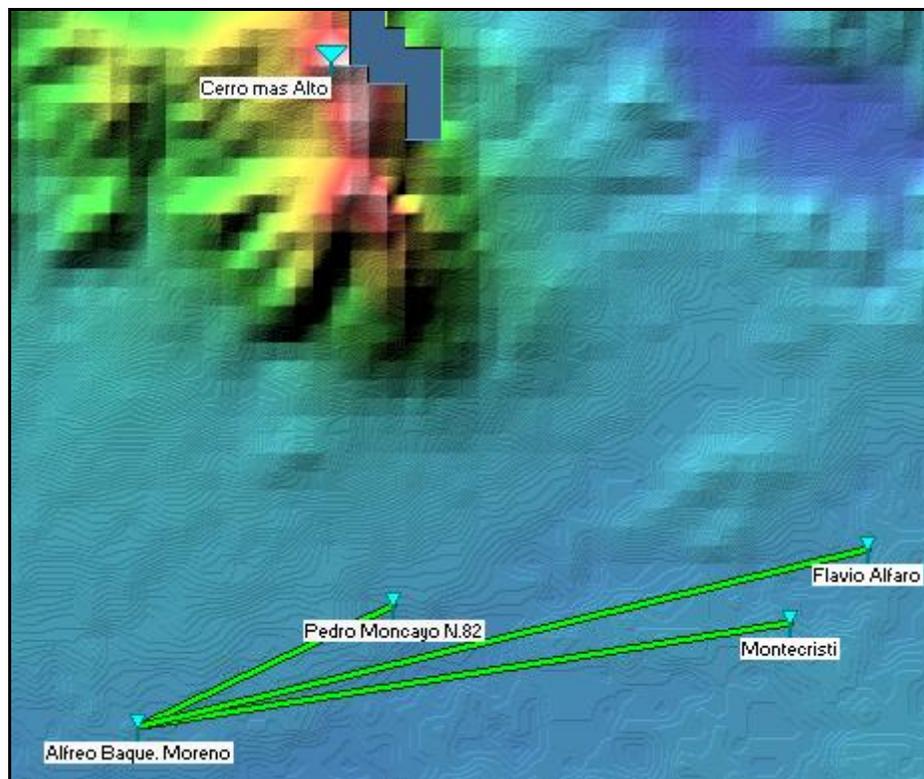


Figura 4. 19. Perfil del enlace Esc. Alfredo B. Moreno – Esc. Motecristi



**Figura 4. 20. Perfil del enlace Esc. Alfredo B. Moreno – Esc. Pedro Moncayo No 82**



**Figura 4. 21. Enlaces del repetidor Esc. Alfredo Baquerizo Moreno**

La antena sectorial en la Esc. Alfredo B. Moreno se encuentra a 5 metros de altura, permitiendo colocar las antenas direccionales de las unidades subscriptora a 3 metros de altura, obteniendo resultados satisfactorios en cada uno de los enlaces.

## Red de Acceso Esc. Alfonso Darquea No 132

La Esc. Alfonso Darquea cuenta con una antena sectorial de 90° ubicada a 5 metros de altura, trabaja en la frecuencia de los 2.4 GHz y se encuentra orientada en dirección de la Esc. Montoneros de Alfaro. Las unidades subscritoras contarán con antenas directivas, colocadas a 3 metros de altura, en dirección al Access Point ubicado en la Esc. Alfonso Darquea, en la frecuencia de los 2.4 GHz.

Los resultados obtenidos en el programa de simulación son los siguientes:

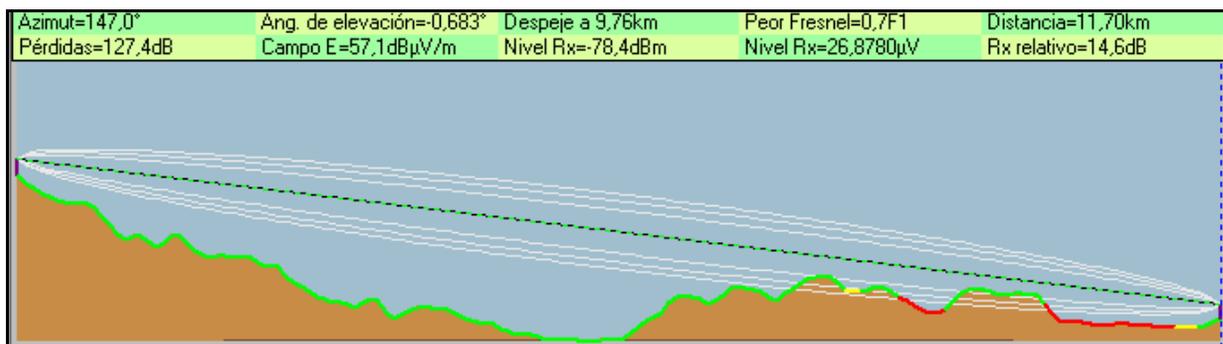


Figura 4. 22. Perfil del enlace Esc. Alfonso Darquea – Esc. 5 de Junio

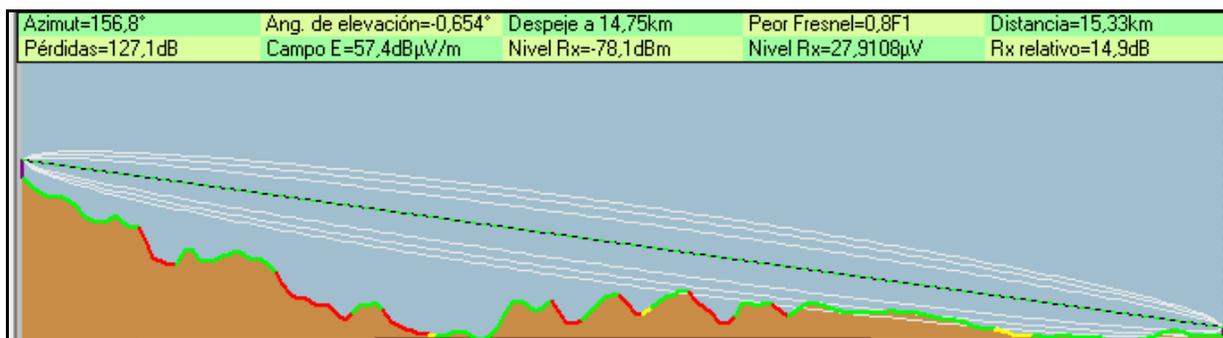


Figura 4. 23. Perfil del enlace Esc. Alfonso Darquea – Esc. José María Urbina

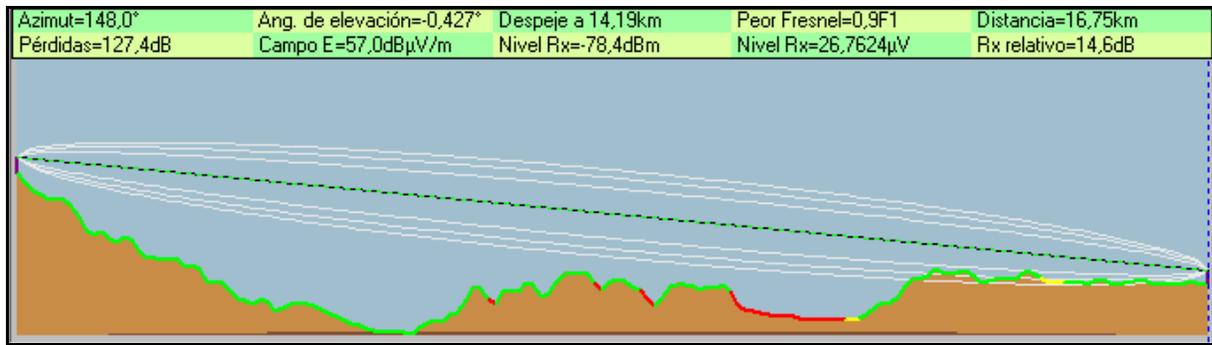


Figura 4. 24. Perfil del enlace Esc. Alfonso Darquea – Esc. Montoneros de Alfaro

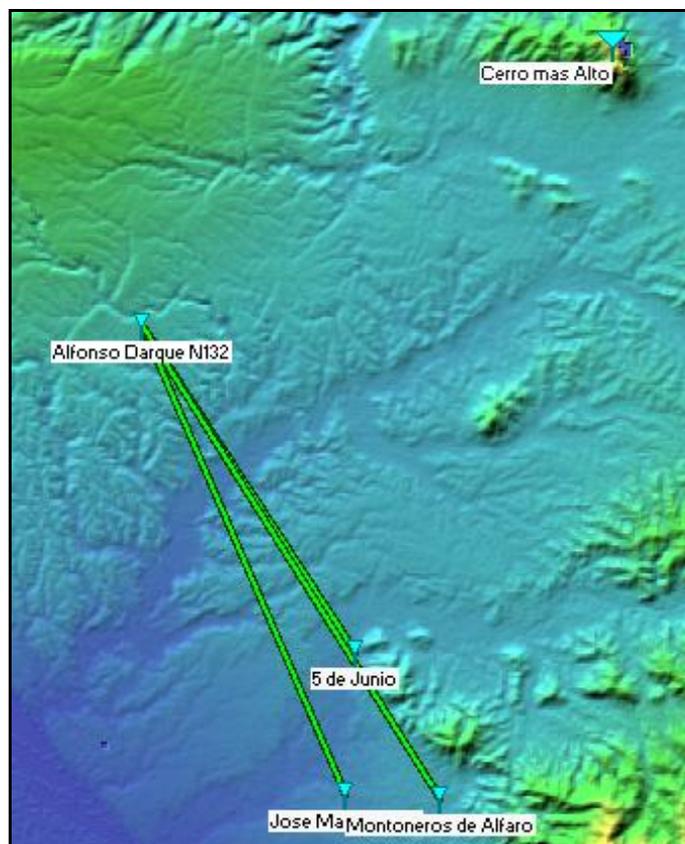


Figura 4. 25. Enlaces del repetidor Esc. Alfonso Darquea

## Red de Acceso Radio Base Cerro Montecristi

En esta red de acceso la frecuencia de operación de los equipos estará en los 5.8 GHz, la cual es una frecuencia de uso libre. Al utilizar una frecuencia diferente a la empleada en las redes de acceso de las repetidoras, se evitará problemas como la interferencia, y la pérdida de datos.

La Radio Base Cerro Montecristi es el punto de acceso más importante de la red, ya que cuenta con una antena omnidireccional que proporciona un área de cobertura a casi todo el cantón de Montecristi, contando con línea de vista directa con 31 instituciones educativas.

Las siguientes figuras muestran los resultados obtenidos de la simulación de cada uno de los enlaces a la Radio Base Cerro Montecristi:

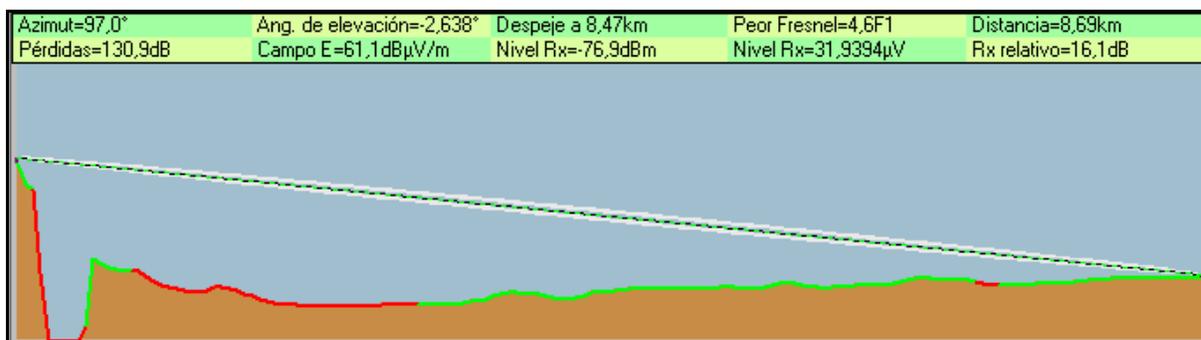


Figura 4. 26. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Medardo Alfaro

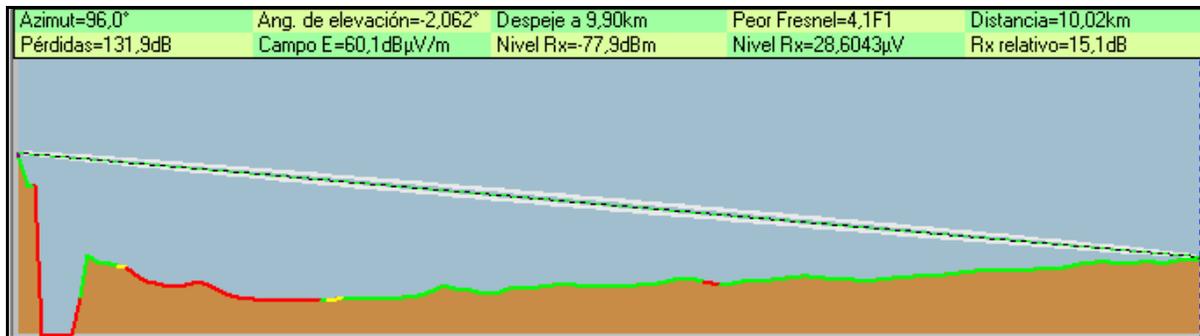


Figura 4. 27. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Alejandro Alvia Santana

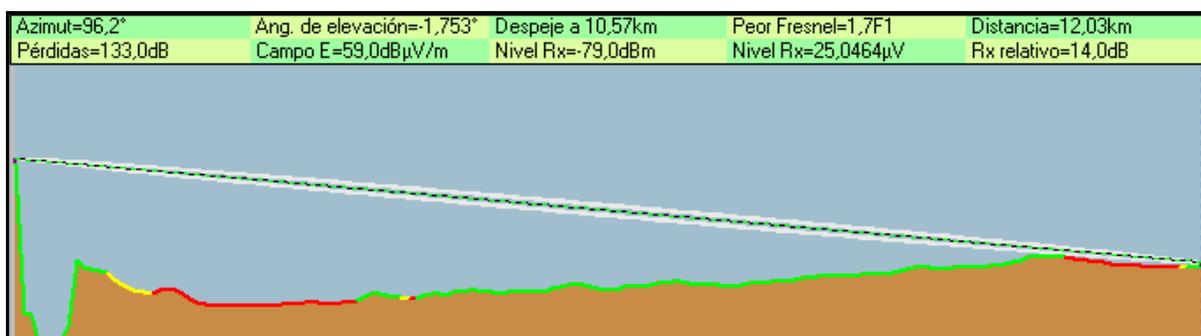


Figura 4. 28. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Aníbal San Andrés No 2

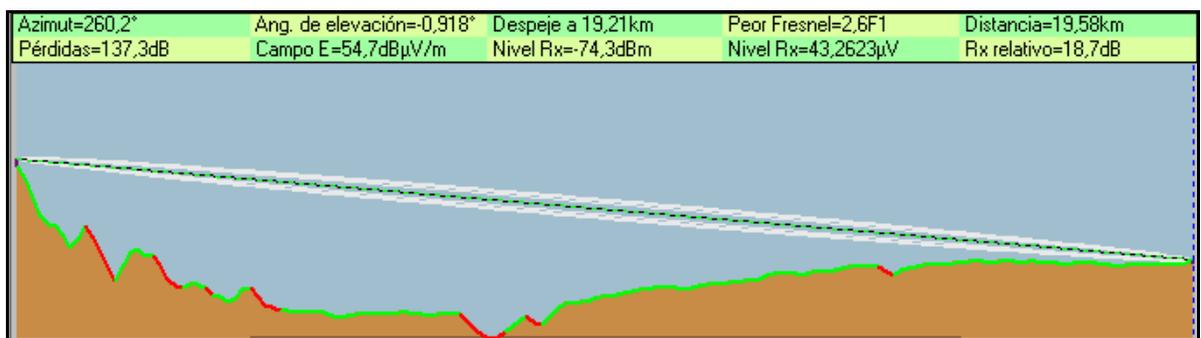


Figura 4. 29. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. San José

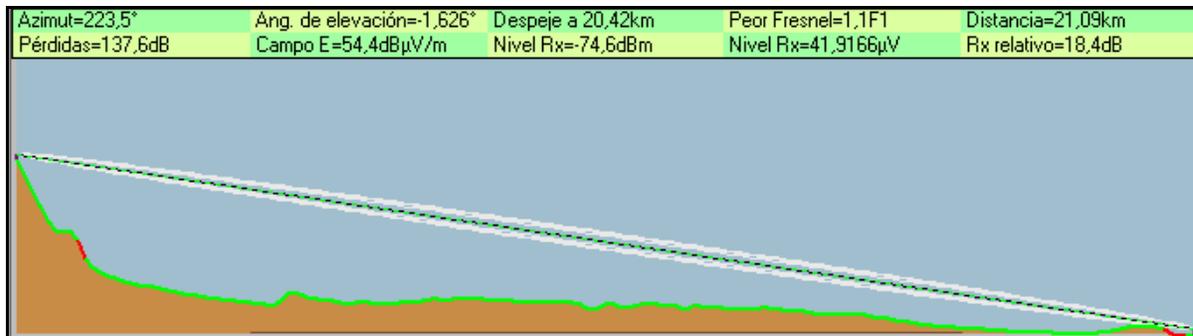


Figura 4. 30. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Cristóbal Colon No 5

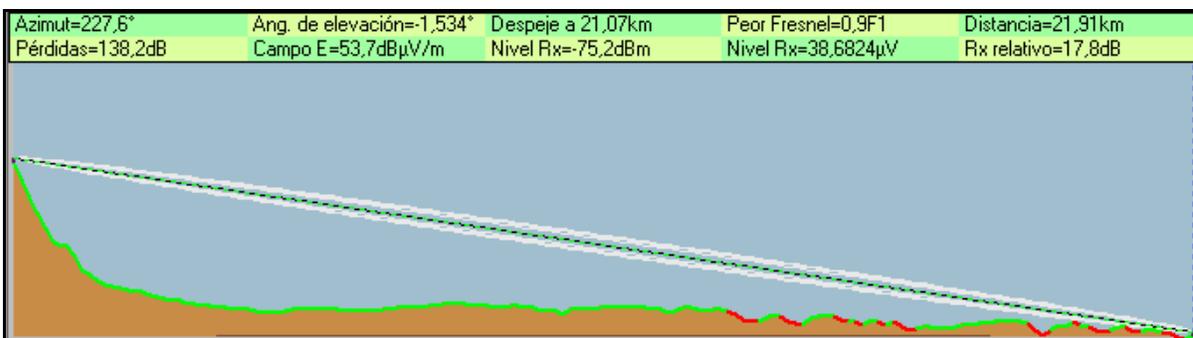


Figura 4. 31. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Cristóbal Colon

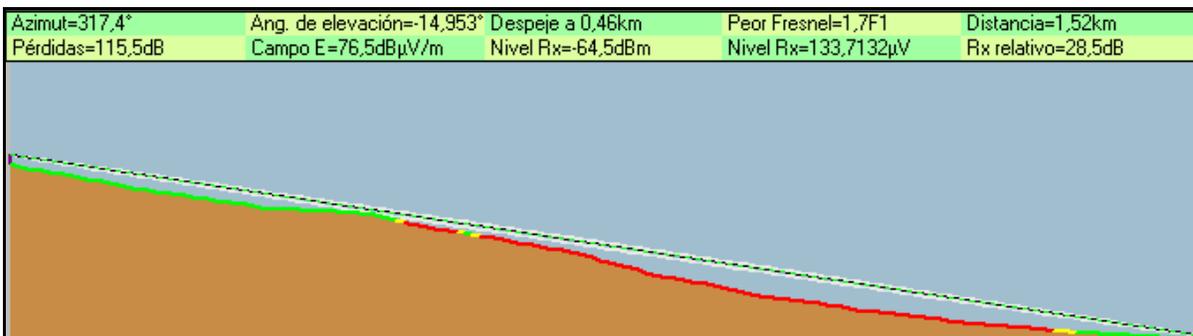
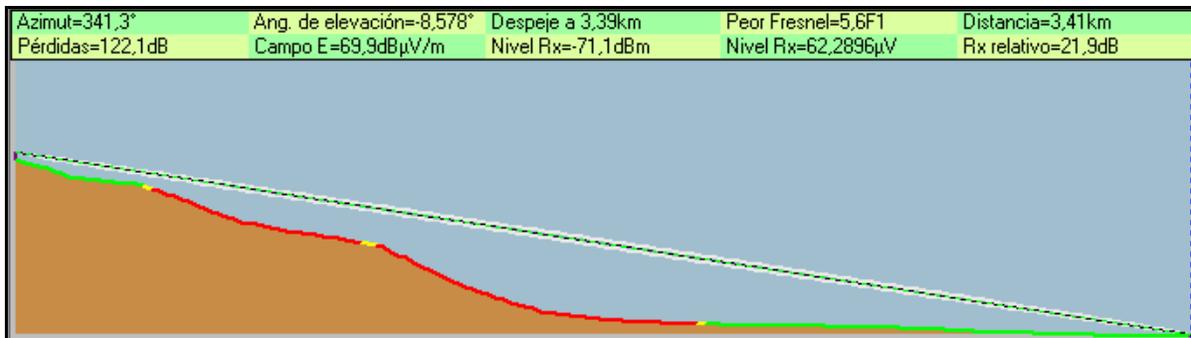
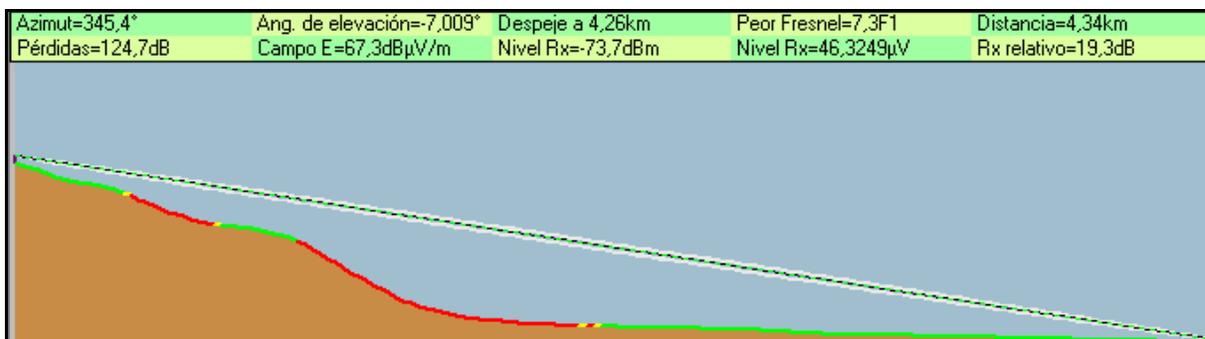


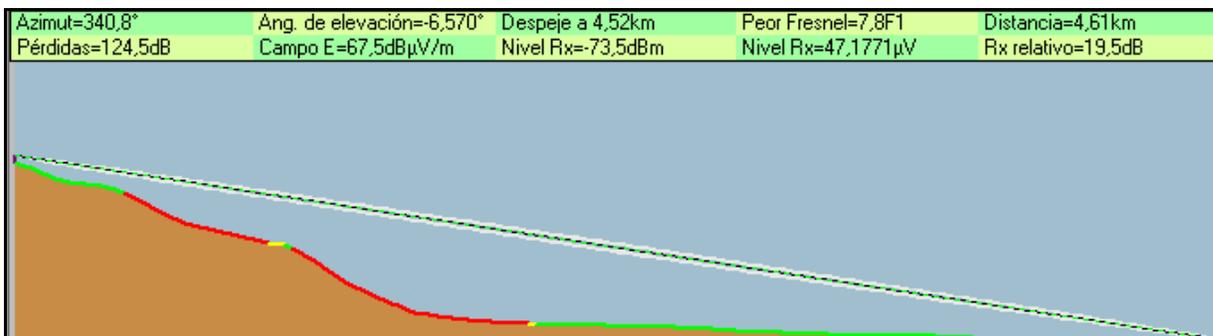
Figura 4. 32. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Andrés Emilio Robles



**Figura 4. 33. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi - Esc. Miguel Ángel Torres Luna**



**Figura 4. 34. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi - Esc. Juan León Mera**



**Figura 4. 35. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Colorado**



Figura 4. 36. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Carlos R. Tobar

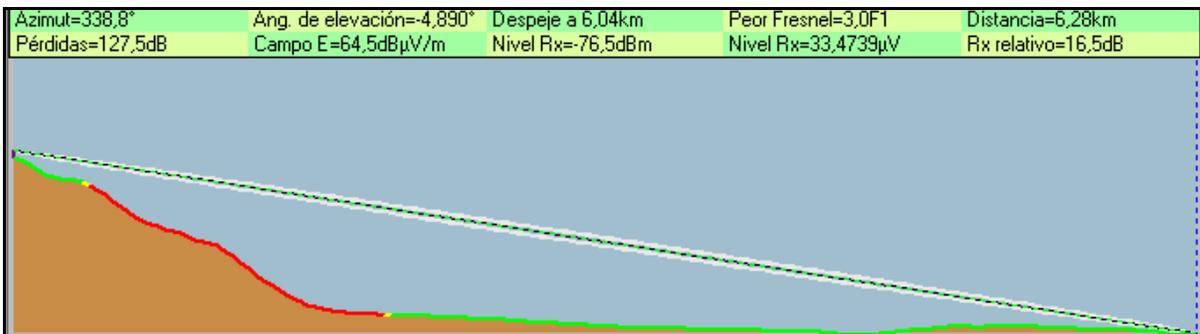


Figura 4. 37. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Tohali

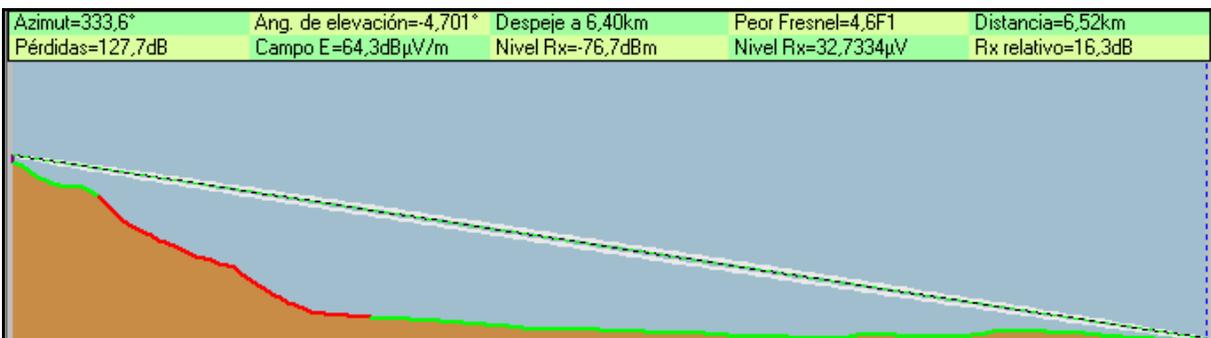


Figura 4. 38. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi - Esc. Eulfo Temistocles Estrada

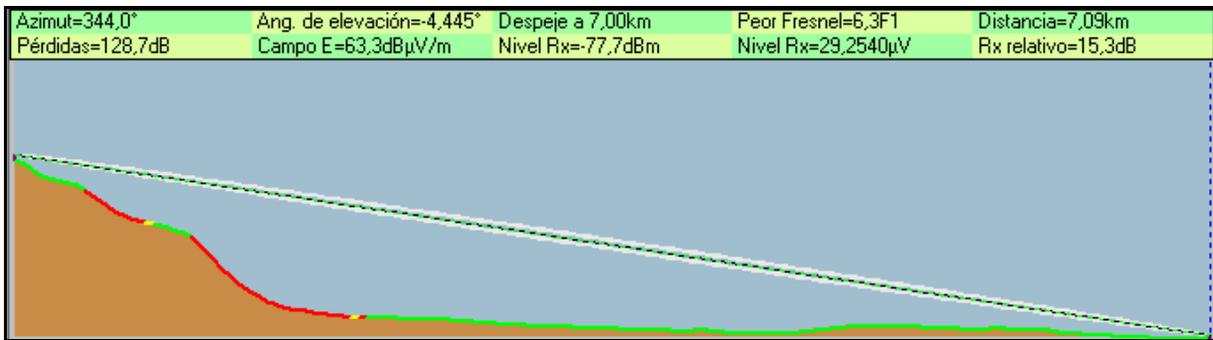


Figura 4. 39. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Roque Cantos Barberan

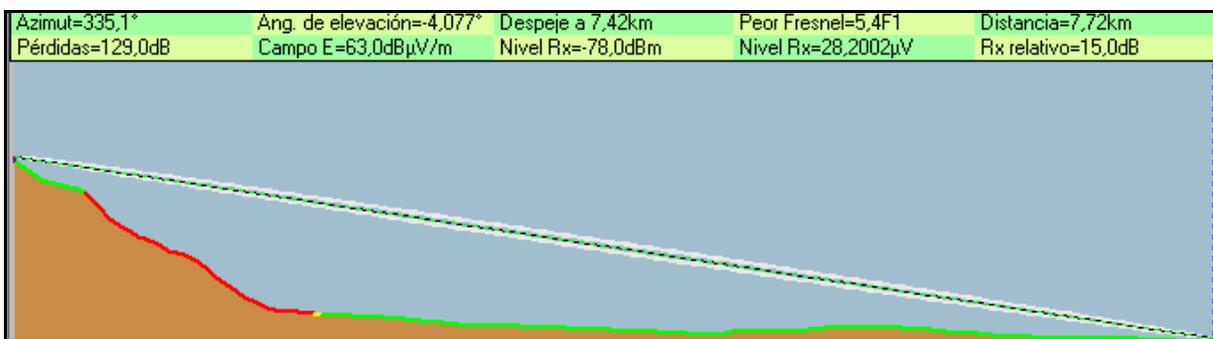


Figura 4. 40. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. José Peralta

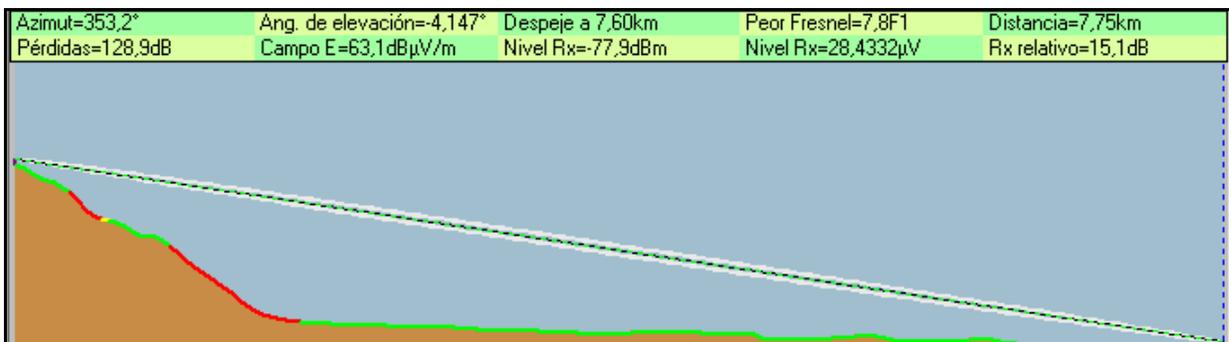


Figura 4. 41. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. El Prado

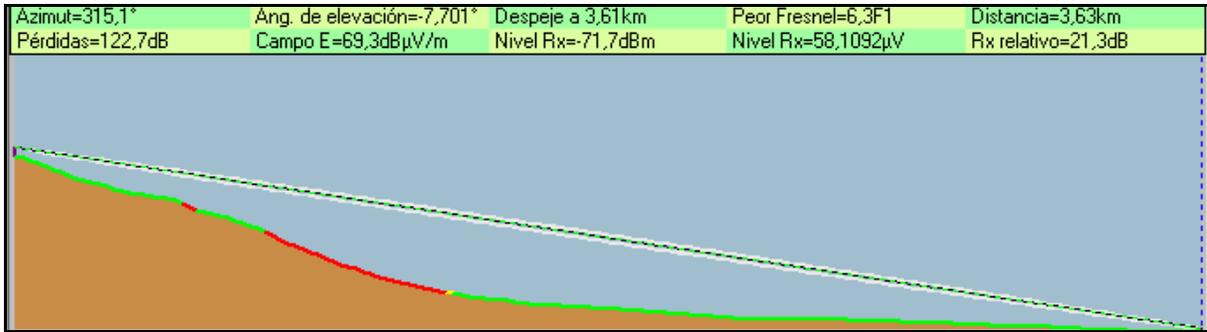


Figura 4. 42. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. José Claudio Delgado

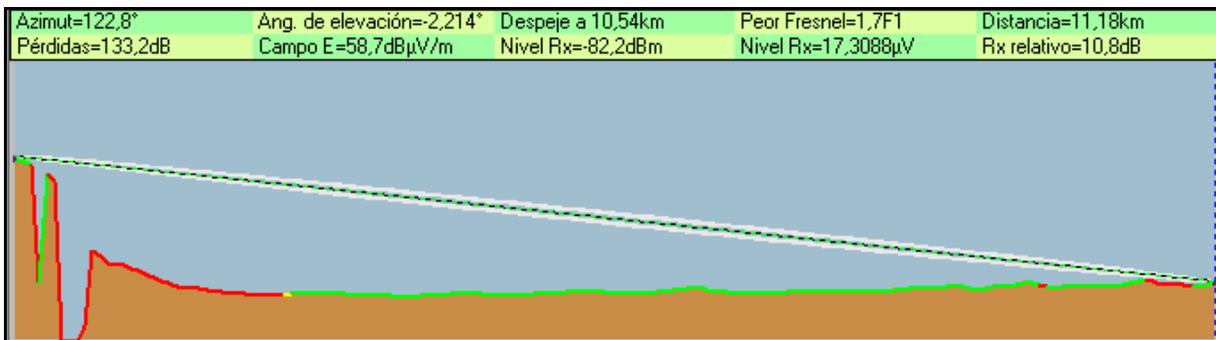


Figura 4. 43. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Antonio Flores Jijón

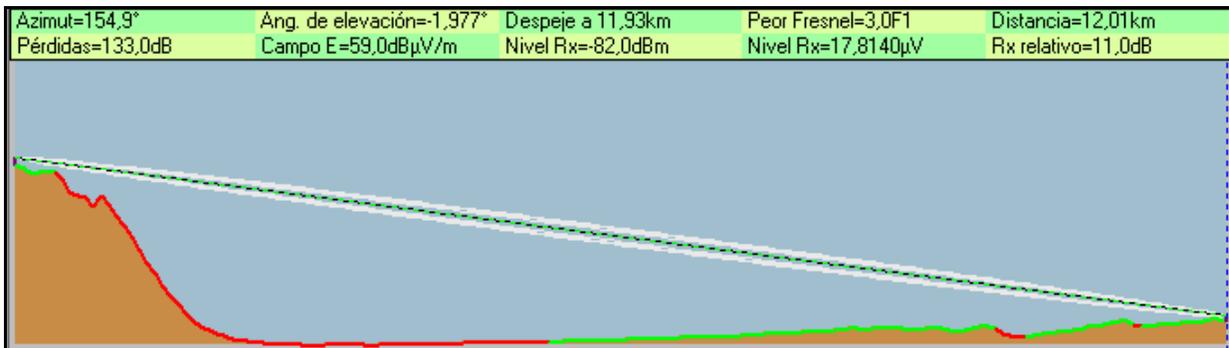


Figura 4. 44. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Dr. Rómulo Romeo Santana



Figura 4. 45. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Cefora Carrillo de Carrillo

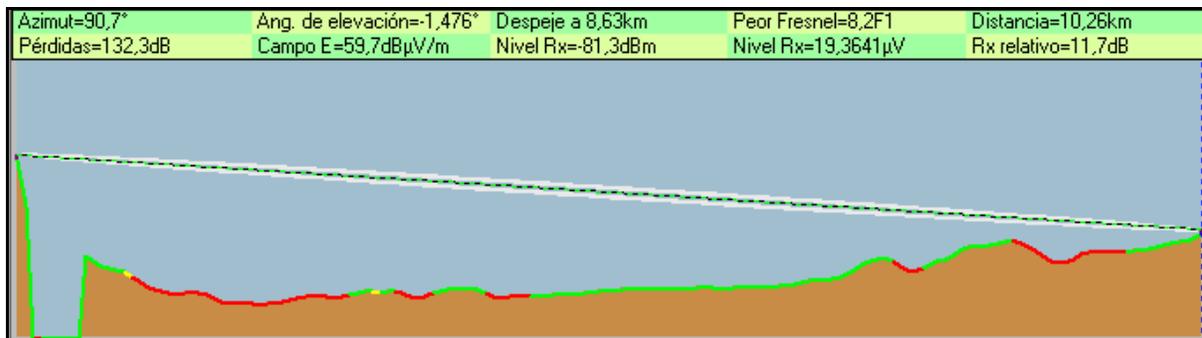


Figura 4. 46. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Alejandro Andrade

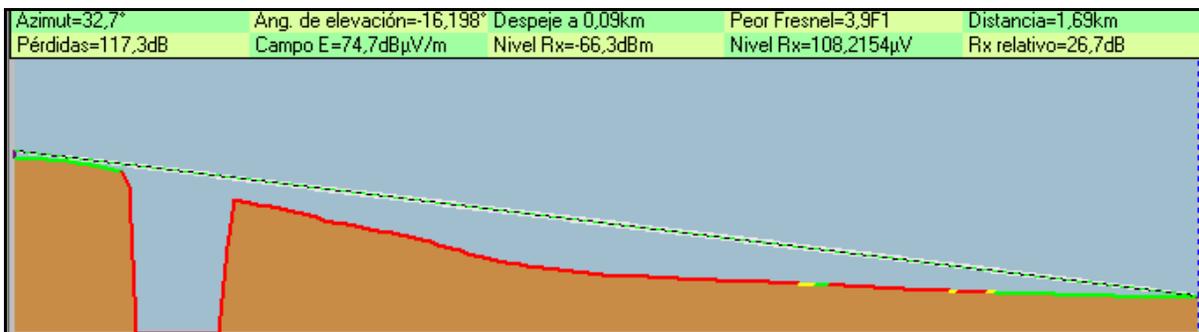


Figura 4. 47. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Lauro Palacios

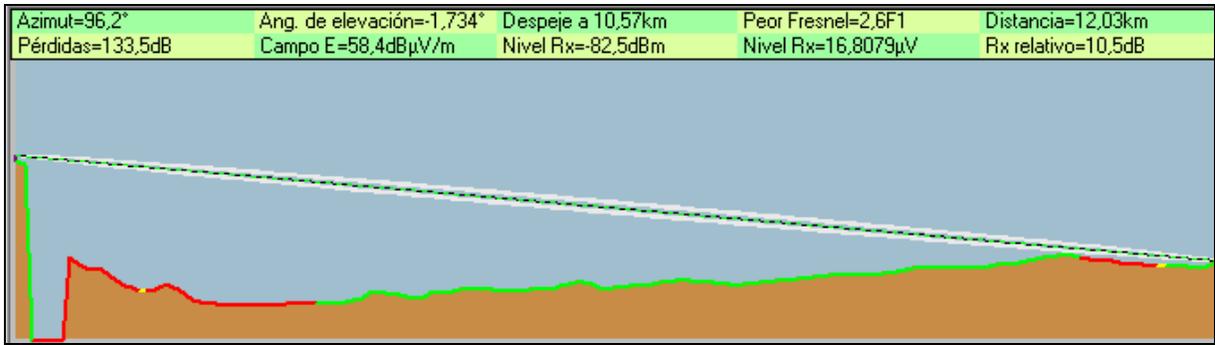


Figura 4. 48. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Anibal San Andrés N 2

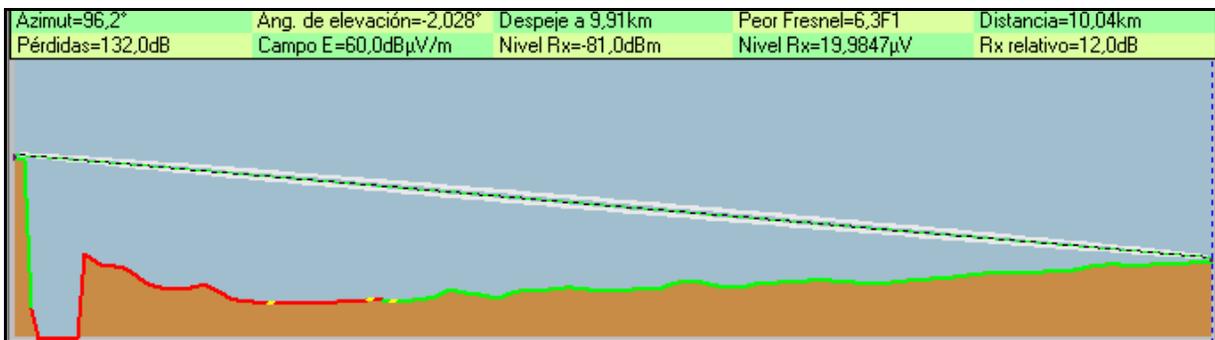


Figura 4. 49. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Alejandro Alvia Santana

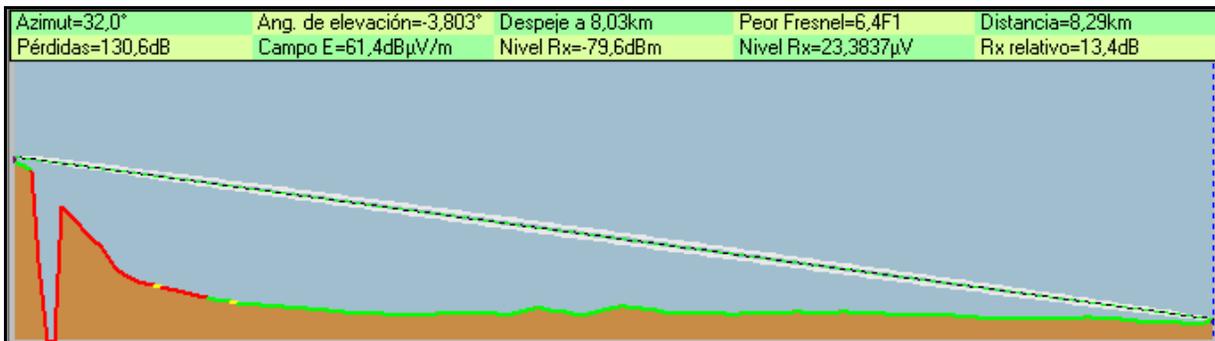


Figura 4. 50. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Walter Palacios

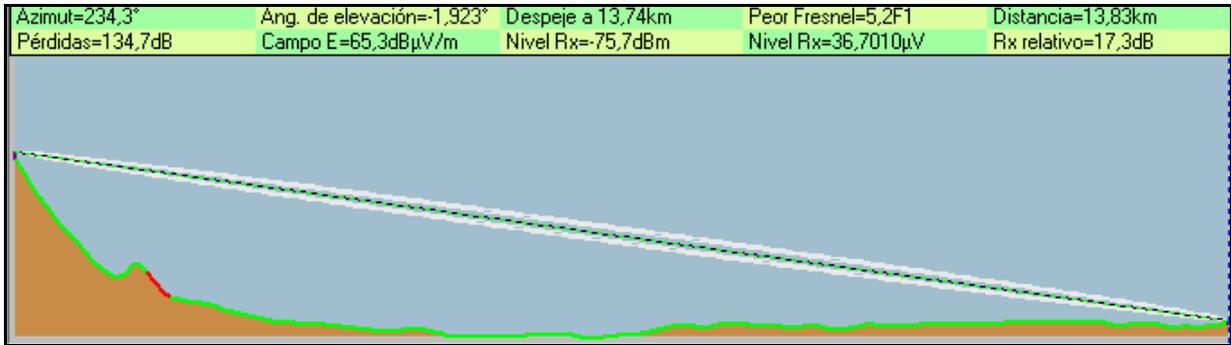


Figura 4. 51. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Luis Vargas Torres

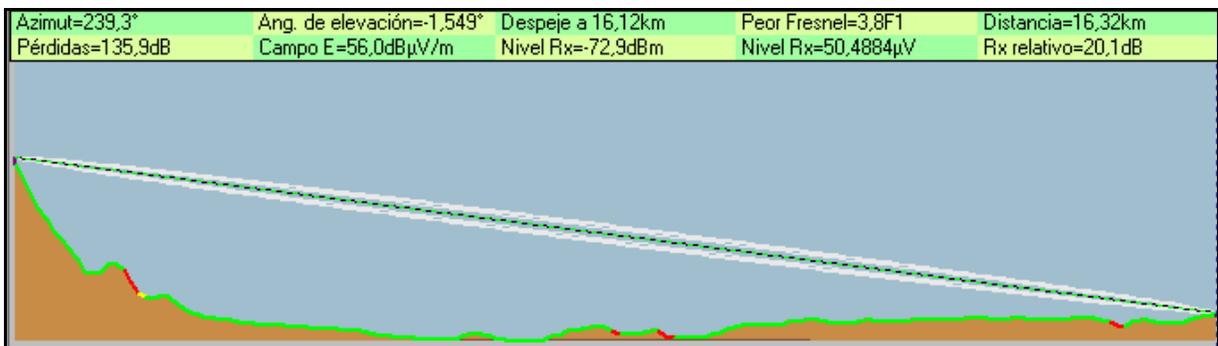


Figura 4. 52. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Alfonso Darquea No 132

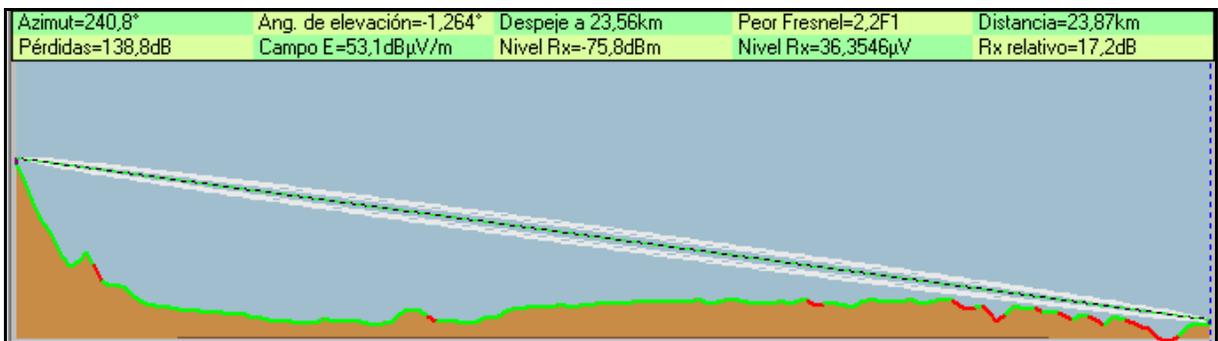


Figura 4. 53. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Tulmira Palacios Rivera

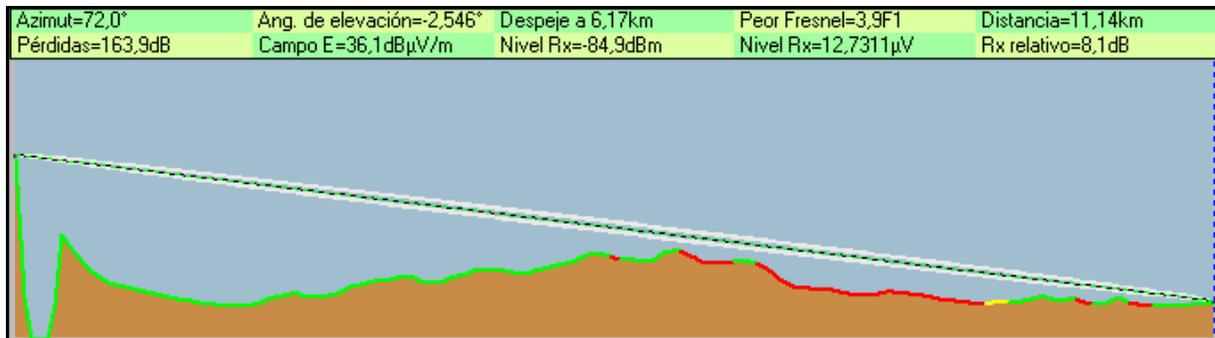


Figura 4. 54. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Leonidas Plaza Gutiérrez

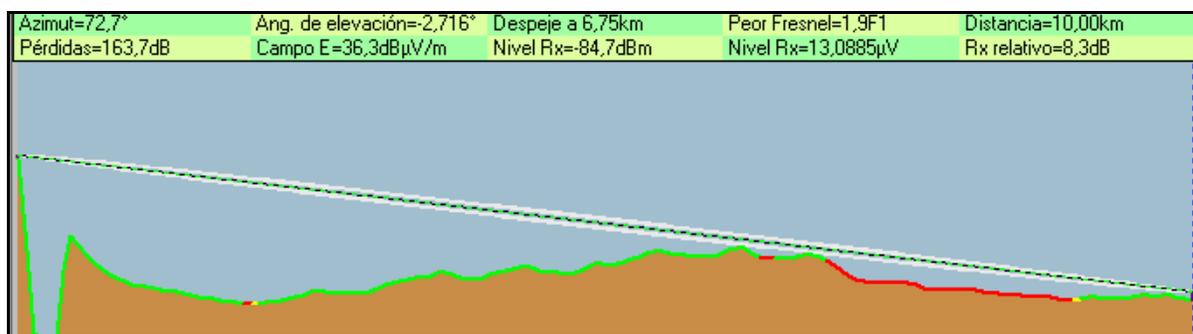
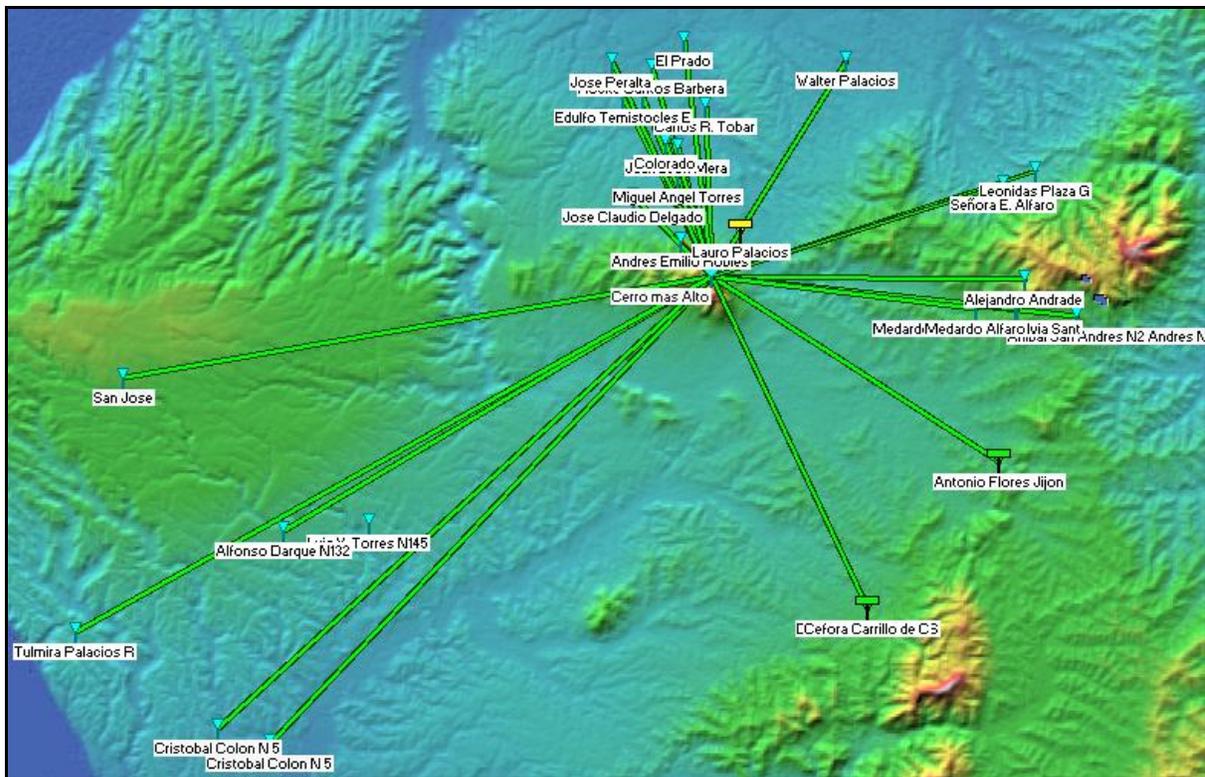


Figura 4. 55. Perfil del enlace Radio Base Cerro Montecristi – Esc. Señora E. Alfaro



**Figura 4. 56. Enlaces de la Radio Base Cerro Montecristi**

En el ANEXO 9 se muestra el diseño definitivo de la red simulado en RADIO MOBILE, y un resumen de los radioenlaces de la red, presentados en una tabla de datos.

#### 4.3. COBERTURA DE LA RED

Al utilizar una antena omnidireccional en la Radio Base ubicada en el Cerro Montecristi, el área de cobertura de esta antena se extiende mucho más allá de las instituciones beneficiadas, habilitando la posibilidad de incluir en el futuro a usuarios que no se encuentran incluidas en la red comunal pero que deseen gozar de los servicios que ésta brinda.

De igual manera las antenas sectoriales, de noventa grados, colocadas en las instituciones repetidoras, brindan un área de cobertura adicional al área de la antena omnidireccional de la radio base. Habilitando de igual manera la posibilidad de anexar nuevos usuarios a la red en el futuro.

Las áreas de cobertura de la radio base, y las diferentes repetidoras se indican en las siguientes figuras:

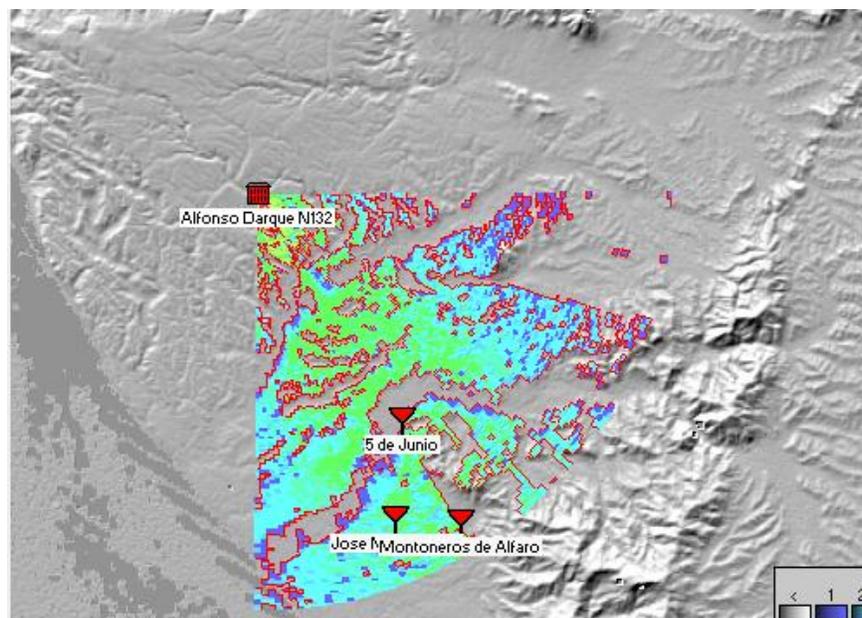


Figura 4. 57. Área de cobertura del repetidor Esc. Alfonso Darquea N 132

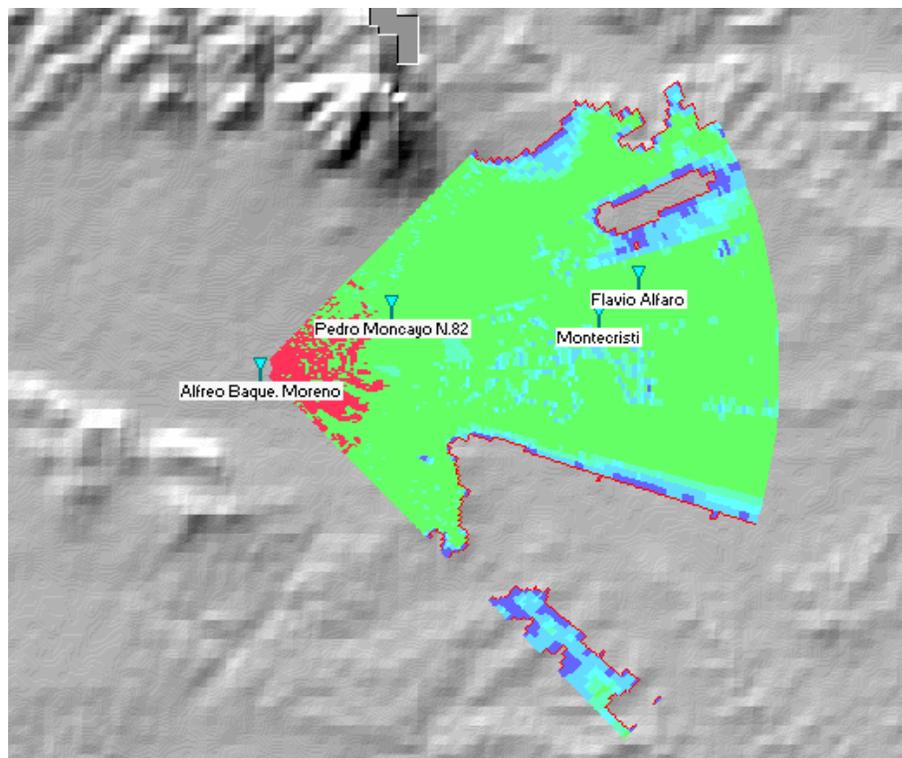


Figura 4. 58. Área de Cobertura del repetidor Esc. Alfredo Baquerizo Moreno

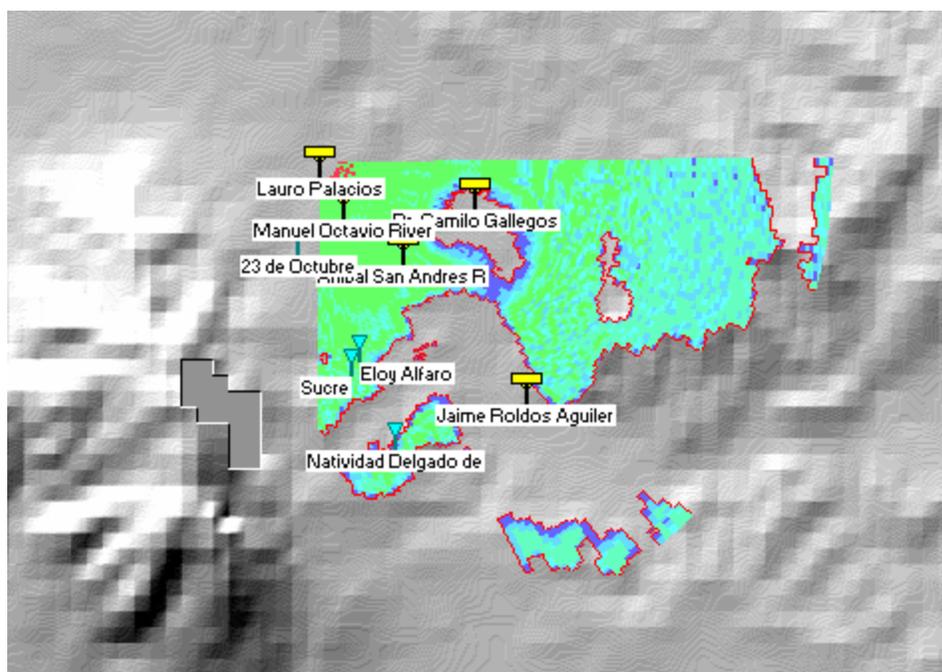


Figura 4. 59. Área de Cobertura del Repetidor Esc. Lauro Palacios

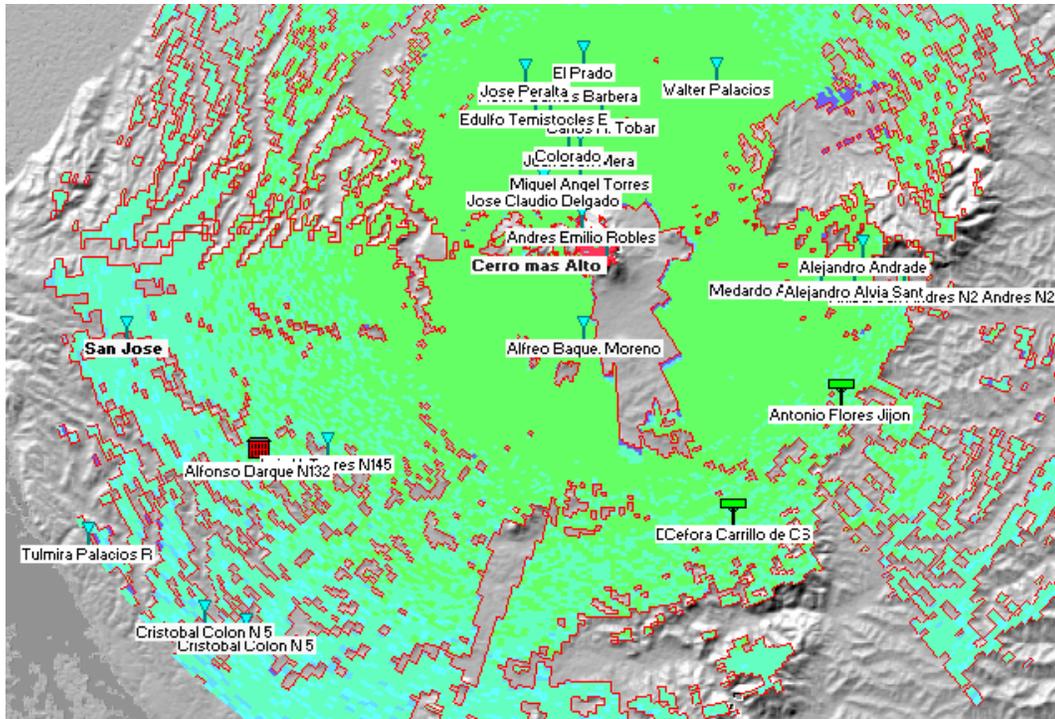


Figura 4. 60. Área de Cobertura de la Radio Base Cerro Montecristi

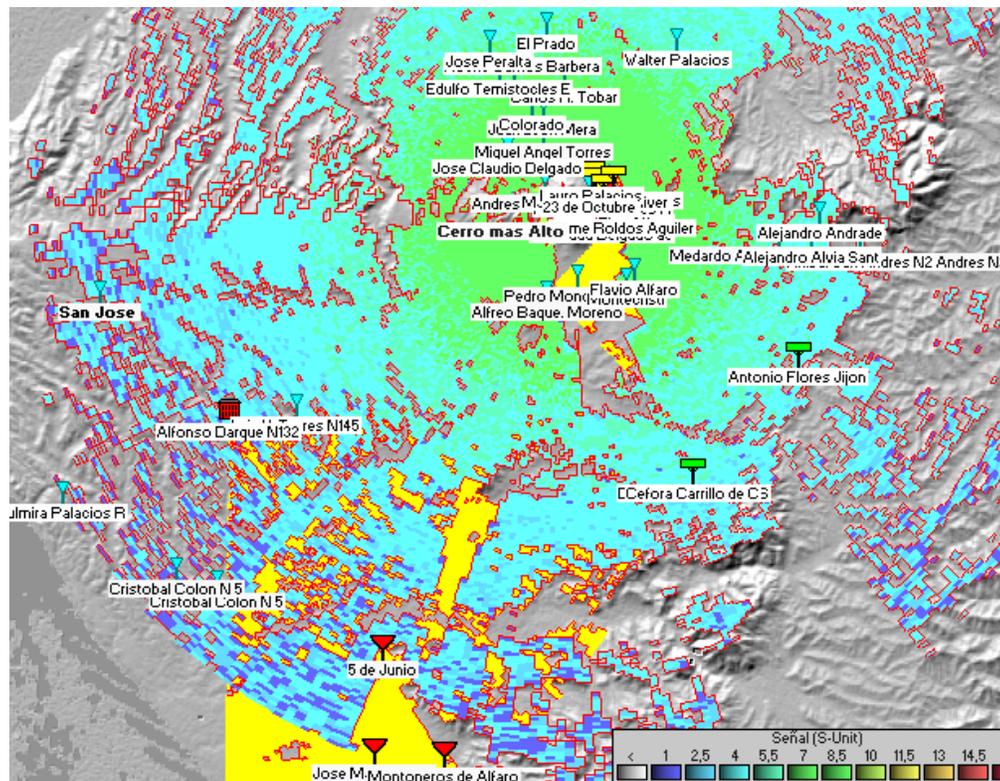


Figura 4. 61. Área de Cobertura total de la Red Comunal

En la Figura 4.61, se puede observar el área de cobertura total de la red comunal, las áreas de color amarillo representan las zonas de influencia de las repetidoras. Los otros colores (azul y verde) representan las zonas de influencia de la Radio Base en el Cerro Montecristi.

#### 4.4. SEGURIDAD EN LA RED

La seguridad de una red es un aspecto muy importante que se debe tomar en cuenta en el diseño, ya que de ella dependerá el prevenir, impedir, detectar y corregir violaciones a la seguridad durante la transmisión de datos.

Al diseñar una red de datos con acceso a Internet, debemos tener mucho cuidado con el tipo de información a que se desea acceder, mucho más si la red está destinada a usuarios de unidades educativas, ya que la información que existe en Internet puede ser mal utilizada y muchas veces perjudicial para los estudiantes.

Existen muchos riesgos que se presentan en una red de datos, a continuación se dará a conocer algunos de ellos, que han sido considerados como los más generales y más importantes:

- **Intrusión:** se presenta cuando personas ajenas a la red ingresan como usuarios legítimos de la misma utilizando sus recursos y en ocasiones modificándolos.
- **Rechazo de Servicios:** se presenta cuando usuarios ilegales dañan o sobrecargan la red impidiendo el acceso a los servicios por parte de usuarios legítimos.
- **Robo de Información:** cuando una persona ajena a la red tiene acceso a información secreta, confidencial, restringida, etc.

- **Virus:** programas o segmentos de programa que al ejecutarse se copia si mismo en otro programa, host, etc. Además de copiarse, los virus pueden contener códigos maliciosos y pueden llegar a destruir el sistema.

Todos estos posibles problemas se pueden evitar con la instalación de programas o equipos que nos permiten administrar de una mejor manera la red. A continuación de describen algunas herramientas tecnológicas para el control de la red como firewalls y servidores proxy.

#### 4.4.1. Firewall

El firewall o corta fuegos es un mecanismo que permite proteger las redes confiables se conectan a redes no confiables (Internet), implementando un control de acceso desde y hacia el Internet. De esta manera todo el tráfico dentro o fuera del firewall deberá pasar a través del mismo, permitiendo solo el flujo de información autorizado definido por políticas de seguridad. Siendo el sistema, en sí mismo, inmune a ataques.

Las principales características de los firewall son:

- Restringir servicios de Internet que se consideren inseguros.
- Limita la exposición de la red a redes inseguras.
- Restringe las intrusiones.
- Lleva una bitácora de la actividad de la red.

#### **4.4.2. Servidor Proxy**

Un servidor proxy es un equipo intermediario que se encuentra entre la red privada e Internet, permitiendo llevar un registro o bitácora del uso del Internet así como bloquear el acceso a páginas web peligrosas o perjudiciales.

El uso más habitual de los servidores proxy es cuando se desea permitir que todos los miembros de una red accedan a Internet cuando solo se dispone de un único equipo conectado a este servicio, es decir, cuando solo se dispone de una dirección IP para el acceso Internet.

#### **Características**

- Un servidor proxy almacena información que es consultada con más frecuencia en páginas en Internet. Con el fin de aumentar la velocidad de acceso.
- Funciona como servidor de seguridad y como filtrado de contenidos.
- Permiten un ahorro en el tráfico de información, ya que las solicitudes se las realiza al proxy y no directamente a Internet.
- Puede cubrir a un gran número de usuarios, para solicitar, a través de él, los contenidos Web.

#### **4.5. EQUIPAMIENTO DE TELECOMUNICACIONES PARA LAS REDES**

Los equipos a utilizar en el diseño de la red comunal deben cumplir con los requerimientos tecnológicos que se analizaron en el Capítulo 3. Por tal motivo se consulto con varios proveedores de equipos de telecomunicaciones, para seleccionar los equipos que más se ajusten a las necesidades del diseño.

Una característica importante de las antenas, es que cada una de ellas posee funciones de ruteo, es decir, se las puede programar como pequeños routers adicional a esta información cabe señalar que las antenas menores a 20 dBi tienen incorporada el equipo de radio, y las antenas con ganancias entre 24dBi y 32 dBi tienen un radio externo.

Al ser la red comunal un proyecto del FODETEL, es decir, un proyecto gubernamental, no se pueden especificar marcas de equipos, y el nombre de las empresas proveedoras de equipos; por tal motivo solo se describen las características de operación, datos técnicos y tecnología de cada equipo.

#### **4.5.1. Equipamiento para redes LAN**

- Switch con diez puertos Ethernet.
- Computadores (De acuerdo al número de alumnos).
- Routers inalámbricos.
- Tarjetas de red inalámbricas para PC's (de acuerdo al número de computadores).
- Impresora blanco/negro y color.

#### **4.5.2. Equipamiento para la Jefatura Política**

- Servidor proxy con sistema operativo de libre uso (Linux).
- Router con dos puertos Ethernet
- Switch de cinco puertos Ethernet.
- Administrador de ancho de banda.

- Antena 16 dBi (CPE<sup>22</sup>) para conexión punto – multipunto con el AP (Access Point) en Esc. Lauro Palacios.
- Equipamiento para redes LAN.

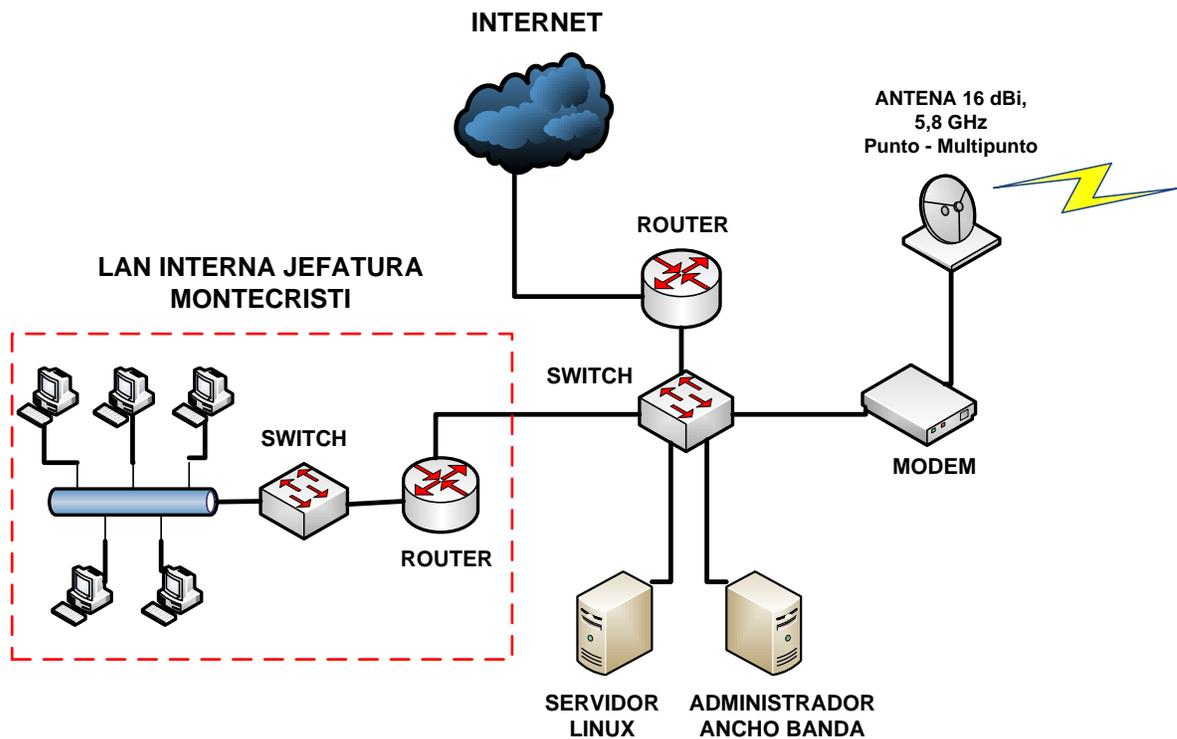


Figura 4. 62. Equipamiento de la Jefatura Política del Cantón Montecristi

#### 4.5.3. Equipamiento en la Radio Base Cerro Montecristi

- Torre auto soportada de 20 metros de altura.
- Antena omnidireccional de Ganancia 16 dBi a 5.8 GHz
- Switch, 5 puertos Ethernet.

<sup>22</sup> Customer Premises Equipment (Equipo Local del Cliente), equipo de telecomunicaciones usado tanto en interiores como en exteriores para originar, encaminar o terminar una comunicación.

#### **4.5.4. Equipamiento en las escuelas repetidoras**

- Para los Access Point se necesitan antenas sectoriales de 90° de 16 dBi a 2.4 GHz
- Switch, 5 puertos Ethernet.
- Para el CPE se requieren antenas punto – multipunto de 10, 12, 16, 20, 32 dBi a 2,4 GHz
- Mástiles
- Equipamiento para red LAN.

#### **4.5.5. Equipamiento en las escuelas con línea de vista a la Radio Base**

- Antenas punto – multipunto con equipo de 12, 16 y 20 dBi a 5,8 GHz
- Mástiles
- Equipamiento para red LAN.

#### **4.5.6. Equipamiento en las escuelas con línea de vista a las repetidoras**

- Antenas punto – multipunto con equipo de 10 y 12 dBi a 2,4 GHz
- Mástiles
- Equipamiento para red LAN.

#### **4.5.7. Equipamiento adicional**

En cada unidad se deberá contar con materiales necesarios para la instalación y adaptación de cada uno de los equipos. Materiales como:

- Cable UTP cat-5e
- Cable coaxial
- Conectores RJ-45
- Equipo para trabajo en redes
- Canaletas, etc.

#### **4.5.8. Características de las antenas**

A continuación se detallaran las características de los equipos utilizados para los Access Point (AP) y para los Equipos Locales del Cliente (CPE). Las características de los equipos fueron proporcionados por los proveedores:

- Frecuencia de Operación 2.4 GHz y 5,8 GHz (Programable de acuerdo a las regulaciones de cada país).
- Integra equipo de radio y router.
- Completa con IEEE 802.11a/b/g.
- Potencia hasta 30dBm/1000mW.
- Velocidad de transmisión máxima de 54Mbps.
- Power over Ethernet - PoE.

- Soporta 64/128/152 WEP, WPA y WPA2.
- Administrable vía Web.
- Control de Ancho de Banda.
- Firewall SPI y packet/URL filtering.
- Sensibilidad: -93dBm a 1Mbps / -75dBm a 54 Mbps.

#### **4.6. DIRECCIONAMIENTO IP DE LA RED**

Una vez conectados los equipos de manera física, necesitamos de una dirección IP que nos ayude a conectar e identificar de manera lógica los miembros de la red. Una dirección IP es un único e irrepetible número que nos ayuda a identificar un dispositivo (por lo general es una computadora) dentro de una red. Los equipos de la red utilizan este número para comunicarse entre ellos.

Una dirección IP es un número de 32 bits, representada generalmente por cuatro números enteros desde 0 hasta 255 separados por puntos, por ejemplo 192.168.4.5, además cada dirección IP tiene dos partes diferenciadas:

1. Los números de la izquierda se denominan NET - ID e indican la red.
2. Los números de la derecha se denominan HOST – ID e indican los equipos de la red.

##### **4.6.1. Clases de Redes.**

Las direcciones IP se dividen en clases dependiendo del número de bits que representan a la red. Toda clase de red permite una cantidad fija de equipos (host).

## **Clase A**

En una dirección IP de clase A, el número de red está contenido en el primer octeto y los tres últimos octetos están reservados para los host. Permitiendo de este modo 127 posibles redes y 16.777.214 host. El rango de direcciones de una clase A es desde 1.0.0.0 hasta 126.0.0.0.

## **Clase B**

En una dirección IP de clase A, se asignan los dos primeros octetos para el identificador de red (NET – ID) y los dos octetos siguientes están reservados para los host (HOST – ID). La cantidad máxima de redes es 16.384 y 65.534 host. Las redes disponibles en una clase B van desde 128.0.0.0 a 192.255.0.0.

## **Clase C**

En una dirección IP de clase C los tres primeros octetos o bytes representan el número de red, permitiendo un máximo de 2.097.152 redes y con el último octeto 254 host. El rango de direcciones para una red clase C va desde la 192.0.0.0 a la 223.255.255.0.

El principal objetivo de dividir a las redes en clases es facilitar la búsqueda de un equipo en la red, identificando primero el número de la red a la que pertenece y luego buscando el equipo dentro de la red.

Existen rangos de direcciones, en cada clase de red, reservadas para uso reservado o privado, estas direcciones son conocidas como “direcciones privadas”, las direcciones privadas son usadas por empresas u organizaciones con una red

privada sin salida a internet directamente. El rango de direcciones privadas se presenta en la Tabla 4.5.

**Tabla 4. 5. Direcciones IP de carácter Privado**

<b>Clase de Red</b>	<b>Rango direcciones IP para uso Público</b>
<b>A</b>	10.0.0.0 a 10.255.255.255
<b>B</b>	172.16.0.0 a 172.31.0.0
<b>C</b>	192.168.0.0 a 192.168.255.0

Las direcciones IP de clase A se utilizan generalmente en redes muy amplias y las redes de clase C se utilizan para redes pequeñas como por ejemplo para una empresa. Es por este motivo que para el diseño de la red comunal se utilizará direcciones IP clase C.

#### **4.6.2. Direccionamiento de la Red Principal**

Para el direccionamiento de la Red Principal se utilizará la dirección privada 192.168.1.0, los miembros o host de esta red serán las unidades educativas que cuentan con línea de vista directa a la Radio Base en el Cerro Montecristi. En la Tabla 4.6. se presenta el direccionamiento IP de los miembros de la red antes descritos:

**Tabla 4. 6. Direcciones IP la las unidades enlazadas directamente con la Radio Base en el Cerro Montecristi**

<b>Nombre de la Institución</b>	<b>Dirección IP</b>
Lauro Palacios	192.168.1.1
Medardo Alfaro	192.168.1.2
Alejandro Alvia Santana	192.168.1.3
Aníbal San Andrés N.2	192.168.1.4

San José	192.168.1.5
Alfredo Baquerizo Moreno	192.168.1.6
Cristóbal Colon N. 5	192.168.1.7
Cristóbal Colon N. 5	192.168.1.8
Andrés Emilio Robles	192.168.1.9
Miguel Ángel Torres Luna	192.168.1.10
Juan León Mera	192.168.1.11
Colorado	192.168.1.12
Carlos R. Tobar	192.168.1.13
Tohalli	192.168.1.14
Edulfo Temistocles Estrada H	192.168.1.15
Rocke Cantos Barberan	192.168.1.16
José Peralta	192.168.1.17
El Prado	192.168.1.18
José Claudio Delgado Alvia	192.168.1.19
Antonio Flores Jijón	192.168.1.20
Dr. Rómulo Romeo Santana D	192.168.1.21
Cefora Carrillo de Carrillo	192.168.1.22
Alejandro Andrade	192.168.1.23
Medardo Alfaro	192.168.1.24
Aníbal San Andrés N.2	192.168.1.25
Alejandro Alvia Santana	192.168.1.26
Walter Palacios	192.168.1.27
Leónidas Plaza Gutiérrez	192.168.1.28
Cefora E. Alfaro	192.168.1.29
Luis Vargas Torres N. 145	192.168.1.30
Alfonso Darquea N. 132	192.168.1.31
Tulmira Palacios Rivera	192.168.1.32
Radio Base Cerro Montecristi	192.168.1.33

#### 4.6.3. Direccionamiento IP de las Subredes

El direccionamiento IP para las subredes, las cuales están conformadas por la escuela repetidora y sus subscriptoras, se presenta a continuación:

## Repetidor Esc. Lauro Palacios

Para el repetidor Lauro Palacios se designará la dirección privada 192.168.2.0, cuyos miembros o host serán los equipos ubicados en la Jefatura Política del cantón Montecristi y las escuelas enlazadas al Access Point de este repetidor. Las direcciones IP se presentan a continuación:

**Tabla 4. 7. Direcciones IP de los miembros de la Red del Repetidor Esc. Lauro Palacios.**

Dirección de Red	Host	
	Nombre	Dirección IP
192.168.2.0	Access Point Esc. Lauro Palacios	192.168.2.1
	CPE - Jefatura Política	192.168.2.2
	Servidor Proxy - Jefatura Política	192.168.2.3
	Administrado Ancho de Banda – Jefatura Política	192.168.2.4
	Router red LAN – Jefatura Política	192.168.2.5
	Router ISP – Jefatura Política	192.168.2.6
	CPE - Esc. Sucre	192.168.2.7
	CPE - Esc. Natividad delgado	192.168.2.8
	CPE - Esc. Eloy Alfaro	192.168.2.9
	CPE - Esc. Dr. Camilo Gallegos	192.168.2.10
	CPE - Esc. Aníbal San Andrés R.	192.168.2.11
	CPE - Esc. Manuel Octavio Rivera	192.168.2.12
	CPE - Esc. 23 de Octubre	192.168.2.13
	CPE - Esc. Jaime Roldos Aguilera	192.168.2.14

A continuación se presenta un esquema del direccionamiento IP de la red del repetidor Esc. Lauro Palacios donde se indican además las interfaces de los routers ubicados en la Jefatura Política con sus direcciones:

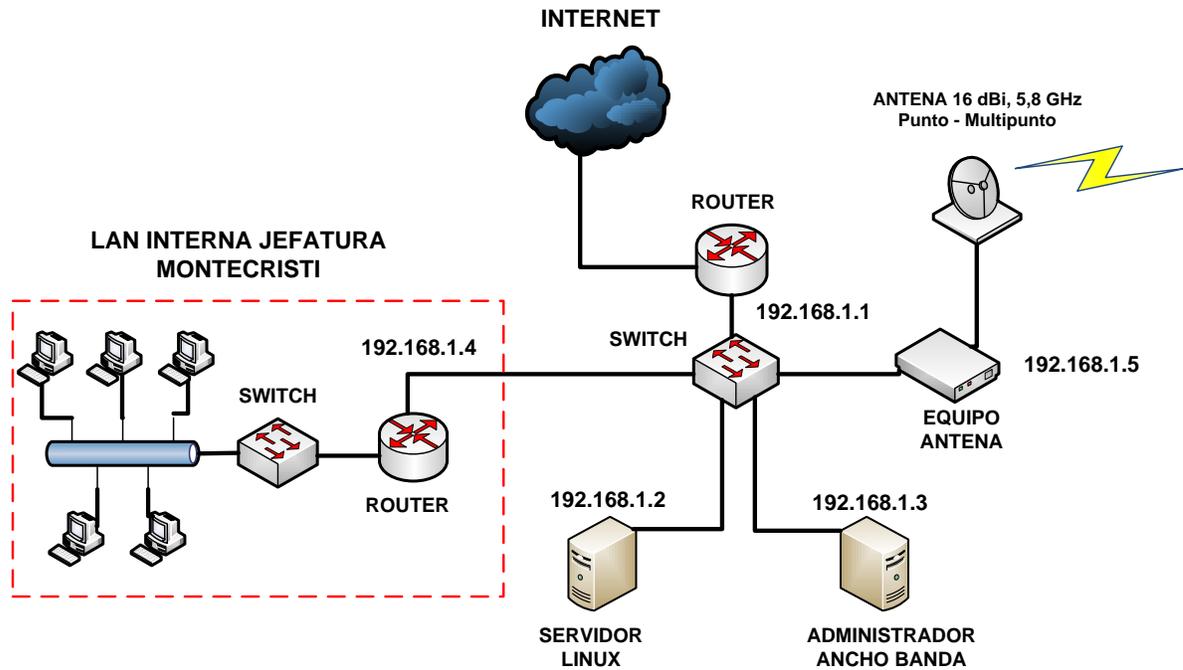


Figura 4. 63. Esquema del direccionamiento IP del repetidor Esc. Lauro Palacios

### Repetidor Esc. Alfonso Darquea

Para el repetidor en la escuela Alfonso Darquea se utilizará la dirección privada 192.168.3.0, y sus host serán las instituciones con línea de vista a dicho repetidor.

Tabla 4. 8. Direcciones IP de los miembros de la Red del Repetidor Esc. Alfonso Darquea

Dirección de Red	Host	
	Nombre	Dirección IP
192.168.3.0	Access Point Esc. Alfonso Darquea	192.168.3.1
	CPE – Esc. 5 de Junio	192.168.3.2
	CPE – Esc. José María Urbina	192.168.3.3
	CPE – Esc. Montoneros de Alfaro	192.168.3.4

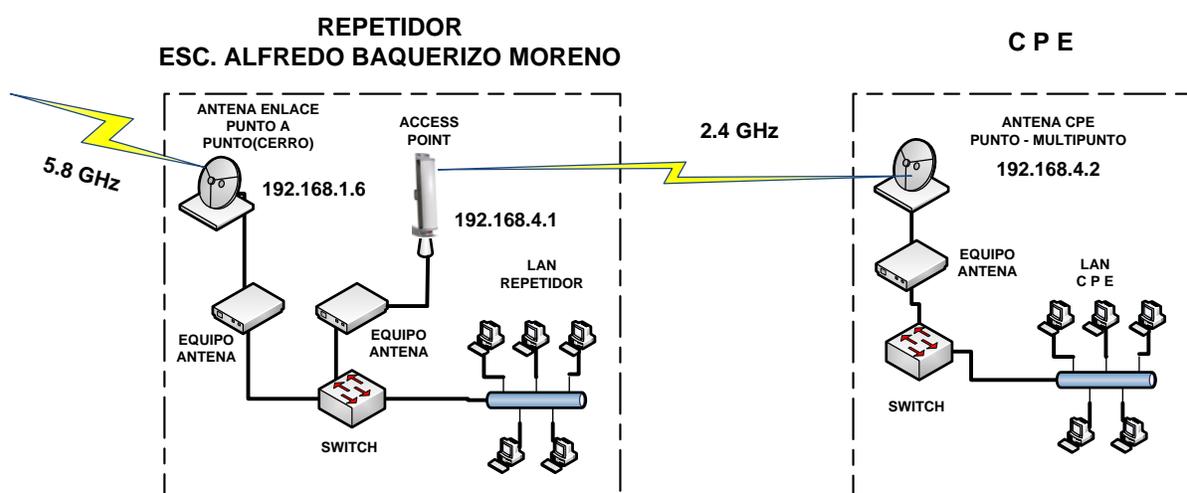
## Repetidor Esc. Alfredo Baquerizo Moreno

La dirección IP 192.168.4.0 será utilizada en la red privada de escuela repetidora Alfredo Baquerizo Moreno. Los miembros o host de esta red se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 4. 9. Direcciones IP de los miembros de la Red del Repetidor Esc. Alfredo Baquerizo Moreno**

Dirección de Red	Host	
	Nombre	Dirección IP
192.168.4.0	Access Point Esc. Alfredo B. Moreno	192.168.4.1
	CPE – Esc. Montecristi	192.168.4.2
	CPE – Esc. Flavio Alfaro	192.168.4.3
	CPE – Esc. Pedro Moncayo N 82	192.168.4.4

A continuación se presenta un esquema de conexión interna entre la escuela repetidora Alfredo Baquerizo Moreno y la unidad suscriptor o CPE Esc. Montecristi.



**Figura 4. 64. Esquema de conexión interna entre la Esc. Repetidora y Esc. Suscriptorita**

#### 4.6.4. Direccionamiento de la Red LAN

La dirección 192.168.0.0 se utilizará para configurar las redes LAN de los establecimientos educativos y de la Jefatura Política del cantón Montecristi. La primera dirección de host de la red, es decir, la dirección 192.168.0.1 será asignada a la interfaz del router que se encuentra conectada a la red LAN, la segunda dirección de red (192.168.0.2) se asignará a la primera PC, la tercera dirección (192.168.0.3) a la segunda PC, etc. La cantidad de direcciones dependerá del número de computadores en cada localidad beneficiaria. La Tabla 4.10. muestra el direccionamiento de la red LAN, donde el último computador de cada institución está representado como “Computador N”.

Tabla 4. 10. Tablas de Direcciones IP para redes LAN

Equipo	Dirección IP
Router (Interfaz a la red LAN)	192.168.0.1
Computador 1	192.168.0.2
Computador 2	192.168.0.3
Computador 3	192.168.0.4
.....	.....
Computador N	192.168.0.X

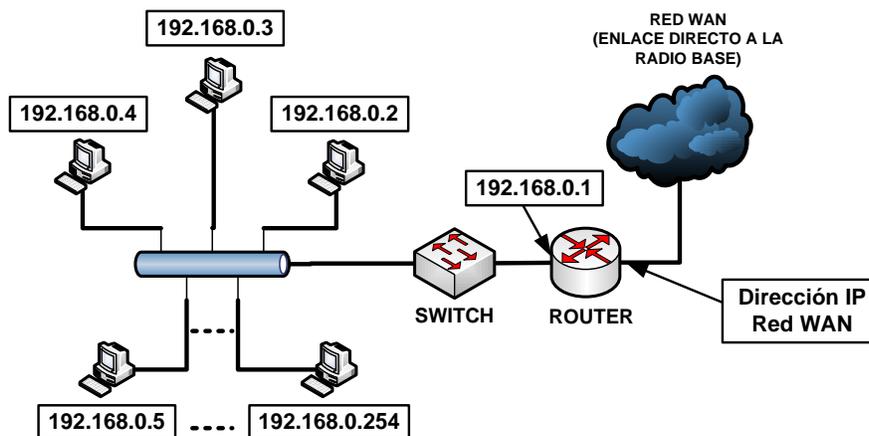


Figura 4. 65. Esquema del direccionamiento IP de las Redes LAN

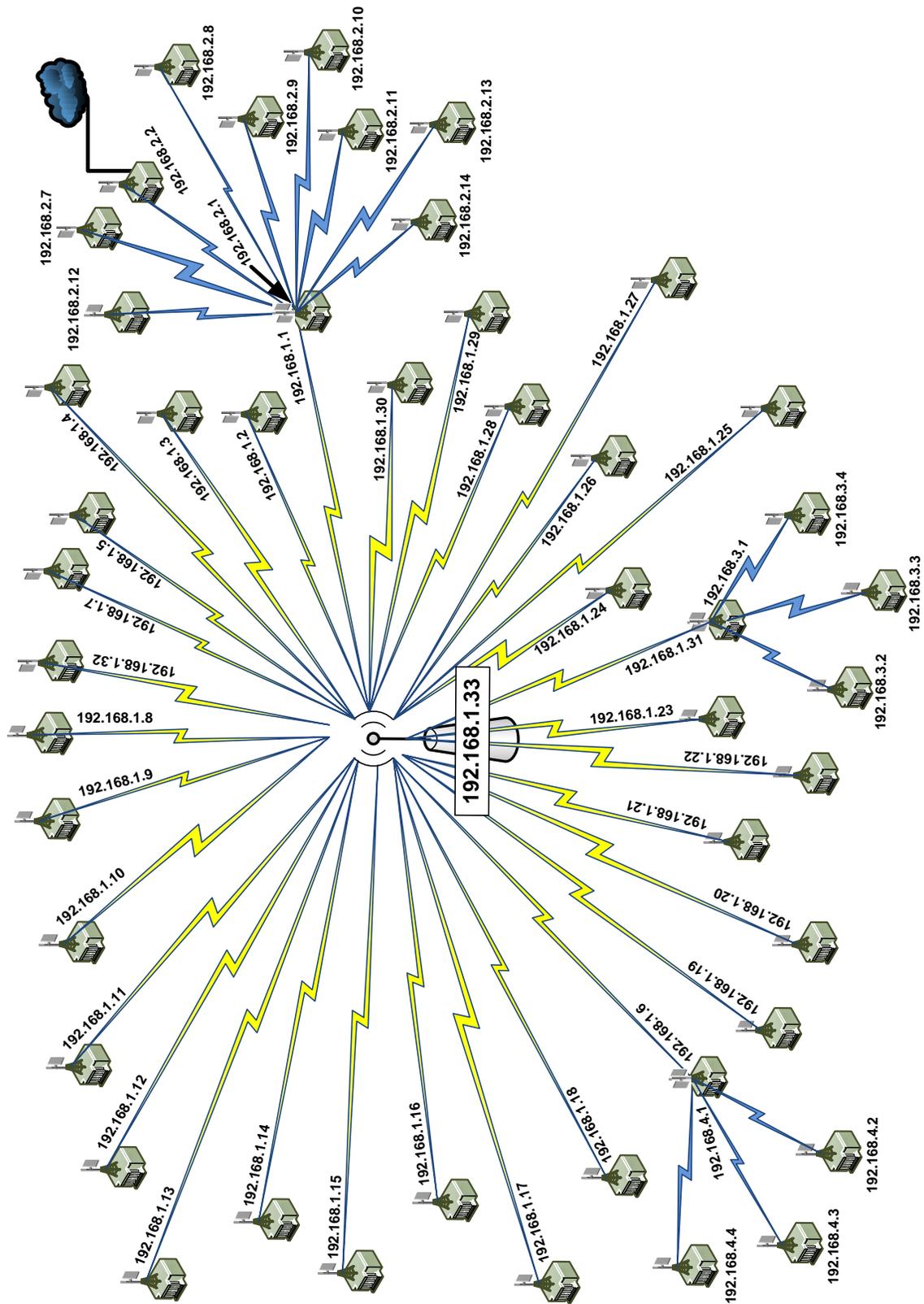


Figura 4. 66. Esquema Final del direccionamiento IP de la RED COMUNAL

## 4.7. PÉRDIDAS Y GANANCIAS DE LOS RADIOENLACES

El diseño de un radioenlace involucra una gran variedad de factores a tener en cuenta: emplazamiento, selección de equipos, cálculo del balance de potencias, identificación de obstáculos y posibles interferencias, fenómenos de atenuación y desvanecimiento de las señales, etc. Si bien actualmente la existencia de herramientas informáticas de simulación facilita enormemente la tarea, es importante conocer de primera mano todos los aspectos que pueden influir en el funcionamiento del radioenlace. De este modo, al momento de instalar cualquier equipo de telecomunicaciones será posible identificar las posibles causas de un mal funcionamiento y aplicar o utilizar los mecanismos más adecuados para solucionarlo.

### 4.7.1. Pérdidas o Atenuación en Espacio Libre

El espacio libre se define como un medio dieléctrico homogéneo, isótropo y alejado de cualquier obstáculo. Esta circunstancia se da pocas veces, de cualquier forma, si las antenas están dispuestas de forma conveniente, sin ningún obstáculo intermedio, podemos considerar que la única atenuación producida es la del espacio libre.

Para calcular las pérdidas en espacio libre se utiliza la fórmula de Friis que es la siguiente:

$$L_{\epsilon} = 32.44 + 20 \log(F[\text{MHz}]) + 20 \log(d[\text{Km}])$$

**Ecuación 4. 1. Pérdidas en Espacio Libre**

Donde la frecuencia debe ser expresada en MHz y la distancia en kilómetros.

La atenuación del espacio libre es únicamente debida a la expansión de las ondas electromagnéticas en el espacio y al tamaño físico limitado de las antenas y no a ningún otro fenómeno.

#### 4.7.2. Pérdidas de la Zona de Fresnel

Se llama zona de Fresnel al área donde se difunde una onda (electromagnética, acústica, etc.) luego de ser emitida entre un emisor y un receptor.

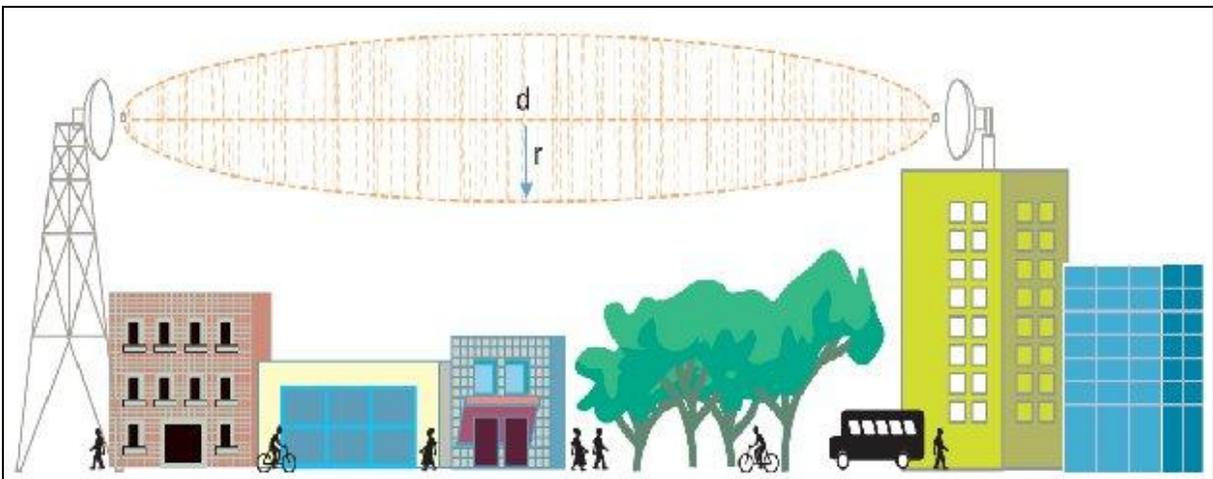


Figura 4. 67. Zona de Fresnel

La Zona Fresnel es muy importante, pues debe mantenerse limpia de obstáculos que detengan la señal. Mientras menos obstáculos haya en esta área, mejor será transmitida la onda.

Es recomendable que la primera Zona de Fresnel se encuentre libre de obstáculos, sin embargo al contar con un radio de transmisión que contenga el 60% de la potencia total libre de obstáculos, el radioenlace se puede establecer sin ningún problema.

### 4.7.3. Atenuación por Vegetación

Cuando el receptor de un sistema de radiocomunicación se encuentra en el interior de un terreno boscoso, hay una pérdida adicional por penetración de las ondas a través de él. En estos casos, el campo electromagnético presente en la antena receptora puede modelarse como la suma de la onda directa proveniente del transmisor, y multitud de pequeñas ondas dispersadas por las hojas de los árboles cercanos. Dado que las fases de estas ondas son aleatorias, las señales resultantes pueden estimarse de forma estadística. El resultado final de sumar todas las contribuciones suele modelarse mediante una distribución de Nakagami-Rice.

Por esto es importante elevar las antenas para que la línea de vista no se vea afectada por la vegetación.

### 4.7.4. Atenuación por Lluvia

En los radioenlaces existe también una componente de atenuación debida a la absorción y dispersión por hidrometeoros (lluvia, nieve, granizo). La fórmula que relaciona la atenuación específica con parámetros como la tasa de lluvia, la frecuencia o temperatura es la que se muestra a continuación:

$$\text{Atenuación Específica} \left( \frac{dB}{Km} \right) = k * R^\alpha$$

**Ecuación 4. 2. Atenuación por Lluvia**

En donde R es la tasa de lluvia en mm/h, k y alfa son constantes que dependen de la frecuencia y de la temperatura de la lluvia. La temperatura también es un factor a tomar en consideración ya que la constante dieléctrica del agua depende de la temperatura.

#### 4.7.5. Pérdidas del Cable

Las pérdidas de la señal de radio ocurrirán en los cables que conectan el transmisor y el receptor a las antenas. Las pérdidas dependen del tipo de cable y la frecuencia de operación y se miden normalmente en dB/m o dB/pies. Las pérdidas por cable están relacionadas con la longitud de los cables de conexión, por lo que se recomienda mantener el cable de la antena lo más corto posible.

#### 4.7.6. Pérdida en Conectores

Cada conector que se utilice en diseño del cableado de la red Comunal, genera una pérdida en el sistema en general, los cuales hay que tomar en consideración. Si se usan cables largos, las pérdidas de los conectores se incluyen normalmente en la parte de las "pérdidas del cable". Pero para mayor seguridad siempre se deberá asumir un promedio de 0.3 a 0.5 dB de pérdida por conector.

#### 4.7.7. Ganancia del Sistema

La ganancia del sistema es la diferencia entre la potencia nominal de salida de un transmisor y la potencia mínima de entrada requerida por un receptor o sensibilidad del receptor. Para que se pueda establecer un radio enlace la ganancia del sistema debe ser mayor o igual a la suma de todas las ganancias y pérdidas de una señal a lo largo de su camino desde el transmisor hasta el receptor. La ganancia del sistema se utiliza para estimar la confiabilidad del mismo para determinados parámetros del sistema. La ganancia del sistema expresada matemáticamente es como se muestra en la siguiente ecuación:

$$G_S = P_t - C_{\text{minima}} \geq F_m + L_e + L_f + L_b - A_t - A_r$$

**Ecuación 4. 3. Ganancia del Sistema**

Donde:

- $G_s$  = Ganancia del sistema (dB)
- $P_t$  = Potencia de salida del transmisor (dBm)
- $C_{\text{mínima}}$  = Potencia mínima de entrada o sensibilidad (dBm)
- $A_t$  = Ganancia de la antena transmisora (dBi)
- $A_r$  = Ganancia de la antena receptora (dBi)
- $L_e$  = Pérdidas en espacio libre (dB)
- $L_f$  = Pérdidas del alimentador de guías de onda (dB) entre la red de distribución y su antena respectiva
- $L_b$  = Pérdida total de acoplamiento o ramificación (dB) en los circuladores, filtros y red de distribución
- $F_m$  = margen de desvanecimiento para una determinada confiabilidad

Ya que la ganancia del sistema representa la pérdida neta, los valores de perdidas tienen signo positivo y los valores de ganancia tienen signo negativo.

#### **4.7.8. Sensibilidad del Receptor**

La sensibilidad del receptor es un parámetro que merece especial atención dado que indica el valor mínimo de potencia que es necesario para que sea posible decodificar/extraer los "bits lógicos" de la señal de radio, y mantener una cierta tasa de transferencia.

Cuanto menor sea la sensibilidad, mejor es el receptor de radio. Los valores que utilizaremos para nuestro diseño es -96 dBm para un enlace de 1 Mbps y -75 dBm para un enlace de 54 Mbps.

#### 4.7.9. Máxima Potencia Irradiada

La Máxima Potencia Irradiada o PIRE (Potencia Efectiva Irradiada Isotrópicamente). Especifica la potencia máxima legalmente permitida a la que puede transmitirse al aire libre en un país/área específico. Este parámetro indica cuan fuerte está permitido irradiar la señal al aire libre.

La potencia irradiada es el resultado de substraer las pérdidas de potencia en el cable y los conectores a la potencia de transmisión y sumando la ganancia relativa de la antena.

Radio Mobile es capaz de calcular las perdidas en espacio libre, perdidas estadísticas y perdidas dependiendo del terreno, por ejemplo bosque o ciudad, después de ingresar todos los datos al programa de simulación Radio Mobile (como se mostró en la sección 3.5.2). Se obtuvieron los resultados mostrados en la siguiente tabla.

**Tabla 4. 11. Calculo de Margen de Desvanecimiento de cada Enlace**

No.	CPE	Access Point	Perdidas (dB)	Nivel Rx (dBm)	Rx Relativo (dB)
1	Medardo Alfaro	Cerro Montecristi	130.9	-79.6	16.1
2	Alejandro Alvia S.	Cerro Montecristi	131.9	-77.9	15.1
3	Aníbal San Andrés 2	Cerro Montecristi	133.0	-79.0	14.0
4	Pedro Moncayo N.82	Alfredo Baquerizo	109.6	-55.7	37.3
5	San José	Cerro Montecristi	137.3	-74.3	18.7
6	Alfredo Baquerizo	Cerro Montecristi	128.5	-73.5	19.5

7	5 de Junio	Alfonso Darquea	127.4	-78.4	14.6
8	José María Urbina	Alfonso Darquea	127.1	-78.1	14.9
9	Montoneros Alfaro	Alfonso Darquea	127.4	-78.4	14.6
10	Cristóbal Colon N. 5	Cerro Montecristi	137.6	-74.6	18.4
11	Cristóbal Colon N. 5	Cerro Montecristi	138.2	-75.2	17.8
12	Andrés Emilio R.	Cerro Montecristi	115.5	-64.5	28.5
13	Miguel Ángel Torres	Cerro Montecristi	122.1	-71.1	21.9
14	Juan León Mera	Cerro Montecristi	124.7	-73.7	19.3
15	Colorado	Cerro Montecristi	124.5	-73.5	19.5
16	Carlos R. Tobar	Cerro Montecristi	126.4	-75.4	17.6
17	Tohalli	Cerro Montecristi	127.5	-76.5	16.5
18	Edufco Temistocles	Cerro Montecristi	127.7	-76.7	16.3
19	Rocke C. Barberan	Cerro Montecristi	128.7	-77.7	15.3
20	José Peralta	Cerro Montecristi	129.0	-78.0	15.0
21	El Prado	Cerro Montecristi	128.9	-77.9	15.1
22	José Claudio D Alvia	Cerro Montecristi	122.7	-71.7	21.3
23	Antonio Flores Jijón	Cerro Montecristi	133.2	-82.2	11.0
24	Dr. Rómulo Romeo	Cerro Montecristi	133.0	-82.0	11.0
25	Cefora Carrillo C.	Cerro Montecristi	133.0	-82.0	11.0
26	Alejandro Andrade	Cerro Montecristi	132.3	-81.3	11.7
27	Sucre	Lauro Palacios	118.1	-77.3	15.7
28	Natividad Delgado	Lauro Palacios	105.9	-62.5	30.5
29	Eloy Alfaro	Lauro Palacios	102.6	-60.4	32.6
30	Dr. Camilo Gallegos	Lauro Palacios	100.5	-61.3	31.7
31	Aníbal San Andrés R	Lauro Palacios	110.1	-61.3	31.7
32	Manuel Octavio R.	Lauro Palacios	97.5	-50.8	42.2
33	Lauro Palacios	Cerro Montecristi	117.3	-66.3	26.7
34	23 de Octubre	Lauro Palacios	99.0	-69.1	23.9
35	Jaime Roldos A.	Lauro Palacios	110.7	-61.7	31.3
36	Aníbal San Andrés	Cerro Montecristi	133.5	-82.5	10.5
37	Alejandro Alvia S.	Cerro Montecristi	132.0	-81.0	12.0
38	Walter Palacios	Cerro Montecristi	130.6	-79.6	13.4
39	Leonidas Plaza G.	Cerro Montecristi	163.9	-84.9	8.1
40	Sefora E. Alfaro	Cerro Montecristi	163.7	-84.7	8.3
41	Montecristi	Alfredo Baquerizo	112.2	-63.2	29.8
42	Flavio Alfaro	Alfredo Baquerizo	112.6	-63.3	29.4
43	Luis Vargas T. N 145	Cerro Montecristi	134.7	-75.7	17.3
44	Alfonso Darquea	Cerro Montecristi	135.9	-72.9	20.1
45	Tulmira Palacios R	Cerro Montecristi	138.8	-75.8	17.2
46	Jefatura Política	Lauro Palacios	113.6	-70.6	22.4

## **CAPITULO 5**

### **ASPECTOS LEGALES Y REGULATORIOS**

#### **5.1. LAS TELECOMUNICACIONES Y NORMAS REGLADORAS**

##### **5.1.1. Fodetel**

**Ley para la Transformación Económica del Ecuador**, delegó al Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL, la creación del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano marginales, FODETEL.

La administración del FODETEL es de responsabilidad de la SENATEL, a través de la Dirección General de Gestión del FODETEL. Para el desarrollo de sus planes, programas y proyectos, utilizará, a más de los recursos propios del FODETEL, los recursos humanos y materiales de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

El Reglamento del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales, en su Art. 3 dice: “el FODETEL, contará con recursos económicos cuyo destino exclusivo será la implementación de los planes, programas y proyectos del FODETEL, considerados como parte del Plan de Servicio Universal y del Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones, tendientes a disminuir la brecha digital, masificar el uso del Internet y la prestación de servicios de telecomunicaciones que sean parte del servicio universal, en todo el territorio

nacional, a promover el desarrollo de la infraestructura y la creación de contenidos nacionales y regionales, así como a fomentar el aprovechamiento pleno de las comunicaciones, las tecnologías de la información y los contenidos en el desarrollo económico, social, cultural y político de la comunidad nacional con el objetivo final de preparar su evolución hacia una sociedad basada en la información y el conocimiento.”

El FODETEL debe cumplir con los siguientes objetivos mencionados en el Art. 4 del reglamento antes citado los cuales son:

- a) Financiar la implementación, operación y fiscalización de los planes, programas y proyectos de desarrollo de infraestructura, equipamiento, conectividad, capacitación y contenidos destinados a dotar o mejorar el acceso a los servicios de telecomunicaciones de los habitantes de las áreas rurales y urbano marginales, que forman parte del Plan de Servicio Universal y del Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones, así como la realización de estudios de carácter técnico, jurídico y socioeconómicos, levantamientos de campo, desarrollo e investigación para transferencia tecnológica en temas de telecomunicaciones, tecnologías de información y comunicación TIC's y sociedad de la información; actividades de seguimiento, supervisión y fiscalización que se consideren necesarias y los subsidios directos en beneficio de usuarios que cumplan una función social;
- b) Incrementar la cobertura en la prestación de servicios de telecomunicaciones, con miras a la universalización en la prestación de estos servicios para favorecer la integración nacional, mejorar el acceso de la población a las Tecnologías de la Información y Comunicación – TIC's, coadyuvar con la prestación de los servicios de educación, salud, seguridad territorial, seguridad ciudadana y emergencias, así como ampliar las facilidades para el comercio y la producción;

- 
- c) Atender, prioritariamente, las áreas rurales y urbano marginales que no se encuentren servidas o tengan un bajo índice de penetración de servicios de telecomunicaciones; centros educativos públicos, centros estatales de atención médica, organismos de desarrollo social sin fines de lucro, que no disponen de los servicios definidos en el Plan de Servicio Universal o que se consideren insuficientes; priorizando al área sociológica denominada periferia usada en los censos de población nacional;
  - d) Promover la participación del sector privado en la ejecución de sus planes, programas y proyectos, así como en la implementación de redes de interés social;
  - e) Coordinar con organizaciones o entidades públicas y privadas, nacionales e internacionales en la estructuración, integración, ejecución, evaluación y fiscalización de planes, programas y proyectos tendientes al desarrollo de las telecomunicaciones en el Ecuador, en el área de su competencia; y,
  - f) Coadyuvar en el fortalecimiento, estructuración, ejecución y evaluación del Plan de Servicio Universal, Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones, así como de planes, programas y proyectos que fortalezcan el desarrollo integral del Estado y fundamentalmente en el desarrollo de los sistemas nacionales de educación, salud y productivos del país.

Una de las consideraciones relevantes de las definiciones del reglamento anterior citado es la relacionada con: las Áreas Rurales y Urbano Marginales, son aquellas en las que pueden ejecutarse los planes, programas o proyectos del FODETEL, dichas áreas serán definidas por la Dirección del FODETEL y aprobadas por el CONATEL, considerando las nomenclaturas del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos y los planes y políticas de Estado relativos a la garantía de acceso universal y la obligación de servicio universal.

## **5.2. NORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA**

Regula y controla los sistemas de radiocomunicaciones que utilicen técnicas de Espectro Ensanchado o Modulación Digital de Banda Ancha y cumplan con las características antes descritas para estos sistemas.

La atribución de permisos de operación de sistemas de MDBA (Modulación Digital de Banda Ancha) es a título secundario, esto quiere decir que si causan interferencias perjudiciales a alguno de los sistemas que tengan un contrato de concesión de frecuencias, es decir que tengan título primario, los propietarios del sistema MDBA deberán retirarlos de operación inmediatamente y esperar que la SUPTEL envíe un informe técnico favorable indicando que se ha solucionado los problemas de interferencia.

En el plan Nacional de Frecuencias para los sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha se atribuyen las siguientes bandas de frecuencias: 902-928MHz, 2400-2483.5MHz, 5150-5250MHz, 5250-5350MHz, 5470-5725MHz y 5725-5850MHz.

Estas bandas incluyen las bandas no licenciadas ICM y las bandas INI que son bandas atribuidas especialmente para MDBA, además los propietarios deben asegurar que las emisiones se encuentren dentro de la banda de frecuencias de operación. Si se desean utilizar bandas de frecuencias diferentes a las descritas se deberá presentar un estudio técnico a CONATEL quien decidirá su aprobación.

Los sistemas MDBA pueden operar en tres configuraciones diferentes: punto – punto, punto – multipunto o móviles y su potencia máxima de operación se establece

para cada una de las bandas en el Anexo 1 de la Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha, los anexos de esta norma se pueden encontrar en la página Web de CONATEL.

Los equipos que se utilicen para la implementación de sistemas MDBA deberán ser homologados por la SUPTEL. La homologación se realizará de acuerdo a las características del equipo y a lo establecido en el Reglamento para Homologación de Equipos de Telecomunicaciones.

Para solicitar el registro de operación de este tipo de sistemas se debe presentar el registro de operaciones que contengan la información legal y técnica, estos son<sup>23</sup>:

- Formulario RC-1B. Formulario para información legal (Sistemas de MDBA).
- Formulario RC-2A. Formulario para la información de la infraestructura del sistema de radiocomunicaciones.
- Formulario RC-3A. Formulario para información de antenas.
- Formulario RC-4A. Formulario para información de equipamiento.
- Formulario RC-9A. Formulario para los Sistemas MDBA punto – punto.
- Formulario RC-9B. Formulario para los Sistemas MDBA punto – multipunto.
- Formulario RC-9C. Formulario para los Sistemas MDBA móviles.
- Formulario RC-14A. Esquema del Sistema
- Formulario RC-15A. Emisiones del RNI (Radiación no Ionizante)

Además de otros documentos que la SENATEL solicite.

---

<sup>23</sup> Los formularios arriba detallados se encuentran en el ANEXO 10

Una vez otorgado el certificado de Registro de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha este tendrá una duración de cinco años y podrá ser renovado dentro de un plazo de 30 días anteriores a su vencimiento.

Los sistemas de MDBA podrán ser utilizados como sistemas de explotación (con fines de lucro) o como sistemas privados (sin fines de lucro) para lo cual se deberá adquirir el título habilitante correspondiente.

Cuando se requiera modificar alguna característica técnica como frecuencia, potencia, ganancia o la ubicación de los sitios de transmisión se deberá realizar una solicitud de la modificación a la SENATEL para que sea autorizada por dicha entidad.

### **5.3. REGLAMENTO DE DERECHOS DE CONCESIÓN Y TARIFAS POR EL USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO**

Establece las tarifas del uso de frecuencias y derechos de concesión en base a los avances tecnológicos y los nuevos servicios de radiocomunicaciones existentes y además establecer estos valores en función de las tasa de inflación y valoración del espectro radioeléctrico.

La última reforma a este artículo se aprobó el 10 de noviembre de 2008 y los artículos que rigen a los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha son los siguientes:

**“Art. 19.-** Los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha que operen en configuración punto-punto, en las bandas que el CONATEL determine, pagarán una tarifa mensual por uso de frecuencias, según la ecuación 6:

$$T (\text{US\$}) = K_a * \alpha_6 * \beta_6 * B * NTE \text{ (Ec.6)}$$

Donde:

**T (US\$)** = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América.

**Ka** = Factor de ajuste por inflación.

**$\alpha_5$**  = Coeficiente de valoración del espectro para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha (De acuerdo a la Tabla 1, Anexo 5).

**$\beta_6$**  = Coeficiente de corrección para los sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

**B** = Constante de servicio para los sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha (De acuerdo a la Tabla 2, Anexo 5).

**NTE** = Es el número total de estaciones fijas y móviles de acuerdo al sistema.

El valor del coeficiente  $\alpha_6$  se detalla en la Tabla 1, Anexo 5 y el valor de la constante B para los sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha se detalla en la Tabla 2, Anexo 5.”

Los valores de Ka y  $\beta_6$  son iguales a 1, el valor de  $\alpha_6$  es 0.5333 y el valor de B es igual a 12, por lo que se tiene:

$$T (\text{US\$}) = 1 \cdot 0.5333 \cdot 1 \cdot 12 \cdot \text{NTE}$$

$$T (\text{US\$}) = 6.4 \cdot \text{NTE}$$

Para sistemas punto – punto se tiene dos estaciones por enlace por lo que  $\text{NTE}=2$  entonces  $T_A (\text{US\$}) = 2 \cdot 6.4 = \$12.80$

Para los sistemas punto – multipunto se aplican las Tarifas A y C según lo definido en el artículo 10.

La Tarifa A dice que para los sistemas punto – multipunto que utilicen MDBA se considerará como ancho de banda a la correspondiente sub-banda asignada por el CONATEL. La ecuación para la tarifa A es la siguiente:

$$T (\text{US\$}) = K_a * \alpha_4 * \beta_4 * A * D^2$$

“Donde:

**T (US\$)** = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América.

**K<sub>a</sub>** = Factor de ajuste por inflación.

**α<sub>4</sub>** = Coeficiente de valoración del espectro para el servicio fijo y móvil (multiacceso)(de acuerdo a tabla 1, anexo 4).

**β<sub>4</sub>** = Coeficiente de corrección para la tarifa por estación de base o estación central fija.

**A** = Anchura de banda del bloque de frecuencias en MHz concesionado en transmisión y recepción.

**D** = Radio de cobertura de la estación de base o estación central fija, en Km (De acuerdo a la tabla 1, anexo 4).”<sup>24</sup>

El valor del factor K<sub>a</sub> es 1 y resumiendo la Tabla 1 del Anexo 4 del Reglamento de Tarifas se obtiene que los valores de la tarifa A para cada una de las bandas de frecuencia de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha son los que se muestran en la Tabla. 5.1.

---

<sup>24</sup> Art. 11. del Reglamento de derechos por concesión y tarifas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico

Tabla 5. 1. Coeficientes y Valor de la Tarifa A

Bandas de Frecuencias(MHz)	Ancho de Banda	$\alpha_4$	D	Valor Tarifa A
902-928	28	0,0036731	16,5	<b>28</b>
2400-2483,5	83,5	0,0020828	11,5	<b>23</b>
5150-5250	100	0,0015625	8	<b>10</b>
5250-5350	100	0,0015625	8	<b>10</b>
5470-5725	255	0,0015625	8	<b>25,5</b>
5725-5850	125	0,0015625	8	<b>12,5</b>

La Tarifa C está en función del número total de estaciones fijas y móviles de un sistema multiacceso. La ecuación para esta tarifa es la siguiente:

$$T (\text{US\$}) = K_a * \alpha_5 * F_d$$

“Donde:

**T (US\$)** = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América.

**Ka** = Factor de ajuste por inflación.

**$\alpha_5$**  = Coeficiente de valoración del espectro por estaciones de abonado móviles y fijas para el Servicio Fijo y Móvil (multiacceso) (De acuerdo a la tabla 2, anexo 4).

**Fd** = Factor de capacidad (De acuerdo al Servicio Fijo y Móvil (multiacceso), refiérase a las tablas 3 hasta la 8, anexo 4).”<sup>25</sup>

El valor del factor Ka y  $\alpha_5$  es igual a 1 por lo tanto el valor de la tarifa C es igual a Fd. Los valores de Fd son los que se muestran en la Tabla. 5.2.

<sup>25</sup> Art. 13. del Reglamento de derechos por concesión y tarifas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico

**Tabla 5. 2. Valor de Fd para Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha**

<b>Número de estaciones</b>	<b>Fd</b>
3<N<=10	3
10<N<=20	7
20<N<=30	10
30<N<=40	15
40<N<=50	19
N>50	25

El costo de la tarifa mensual total para sistemas punto – multipunto es la suma del valores de la Tarifa A más el valor de la tarifa C, por lo que queda en función de la banda de frecuencias y el número total de estaciones de cada sistema.

#### **5.4. REGLAMENTO DEL FONDO PARA EL DESARROLLO DE LAS TELECOMUNICACIONES EN ÁREAS RURALES Y URBANO MARGINALES**

Este reglamento es la Resolución No. 394-18-CONATEL-2000 y su propósito es administras, financiar y fiscalizar proyectos que contribuyan con el desarrollo de las telecomunicaciones en áreas rurales y urbano marginales.

En este reglamento se establece que los principales objetivos del FODETEL son los siguientes:

- a) Financiar proyectos, estudios y la fiscalización de estos que estén destinados a mejorar el acceso a las telecomunicaciones en zonas rurales y urbano marginales a fin de cumplir con el Plan de Servicio Universal.

- 
- b) Aumentar el acceso de la población a los servicios de telecomunicaciones a fin de mejorar el acceso a conocimientos e información y contribuir con los servicios de educación, salud y emergencias.
  - c) Dar prioridad a las áreas que no cuenten con ningún servicio de telecomunicaciones.
  - d) Promover la participación de empresas privadas en los proyectos.

Las principales fuentes de recursos del FODETEL son los aportes de proveedores de servicios de telecomunicaciones y operadores que cuenten con un permiso de concesión de frecuencias, además los recursos pueden provenir de donaciones, convenios internacionales o de los mismos beneficios resultantes de la gestión de recursos.

Los programas y proyectos financiados por FODETEL deberán estar contenidos dentro de un plan operativo que será elaborado en base a investigaciones propias del FODETEL e iniciativas de ministerios, gobiernos seccionales, organismos no gubernamentales y otros sectores que demuestren interés en tales proyectos. Estos programas se establecerán en base a estudios de la mejor relación costo beneficio y se tomarán en cuenta la atención a los sectores de educación, salud y producción, provisión de servicios en áreas no servidas, incremento del servicio en áreas con bajo índice de penetración y atención a zonas fronterizas.

## **CAPITULO 6**

### **ANÁLISIS DE COSTOS**

El análisis de costos constituye una ayuda importante en la toma de decisiones, ayuda que frecuentemente brinda la información necesaria para determinar si la actividad es deseable, o si, por el contrario viene a constituir un desperdicio.

En términos generales, el análisis de costos es un instrumento para desarrollar en forma sistemática una información útil acerca de los efectos deseables e indeseables de los programas o proyectos.

En este capítulo se presentará un estudio económico de los costos que representa la implementación y mantenimiento de la Red Comunal con una proyección del proyecto para cinco años, que es el periodo de duración del contrato de concesión entre el FODETEL y el Municipio de Montecristi. De igual manera se presentará un plan de sostenibilidad del proyecto para que la Red Comunal pueda seguir operando o sea sustentable luego del periodo de concesión.

Los costos de los equipos y materiales que se presentará en este capítulo son referenciales, y proporcionados por el FODETEL.

## 6.1. COSTOS DE LA INVERSIÓN

### 6.1.1. Costo de los Equipos de la Red WAN

La red WAN consta de 31 estaciones finales con equipos para enlaces punto - multipunto o también llamados CPE, que se encuentran directamente enlazados con la antena omnidireccional, Access Point, ubicada en la Radio Base en el Cerro Montecristi. Todos los equipos de esta red se encuentran operando en la frecuencia de 5.8GHz.

Además de los equipos anteriormente mencionados, existen en total 15 CPE enlazados a las antenas sectoriales de noventa grados de cada escuela repetidora, sumando un total de tres Access Point de 90°. Estos equipos trabajarán a la frecuencia de 2.4GHz.

Los costos de los equipos antes descritos se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 6. 1. Costo de la Red WAN**

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario US\$</b>	<b>Precio Total US\$</b>
Access Point 360° 16 dBi (5.8GHz)	1	390,00	390,00
Antena sectorial 90° 16 dBi (2.4GHz)	3	209,00	627,00
CPE con antena integrada 12 dBi (5.8GHz)	18	180,00	3240,00
CPE con antena integrada 16 dBi (5.8GHz)	5	180,00	900,00
Antena y equipo CPE 24 dBi (5.8GHz)	5	320,00	1600,00
Antena y equipo CPE 32 dBi (5.8GHz)	3	350,00	1050,00
CPE con antena integrada 10 dBi (2.4GHz)	15	149,00	2235,00
<b>TOTAL</b>			<b>10042,00</b>

## 6.2. Costo de la Infraestructura

En los costos por infraestructura se incluirá la construcción de de una torre de 20 metros de altura sobre el nivel del suelo en el Cerro Montecristi para la instalación de la Radio Base, además de una torres de viento de 9 metros de altura en cada estación repetidora.

También incluiremos los costos de instalación de cada torre, materiales para red eléctrica y los mástiles necesarios para instalar las antenas en cada escuela. Los costos por infraestructura se muestran en la Tabla 6.2.

**Tabla 6. 2. Costo de la Infraestructura**

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario US\$</b>	<b>Precio Total US\$</b>
Torre Triangular 20m	1	3200,00	3200,00
Base de hormigón (base del torre y pilotes de anclaje)	1	300,00	300,00
Gabinetes para exteriores	1	1687,00	1687,00
Torre de viento 9m	3	373,00	1119,00
Mastil 4m	17	90,72	1542,24
Mastil 3m	21	75,50	1585,50
Mastil 2m	5	30,50	152,50
Materiales de Instalación	47	156,80	7369,60
Instalación y Configuración	47	134,40	6316,80
Sistema de respaldo de energía en Radio Base	4	1885,00	7540,00
Sistema de tierra Radio Base	4	500,00	2000,00
UPS para CPE	46	132,00	6072,00
Sistemas de tierra CPE	46	220,00	10120,00
<b>TOTAL</b>			<b>49004,64</b>

### 6.3. Costo del Equipamiento Informático

En esta sección se considerará como equipamiento informático a todos los materiales utilizados para implementar las redes locales en cada escuela, así como los equipos destinados para el control de la red que se encuentran en la Jefatura Política. Los equipos se encuentran detallados en la sección 4.5.1 y 4.5.2.

Para las redes internas de las instituciones, se tomará en cuenta solo la alternativa inalámbrica, debido a su ahorro de recursos tanto físico, humano y técnico. Al considerar esta alternativa, se deberá considerar el uso de tarjetas de res inalámbricas. El número total de computadores se indica en la Tabla 4. 2.

A continuación se el costo del equipamiento para las localidades beneficiarias:

**Tabla 6. 3. Costos Equipamiento Informático**

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario US\$</b>	<b>Precio Total US\$</b>
Computador	334	442,75	147878,50
Tarjeta de Red WiFi	334	25,00	8350,00
Router Inalámbrico	46	80,00	3680,00
Router	1	60,00	60,00
Switch 5 puertos	3	22,00	66,00
Impresora Multifunción	46	90,00	4140,00
Servidor de Red con OS Linux	1	1740	1740,00
Pizarra Electrónica 60"	46	1500,00	69000,00
Proyector	46	980	45080,00
<b>TOTAL</b>			<b>114080,00</b>

El costo total de la inversión sería la suma de los costos por equipamiento de la red WAN, por infraestructura y por equipamiento informático. El costo total de la inversión se muestra en la Tabla 6.4.

**Tabla 6. 4. Costo Total de la Inversión**

<b>Tipo de Costo</b>	<b>Precio Total US\$</b>
Equipamiento	10042,00
Infraestructura	49004,64
Equipamiento Informático	114080,00
<b>TOTAL</b>	<b>173126,64</b>

#### **6.4. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Los costos de operación y mantenimientos están integrados por pagos mensuales, tales como: servicio de Internet, uso del espectro radioeléctrico y mantenimiento de la red. Estos costos serán calculados para el periodo de cinco años (60 meses).

##### **6.4.1. Costos por el Servicio de Internet**

Para el servicio de Internet se contratará a un ISP que cuente con la capacidad de proporcionar el ancho de banda necesario para la Red Comunal (2048 Kbps canal dedicado) y que cuente con infraestructura necesaria para llegar la Jefatura Política del Cantón Montecristi. El costo estimado por el FODETEL de los 2048 Kbps es de 1500 dólares americanos, a éste precio se le debe sumar el costo por instalación y se lo deberá proyectar para los cinco años que dura la concesión.

**Costo de Internet = \$1500 x 60 meses = \$90000,00**

**Costo de Instalación = \$500,00**

**Costo Total de Internet = \$90500,00**

### 6.4.2. Costos por el uso del Espectro Radioeléctrico

Para el cálculo de los costos por uso del espectro radioeléctrico se hará uso de las ecuaciones y tablas descritas en el Reglamento de Derechos de Concesión y tarifas por el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico.

La Red Comunal no cuenta con enlaces punto a punto, solamente con enlaces punto – multipunto, divididos en cuatro sistemas. Los sistemas y número de miembros de cada uno se encuentran detallados en la Tabla 6.5. y además se describen los precios mensuales por el uso del espectro radioeléctrico para sistemas punto – multipunto.

**Tabla 6. 5. Costos por uso del Espectro Radioeléctrico**

<b>Sistema P-MP</b>	<b>Número Estaciones</b>	<b>Tarifa A</b>	<b>Tarifa C</b>	<b>Tarifa Mensual</b>	<b>Tarifa 5 Años</b>
Radio Base Cerro Montecristi	31	12,5	15,00	27,50	1650
Repetidor Lauro Palacios	9	23	3,00	26,00	1560
Repetidor Alfonso Darquea	3	23	3,00	26,00	1560
Repetidor Alfredo Baquerizo Moreno	3	23	3,00	26,00	1560
<b>TOTAL</b>					<b>6330</b>

### 6.4.3. Costos por Mantenimiento

Los costos de mantenimiento anual de la red se estima que son el 1% del costo total de la inversión, esto es:

$$\text{Costos de Mantenimiento} = \$173126,64 \times 0.01 \times 5 \text{ años} = \$8656,33$$

El costo total por operación y mantenimiento de la Red Comunal es el resultado de la suma de los costos por Internet, por uso del espectro radioeléctrico y por mantenimiento.

**Tabla 6. 6. Costo Total por Operación y Mantenimiento de la Red**

<b>Servicio</b>	<b>Precio Total US\$</b>
Servicio de Internet	90500,00
Uso del Espectro Radioeléctrico	6330,00
Operación y Mantenimiento	8656,33
<b>TOTAL</b>	<b>105486,33</b>

## 6.5. COSTO TOTAL DEL PROYECTO

El costo total del proyecto es la suma de los costos de equipamiento para la red WAN, costos por infraestructura, costos por equipamiento informático y por el costo final por motivo de operación y mantenimiento de la red Comunal. En la Tabla 6.7. se muestra el costo total del proyecto.

**Tabla 6. 7. Costo Total del Proyecto**

	<b>Precio Total US\$</b>
<b>Costos equipamiento red WAN</b>	10042,00
<b>Costos por infraestructura</b>	49004,64
<b>Costos equipamiento informático</b>	114080,00
<b>Costos operación y mantenimiento</b>	105486,33
<b>TOTAL</b>	<b>278612,97</b>

El presupuesto total para este proyecto es de \$278613 (doscientos setenta y ocho mil seiscientos trece dólares americanos).

## 6.6. PLANES DE SOSTENIBILIDAD

Como se menciona antes, el FODETEL sustentará la Red Comunal por un periodo de cinco años, a partir de ese momento el Municipio del Cantón Montecristi será el responsable de mantener operable la Red Comunal asumiendo los costos por operación y mantenimiento por un periodo de cinco años más, ya que se espera que la red tenga un periodo de vida útil de diez años.

Por lo mencionado en el párrafo anterior, surge la necesidad de crear planes de negocios que permitan generar los ingresos suficientes para mantener a la Red Comunal operando. A continuación se presentan algunas alternativas de negocios:

- Una alternativa para generar ingresos sería cobrar una cuota mensual de 25 centavos de dólar por alumno de cada escuela por periodo académico, generando un ingreso muy significativo ya que el total de alumnos beneficiados es de 6662 alumnos.
- Montecristi es una ciudad muy visitada por turistas, por tal motivo otra alternativa de generar ingresos sería conseguir el apoyo de instituciones privadas como: hosterías, balnearios, etc. A cambio de su aporte se les brindaría acceso a Internet. Pero no se debe olvidar que la Red Comunal y el acceso a Internet es de carácter social y no tiene fines de lucro.
- Se puede establecer centros de Internet en cada escuela que integra la Red Comunal. Estos centros operarían fuera de horas de clases, por tal motivo se debe tomar en cuenta un salario para el personal que atiende en cada centro. Los ingresos de cada centro estarían conformados por servicios de alquiler de Internet, impresión, copiado, transcripción y procesamiento de texto, etc.

## 6.7. FLUJO DE CAJA

En esta sección de capítulo se procederá a realizar un análisis económico de los ingresos versus los egresos que genere la Red Comunal. En los egresos se incluirán solamente los costos por operación y mantenimiento, ya que los costos por equipamiento de la red, infraestructura y equipamiento informático estarán totalmente cubiertos por el FODETEL.

**Tabla 6. 8. Egreso mensual y anual de la Red Comunal**

<b>Egresos</b>	<b>Costo Mensual US\$</b>	<b>Costo Anual US\$</b>
Internet	1500,00	18000,00
Uso del Espectro Radioeléctrico	105,50	1266,00
Mantenimiento	144,27	1731,27
<b>TOTAL</b>	<b>1749,77</b>	<b>20997,27</b>

Para los ingresos se tomará en cuenta los generados por las diferentes alternativas de negocios tratados en el plan de sostenibilidad.

**Tabla 6. 9. Ingreso Mensual y Anual de los planes de sostenibilidad**

<b>Ingresos</b>	<b>Ingreso Mensual US\$</b>	<b>Ingreso Anual US\$</b>
Centros de Internet	2300,00	27600,00
Cuota Alumnos	0,00	1748,00
<b>TOTAL</b>	<b>17062,00</b>	<b>204744,00</b>

Se asumirá una cuota anual de 25 centavos de dólar ya que al estar la Red Comunal ubicada en zonas rurales y urbano marginales, los gastos adicionales para los padres de familia siempre han sido un problema, es por este motivo que al ser la cuota anual, y sumamente baja se asume que no existiría ningún inconveniente. Con el valor de 25 centavos de dólar se genera ingresos suficientes para mantener activa y operando la red por cinco años más.

Al ser una red de carácter social, sin fin de lucro y cuyo objetivo es brindar facilidades y mejoras en la educación de estos sectores, los ingresos provenientes de los Centros de Internet, deben ser los necesarios para mantener operando la red es por este motivo que se asume un ingreso de 50 dólares por cada uno de los mismos.

El flujo de caja para la Red Comunal se indica en la Tabla 6.10.

Para saber si el proyecto es rentable, utilizaremos las variables VAN<sup>26</sup> y TIR<sup>27</sup>. Para realizar los cálculos de estas variables se utiliza la tasa pasiva de los bancos ya que se la toma como un punto de referencia para el cálculo de la rentabilidad. La tasa pasiva es el porcentaje de ganancia que se obtiene por retener capital en un banco, por esto si la variable TIR es mayor a la tasa pasiva entonces el proyecto es rentable. Para el análisis de dichas variable económicas se hace uso de una tasa pasiva del 16% que es la tasa pasiva actual de los bancos.

TIR = 70.1%

VAN (US\$) = \$88.84

De acuerdo a las variables, se puede concluir que el proyecto es altamente rentable y sostenible.

---

<sup>26</sup> El Valor Actual Neto o VAN es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

<sup>27</sup> La Tasa Interna de Retorno o TIR es la rentabilidad que nos está proporcionando el proyecto.

Tabla 6. 10. Flujo de Caja de la Red Comunal en el cantón Montecristi en la provincia de Manabí

	<b>0</b> <b>2009</b>	<b>1</b> <b>2010</b>	<b>2</b> <b>2011</b>	<b>3</b> <b>2012</b>	<b>4</b> <b>2013</b>	<b>5</b> <b>2014</b>
<b>1 Ingresos</b>		<b>307960,97</b>	<b>29348,00</b>	<b>29348,00</b>	<b>29348,00</b>	<b>29348,00</b>
Aporte anual de los alumnos		1748,00	1748,00	1748,00	1748,00	1748,00
Ingreso del centro de Internet		27600,00	27600,00	27600,00	27600,00	27600,00
Aporte FODETEL		278612,97				
<b>2 Costos</b>		<b>-20997,27</b>	<b>-22667,67</b>	<b>-22224,40</b>	<b>-22224,40</b>	<b>-22224,40</b>
Internet		-18000,00	-18000,00	-18000,00	-18000,00	-18000,00
Uso del Espectro Radioeléctrico		-1266,00	-2936,40	-2624,40	-2624,40	-2624,40
Mantenimiento de la red		-1731,27	-1731,27	-1600,00	-1600,00	-1600,00
<b>MARGEN OPERACIONAL BRUTO</b>		<b>286963,70</b>	<b>6680,33</b>	<b>7123,60</b>	<b>7123,60</b>	<b>7123,60</b>
<b>3 Gastos no desembolsables</b>		<b>-3347,00</b>	<b>-3347,00</b>	<b>-3347,00</b>	<b>-3347,00</b>	<b>-3347,00</b>
Depreciación equipos		-3347,00	-3347,00	-3347,00	-3347,00	-3347,00
<b>MARGEN OPERACIONAL FINAL</b>		<b>283616,70</b>	<b>3333,33</b>	<b>3776,60</b>	<b>3776,60</b>	<b>3776,60</b>
<b>Ajuste por Gastos no desembolsables</b>		<b>3347,00</b>	<b>3347,00</b>	<b>3347,00</b>	<b>3347,00</b>	<b>3347,00</b>
Depreciación por equipamiento		3347,00	3347,00	3347,00	3347,00	3347,00
<b>5 Inversión</b>	<b>-173126,64</b>			<b>-3540,00</b>		
	<b>173126,64</b>					
Equipos de red WAN	10042,00					
Infraestructura	49004,64					
Equipamiento Informático y redes LAN	114080,00			-3540,00		
<b>Total US\$</b>	<b>-173126,64</b>	<b>286963,70</b>	<b>6680,33</b>	<b>3583,60</b>	<b>7123,60</b>	<b>7123,60</b>

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- Se ha logrado realizar el diseño de un sistema de telecomunicaciones para implementar una red de acceso a Internet para centros educativos públicos del cantón Montecristi en la provincia de Manabí.
- Este sistema de telecomunicaciones busca que la educación este en vanguardia con la misma, promoviendo el desarrollo de la sociedad y acortando la brecha digital existente en el país. Proporcionando el acceso a Internet a centros educativos de zonas rurales y urbano marginales.
- En el presente proyecto se sintetiza el conocimiento adquirido durante los últimos cinco años aplicando los distintos conceptos, técnicas, fundamentos y herramientas adquiridas en clase para encontrar la solución más eficaz y eficiente para el acceso a Internet dentro de una red comunal.
- Se realizó el levantamiento de información de cada uno de las localidades beneficiarias en el estudio de campo, recolectando datos muy valiosos para el diseño de la red comunal como: dirección y coordenadas geográficas de cada institución, número de alumnos en cada una y disponibilidad energía eléctrica.
- Se utilizó la tecnología Wi-Fi como la más apropiada para el diseño de la red, debido a que sus características cumplen con las requeridas para el diseño de la misma, además de su equilibrada relación entre costo y beneficio ya que existe una gran variedad de equipos disponibles en el mercado.

---

## RECOMENDACIONES

- Al ser un proyecto de carácter social sin fines de lucro, se recomienda la aplicación y creación de planes de sostenibilidad para mantener a la red activa y operando durante el periodo de tiempo donde la administración y gestión de la misma se encuentra en manos del Municipio de Montecristi.
- Se recomienda crear planes de capacitación tanto a docentes como alumnos para optimizar el uso y acceso a Internet, mejorando de esta forma el nivel de educación en cada uno de los centros beneficiarios que integran la red.
- Es muy importante el uso UPS's para evitar posibles daños de los equipos, y perdidas de información o datos ante la aparición de algún problema en la energía eléctrica. De igual forma se recomienda realizar dos veces por año el mantenimiento de los equipos para evitar posibles fallas de los mismos.
- Es muy importante estar siempre al corriente con los costos del alquiler del servicio de Internet, ya que los mismos tienden a bajar cada vez, creando la posibilidad de contratar un mayor ancho de banda en el futuro para poder brindar servicios adicionales como: telefonía IP y videoconferencias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apuntes de Séptimo Nivel – Fundamentos de Redes – Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.
- Apuntes de Octavo Nivel – Comunicación Digital – Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.
- Apuntes de Octavo Nivel – Comunicación de Datos – Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.
- Apuntes de Octavo Nivel – Redes Avanzadas – Ingeniería Electrónica y Redes de Datos.
- Apuntes de Octavo Nivel – Internet Working con TCP/IP – Ingeniería Electrónica y Redes de Datos.
- Apuntes de Noveno Nivel – Sistemas Avanzados de Telecomunicaciones (SAT) – Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
- Apuntes de Noveno Nivel – Radioenlace Digital – Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.
- Página web de Introducción a Radio Mobile, <http://ocw.upm.es/teoria-de-la-senal-y-comunicaciones-1/radiocomunicacion/contenidos/utilidades/RadioMobile/leeme>
- INEC, Fascículos Cantonales, [http://www.inec.gov.ec/web/guest/publicaciones/anuarios/cen\\_nac/fas\\_can](http://www.inec.gov.ec/web/guest/publicaciones/anuarios/cen_nac/fas_can)

- 
- Página web del CONATEL, FODETEL,  
[http://www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&id=22&Itemid=85](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=85)
  - Página web del CONATEL, Plan de Servicio Universal,  
[http://www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=29%3Afodotel-articulos&id=26%3Aplan-de-servicio-universal&Itemid=88](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&catid=29%3Afodotel-articulos&id=26%3Aplan-de-servicio-universal&Itemid=88)
  - Estadísticas del Internet en América, <http://www.exitoeexportador.com/stats2.htm>
  - Wikipedia, Modulación Spread Spectrum,  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_ensanchado#Sistemas de secuencia directa](http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_ensanchado#Sistemas_de_secuencia_directa)
  - Wikipedia, Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales,  
<http://es.wikipedia.org/wiki/OFDM>
  - Redes LAN, MAN y WAN,  
<http://www.mailxmail.com/curso/informatica/redes/capitulo2.htm>  
<http://www.monografias.com/trabajos11/reco/reco.shtml>  
<http://www.monografias.com/trabajos53/topologias-red/topologias-red.shtml>  
<http://aprendaredmanunerg.blogspot.com/>
  - Páginas web sobre Wi – Fi,  
[http://es.wikipedia.org/wiki/802.11#Canales y frecuencias](http://es.wikipedia.org/wiki/802.11#Canales_y_frecuencias)  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi> <http://www.aulaclic.es/articulos/wifi.html>  
<http://es.kioskea.net/contents/wifi/wifiintro.php3>
  - Páginas web sobre Wimax,  
<http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20060613104855AAQ66fZ>  
<http://www.configurarequipos.com/doc1087.html>  
<http://www.monografias.com/trabajos16/wimax/wimax.shtml>  
<http://es.wikipedia.org/wiki/WiMAX>

- 
- Pérdidas de Propagación de los Radioenlaces,  
[http://montevideolibre.org/manuales:libros:mmtk:capitulo\\_4.3](http://montevideolibre.org/manuales:libros:mmtk:capitulo_4.3)
  - Página web del Consejo Provincial de Manabí, información de Montecristi,  
<http://www.manabi.gov.ec/cantones9-montecristi/>

## **ANEXO 1**

---

## FODETEL

### ANTECEDENTES

La Constitución Política del Ecuador establece que es responsabilidad del Estado la provisión de servicios públicos, como son las comunicaciones; los mismos que, podrán ser prestados directamente o por delegación a empresas mixtas o privadas, mediante concesión, asociación, capitalización, traspaso de la propiedad accionaria, o cualquier otra forma contractual de acuerdo con la ley. El Estado garantizará que los servicios públicos, prestados bajo su control y regulación, respondan a principios de eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, continuidad y calidad; y velando además para que sus precios o tarifas sean equitativos.

Para cumplir con este mandato constitucional, la **Ley para la Transformación Económica del Ecuador**, delegó al Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL, la creación del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano marginales, FODETEL.

El artículo 38 de la **Ley Especial de Telecomunicaciones**, reformada por el artículo 58 de la Ley para la Transformación Económica del Ecuador, establece que el CONATEL, expedirá el reglamento para otorgar concesiones, dicho reglamento contiene disposiciones para la creación de FODETEL.

El artículo 47 del Reglamento para Otorgar Concesiones de los Servicios de Telecomunicaciones publicado en el Registro Oficial No. 480 del 24 de diciembre del 2001 dispone:

---

“Se constituye el Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en áreas rurales y urbano-marginales, FODETEL.

El establecimiento, administración, financiamiento, operación y supervisión del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano marginales, se realizará a través del Reglamento del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en áreas rurales y urbano marginales (FODETEL) aprobado por el CONATEL.”

Mediante Resolución No. 394-18 CONATEL-2000, se aprobó el **Reglamento del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales** FODETEL, reformado mediante resolución 588-22-CONATEL-2000.

Mediante Resolución No. 589-22-CONATEL-2000 se expide el **Reglamento de Ejecución de Proyectos y Contratación de Servicios del FODETEL**, reformado mediante resolución 075-03-CONATEL-2002.

Mediante Resolución 543-21-CONATEL-2003 del 28 de agosto de 2003, se crea e incorpora al orgánico estructural y funcional de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, la **Dirección de Gestión del FODETEL, para la Administración del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones (FODETEL)**, bajo la dependencia administrativa y funcional del Secretario Nacional de Telecomunicaciones.<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> [www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&id=22&Itemid=85](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=85)

---

## **VISIÓN**

Llegar a ser una organización líder en generación y desarrollo de proyectos de telecomunicaciones con calidad, identificando fuentes de financiamiento que permitan mejorar el acceso a los servicios de telecomunicaciones, en áreas rurales y urbanas marginales del país para lograr el desarrollo socioeconómico y cultural de la población.<sup>29</sup>

## **MISIÓN**

Generación y financiamiento de proyectos de telecomunicaciones con calidad, que permitan brindar servicios de telecomunicaciones en las comunidades rurales y urbanas marginales que no disponen del servicio o son deficientemente atendidas, a través de los diferentes proveedores, para fomentar el desarrollo socioeconómico y cultural.<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> [www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&id=19&Itemid=86](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=86)

<sup>30</sup> [www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&id=19&Itemid=86](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=86)

## **ANEXO 2**

---

## RADIO MOBILE

“El programa Radio Mobile es una herramienta para analizar y planificar el funcionamiento de un sistema de radiocomunicaciones fijo o móvil. Este software utiliza mapas con datos digitales de elevación del terreno, junto con los datos de las estaciones de Radiocomunicación y algunos algoritmos, que desarrollan modelos de propagación radio, para obtener los niveles de señal en distintos puntos bien de un trayecto (junto con el perfil del trayecto entre emisor y receptor), utilizable para el cálculo y diseño de Radioenlaces o bien la cobertura sobre una zona determinada para el análisis y la planificación de comunicaciones móviles en entornos rurales.

Los datos de elevación también se usan para producir mapas virtuales en relieve (en escala de grises, de colores, rayos X...).. El programa también proporciona vistas en 3D, estereoscópicas y animación. Se puede superponer una imagen en relieve con otro mapa escaneado, foto de satélite, etc.

Existen datos de elevación disponibles de casi todo el mundo en distintos formatos. En los siguientes enlaces se pueden obtener el programa y los mapas necesarios

- Página web de Radio Mobile <http://www.cplus.org/rmw/english1.html>
- Página para descarga de Mapas <http://www.cplus.org/rmw/dataen.html> ”<sup>31</sup>

Puede trabajar en múltiples sistemas operativos entre los que están: Windows 95, 98, ME, NT, 2000 y XP.

---

<sup>31</sup> Fuente tomada de la pagina web: <http://ocw.upm.es/teoria-de-la-senal-y-comunicaciones-1/radiocomunicacion/contenidos/utilidades/RadioMobile/leeme>

## **ANEXO 3**

## UBICACIÓN GEOREFERENCIADA DE LAS LOCALIDADES BENEFICIARIAS

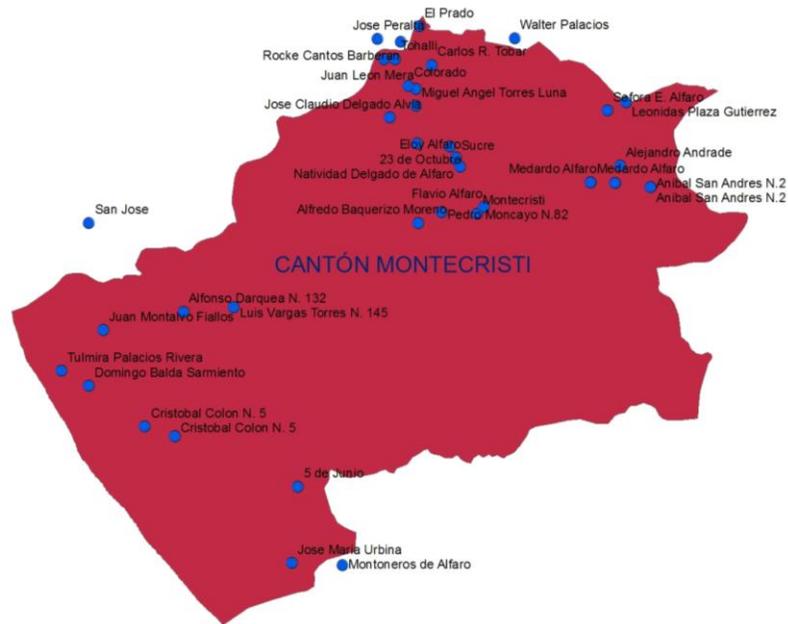


Figura 8. 1. Localidades Beneficiarias pertenecientes a la Parroquia Montecristi



Figura 8. 2. Localidades Beneficiarias pertenecientes a la Parroquia La Pila



**Figura 8. 3. Localidades Beneficiarias pertenecientes a la Parroquia San Andrés**



**Figura 8. 4. Cerro Montecristi y Jefatura Política. Puntos de control de la RED.**

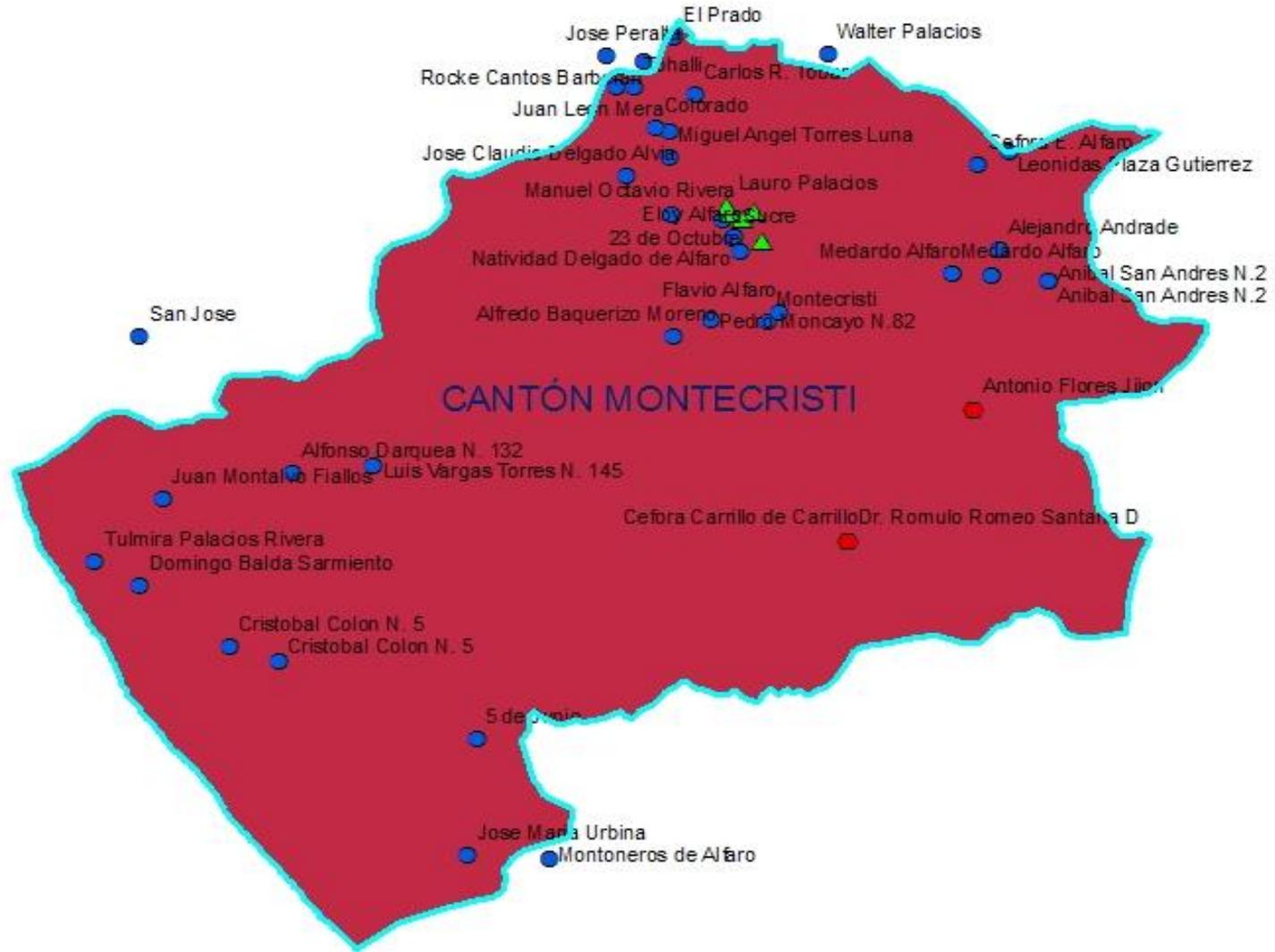


Figura 8. 5. Ubicación Geográfica de las instituciones Beneficiarias del Cantón Montecristi

## **ANEXO 4**

---

## TOPOLOGÍAS DE RED

La topología de una red es la manera de cómo se encuentran configurados, distribuidos o conectados los diferentes dispositivos de red en la misma. Esta configuración comprende dos campos: físico y lógico. El nivel físico comprende la manera de tender el cable, entre los diversos dispositivos de red. El nivel lógico se refiere a como la información viaja o se traslada de usuario en usuario en una red.

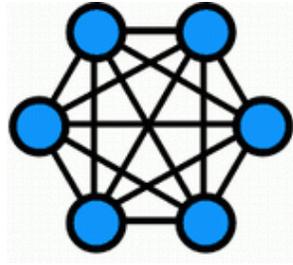
De esta forma se pretende explicar de una manera sencilla las diferentes maneras de conectar una red:

### TOPOLOGÍA EN MALLA

En este tipo de topología cada dispositivo tiene un enlace punto a punto y dedicado con cada dispositivo de la red, es decir, que la transmisión de datos o información se lo realizará únicamente entre los dispositivos conectados garantizando que cada enlace solo transporte la carga necesaria de datos de los dispositivos conectados.

Por tanto, una red en malla completamente conectada necesita  $n(n-1)/2$  canales físicos para enlazar  $n$  dispositivos. Para acomodar tantos enlaces, cada dispositivo de la red debe tener sus puertos de entrada/salida.

Una topología en malla ofrece ventajas ya que este tipo de red es robusta, es decir, que si un enlace falla no inhabilita toda la red. Otra ventaja es la privacidad ya que si un mensaje viaja a través de este tipo de red, solo el receptor adecuado puede ver el mensaje.



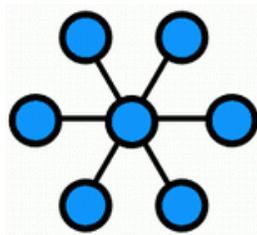
**Figura 9. 1. Topología en Malla**

## **TOPOLOGÍA EN ESTRELLA**

En la topología en estrella cada dispositivo se encuentra conectado mediante un enlace punto a punto con el enlace central de la red, quien se encarga de gestionar las transmisiones de información por toda la estrella. Los dispositivos no se encuentran entrelazados directamente entre sí, evitando el tráfico de información directamente entre ellos.

El controlador actúa como un intercambiador: si un dispositivo quiere enviar datos a otro, envía los datos al controlador, que los retransmite al dispositivo final.

Este tipo de topología es más barata que la topología en malla, ya que cada dispositivo necesita un solo enlace, lo cual hace a este tipo de topología más fácil de configurar e instalar, ya que la conexión, desconexión y traslado de dispositivos afecta solamente a una conexión.



**Figura 9. 2. Topología en Estrella**

## TOPOLOGÍA EN ANILLO

En este tipo de red los dispositivos se encuentran conectados uno seguido de otro formando un anillo. El dispositivo final se encuentra conectado al primero, cerrando de esta forma el anillo. La información en este tipo de red solo viaja en un sentido.

Cada dispositivo de esta red tiene un receptor y un transmisor, haciendo la función de repetidor, transmitiendo la información a través del anillo. Cada nodo examina la información que viaja a través del anillo, si la información no es para el nodo que la examina, la pasa al siguiente nodo en el anillo.

La principal desventaja en este tipo de red, es que si un dispositivo conectado en la red (nodo) falla, inhabilita a toda la red en su totalidad.

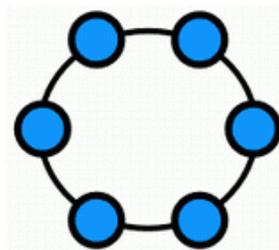


Figura 9. 3. Topología en Anillo

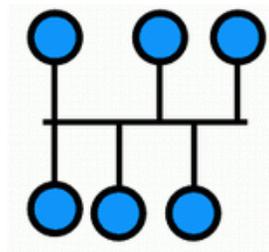
## TOPOLOGÍA EN BUS

Los miembros de este tipo de red se encuentran conectados únicamente por un solo segmento de cable, que se lo conoce como bus. Las tramas de información emitidas por un nodo (terminal o servidor) se propagan por todo el bus (en ambas direcciones), alcanzando a todos los demás nodos. Cada nodo de la red se debe

---

encargar de reconocer la información que recorre el bus, para así determinar que datos le corresponde, o está destinada a él.

La instalación de este tipo de red es sencilla, ya que el cable troncal puede tenderse por el camino más eficiente y luego los nodos pueden unirse al bus por medio de cables de conexión, consiguiendo de esta forma usar menos cable que una topología en malla o estrella.



**Figura 9. 4. Topología en Bus**

## **ANEXO 5**

## FAMILIA DE ESTANDARES IEEE 802.11

La especificación IEEE 802.11 es un estándar internacional que define las características de una red de área local inalámbrica (WLAN). El estándar 802.11 en realidad es el primer estándar y se lo ha modificado para optimizar el ancho de banda o para especificar componentes de mejor manera con el fin de garantizar mayor seguridad o compatibilidad. La tabla a continuación muestra las distintas modificaciones del estándar 802.11 y sus significados:

**Tabla 10. 1. Estándares de Wi-Fi.**

<b>ESTANDAR</b>	<b>VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN</b>	<b>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</b>	<b>MODULACIÓN</b>
802.11a	54 Mbps.	5 GHz	OFDM
802.11b	11 Mbps.	2.4 Ghz	DSSS, CCK
802.11g	54 Mbps.	2.4 GHz	OFDM, DSSS, CCK
802.11n	600 Mbps.	2.4 y 5 GHz	OFDM, DSSS, CCK

A continuación se describe las principales ventajas y desventajas de cada uno de los estándares anteriormente descritos.

**Tabla 10. 2. Ventajas y Desventajas de los Estándares WiFi**

<b>Estándar</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
802.11 a	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor velocidad</li> <li>• Mayor número de usuarios simultáneos</li> <li>• Menor interferencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayores costos</li> <li>• Menor rango de la señal</li> <li>• Mayor vulnerabilidad a las obstrucciones</li> </ul>
802.11b	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor costo</li> <li>• Mejor rango de la señal</li> <li>• Poca obstrucción de la señal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor velocidad</li> <li>• Menor número de usuarios</li> <li>• Vulnerable a interferencia de hornos microondas, teléfonos inalámbricos, etc.</li> </ul>
802.11g	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor velocidad</li> <li>• Mayor número de usuarios simultáneos</li> <li>• Buen rango de la señal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo</li> <li>• Vulnerable a la interferencia de productos que trabajen a la misma frecuencia</li> </ul>
801.11n	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compatibilidad con los estándares anteriores de Wi-Fi (802.11 a/b/g)</li> <li>• Mejora de la modulación OFDM</li> <li>• Incremento ancho de banda, superando a los medios guiados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede existir incompatibilidad entre equipos</li> <li>• Alto costo de los equipos</li> <li>• Al combinar estándares, se sacrifican recursos técnicos.</li> </ul>

## **ANEXO 6**

---

## ESPECTRO ENSANCHADO (SPREAD SPECTRUM)

Spread Spectrum o Espectro Ensanchado es una tecnología antigua, utilizada por los militares por su gran inmunidad a interferencias no intencionadas y las intencionadas (más conocidas como jamming), y por sus altos costos que implicaba su implementación.

Es una técnica de transmisión en la cual un código pseudoaleatorio<sup>32</sup>, independiente de los datos de información, es empleado como forma de onda modulante para “esparcir o desparramar” la energía de la señal sobre un ancho de banda, mucho más amplia, que el ancho de banda mínimo requerido para transmitir la información que se quiere enviar.

### CARACTERÍSTICAS

Algunas características de los sistemas de Spread Spectrum son:

- Ocupa un ancho de banda mucho mayor.
- Distribución de la energía de la señal transmitida dentro de un ancho de banda mucho mayor que la información original.
- La energía de la señal emplea un código pseudoaleatorio independiente a los datos.
- Brindan un mayor rechazo a la interferencia causada por señales que operan a la misma frecuencia.
- Tiene alta inmunidad ante interferencias intencionadas o jamming.

---

<sup>32</sup> **Proceso pseudoaleatorio:** proceso cuyo resultado es aparentemente impredecible, excepto en forma de probabilidad.

- 
- Genera mayor privacidad en la información transmitida.
  - Utiliza de una manera más eficaz el espectro.

Existen dos técnicas utilizadas para la emisión de Spread Spectrum las cuales se diferencian en el modo de ensanchamiento del espectro y el tipo de modulación que emplean. Las técnicas de ensanchado del espectro son:

- Sistemas de Secuencia Directa o DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum), y
- Sistemas de Salto de Frecuencia o FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum).

## **SISTEMAS DE SECUENCIA DIRECTA**

Para ampliar el espectro de una señal de datos ya modulada, una técnica muy común es modular la señal por segunda ocasión. En la segunda modulación, la señal ampliadora es escogida de manera que solo un receptor conocido la reconozca y posibilite su demodulación. Esta segunda modulación imposibilita que un receptor mal intencionado pueda demodular la información, generando mayor seguridad en la transmisión de datos.

La señal resultante tiene un espectro muy parecido al del ruido, de tal forma que a todos los radiorreceptores les parecerá ruido menos al que va dirigida la señal.

Para 802.11b la IEEE ha elegido la banda de 2.4 GHz, dividiendo la banda en 14 canales de 5MHz cada uno. Si se desea utilizar más de un canal en una misma zona, hay que elegir frecuencias que no se solapen, con un máximo de tres canales para asegurar un ancho de banda de 22 MHz para realizar una transmisión de 11 Mbps.

Tabla 11. 1. Canales del estándar 802.11b

Canal	Frecuencia (MHz)
1	2412
2	2417
3	2422
4	2427
5	2432
6	2437
7	2442
8	2447
9	2452
10	2457
11	2462
12	2467
13	2472
14	2484.5

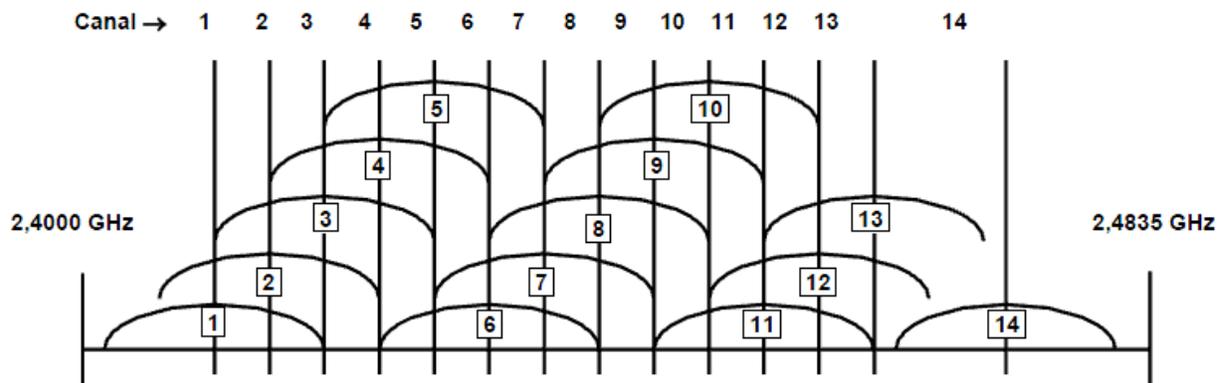


Figura 11. 1 Reparto de Canales DSSS a 2.4 GHz

Para 802.11a el IEEE ha elegido la banda de 5 GHz, que permite canales de mayor ancho de banda y hasta 8 canales de 20 MHz sin solapamiento. Equipos que funcionen con el estándar 802.11 a no pueden trabajar conjuntamente con equipos 802.11b, ya que la parte de radio es diferente.

---

## SISTEMAS DE SALTO DE FRECUENCIA

En los sistemas de salto de frecuencia o FH (Frequency Hopping) la información se transmite por tramos o por partes en un cierto canal por un determinado intervalo de tiempo conocido como dwell time. Transcurrido este tiempo, la transmisión cambia de frecuencia o de canal. La frecuencia del transmisor cambia de acuerdo a una secuencia de pseudocódigos aleatorios, el receptor rastrea estos cambios para poder establecer la conexión.

Esta característica a permitido que estos sistemas sean muy inmunes a las interferencias, ya que la transmisión no se la realiza en un solo canal, permitiendo además la intervención de la información.

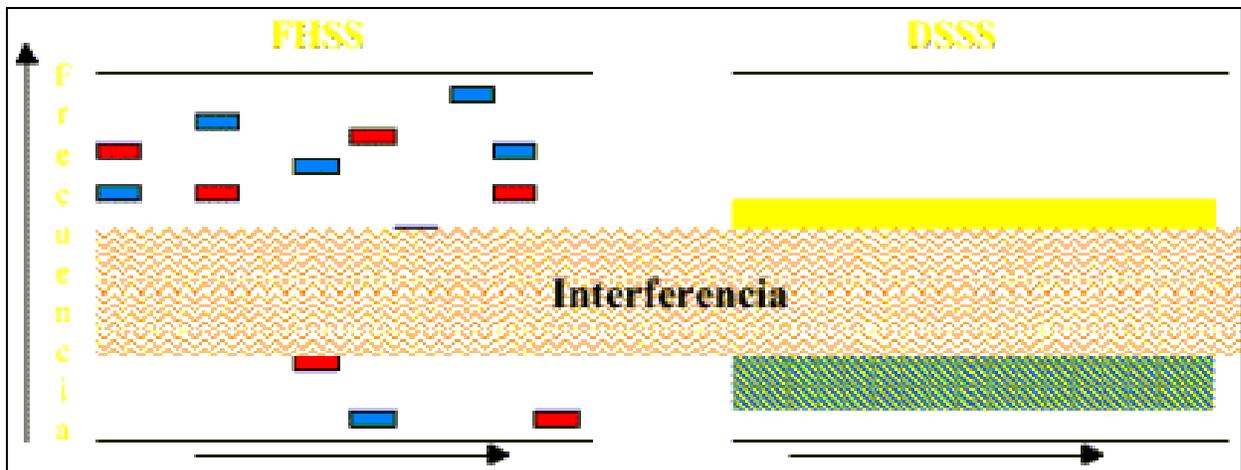
Los sistemas de salto de frecuencia se clasifican de acuerdo al tiempo que permanecen transmitiendo en un canal, antes de saltar a otro; estos son:

- Salto en frecuencia lento: se transmite uno o más bits de información en cada frecuencia.
- Salto en frecuencia rápido: en cada frecuencia se transmite una parte de bit, siendo necesarios varios saltos de frecuencia para transmitir el bit completo.

En la siguiente tabla se muestra en un resumen las diferentes características de cada uno de los diferentes sistemas de espectro ensanchado.

**Tabla 11. 2. Tabla Comparativa entre sistemas de Secuencia directa y Salto de Frecuencia.**

Secuencia Directa	Salto de Frecuencia
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funciona en presencia de ruido, ya que la señal es muy parecida al ruido.</li> <li>• No necesita de corrección de errores.</li> <li>• Es de difícil sincronización.</li> <li>• Usa una porción de la banda de transmisión.</li> <li>• No puede evitar la interferencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ancho de banda angosto e instantáneo.</li> <li>• Necesita de una relación señal a ruido positiva.</li> <li>• Necesita de corrección de errores.</li> <li>• Sincronización fácil.</li> <li>• Utiliza todo el ancho de banda.</li> <li>• Salta alrededor de la interferencia.</li> </ul>



**Figura 11. 2. Comportamiento de los sistemas en presencia de interferencia.**

---

## MODULACIÓN OFDM

La Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales o OFDM por sus siglas en inglés “Orthogonal Frequency Division Multiplexing”. OFDM es una técnica muy robusta ante las interferencias y muy usada en la transmisión de información a larga distancia debido a que OFDM utiliza un codificador y un decodificador en el transmisor y en el receptor respectivamente, logrando una corrección de errores.

### CARACTERÍSTICAS

- Aprovecha la distribución de la señal de cada portadora.
- Permite el solapamiento entre portadoras, logrando una eficiencia espectral, generando muchas portadoras en un mismo ancho de banda dado.

### OFDM en 802.11 a / g

- Velocidades de transmisión desde 6 Mbps hasta 54 Mbps.
- Cada canal tiene un ancho de banda de 20 MHz con 52 subportadoras (4 reservadas y solo se usan 48 para datos), cada una con un ancho de banda de 312.5 KHz.

## **ANEXO 7**

## FAMILIA DE ESTANDARES IEEE 802.16

Se trata de un estándar para las redes de acceso de banda ancha para áreas metropolitanas o MAN, utiliza diferentes bandas e frecuencias para su transmisión. Usa las frecuencias de 2 GHz hasta 11 Ghz para la comunicación de la última milla (no necesitan línea de vista) y frecuencias entre 11 GHz y 60 Ghz para las comunicaciones entre estaciones o usuarios (Requieren línea de vista).

La familia de estándares IEEE 802.16, cada una con sus respectivas características, se muestra en la tabla a continuación:

**Tabla 12. 1. Estándares IEEE 802.11 (WIMAX)**

<b>Estándar</b>	<b>Año</b>	<b>Características</b>
802.16	2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frecuencias licenciadas de 10 a 66GHz.</li> <li>• Requiere línea de vista.</li> <li>• Velocidades de hasta 134Mbps.</li> <li>• Distancia máxima de 8Km.</li> </ul>
802.16a	2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Añade las bandas 2 a 11GHz.</li> <li>• Soporta enlaces sin línea de vista.</li> </ul>
802.16c	2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Añade características y especificaciones de las bandas 10 a 66GHz.</li> </ul>
802.16d	2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocido como el estándar 802.16-2004</li> <li>• Añade perfiles aprobados en WiMAX Forum.</li> </ul>
802.16e	2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Añade conexiones de banda ancha para dispositivos nómadas o portátiles.</li> </ul>
802.16f	2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Añade conexiones de banda ancha para dispositivos móviles.</li> </ul>

## **ANEXO 8**

## UNIDADES REPETIDORAS

### ESC. LAURO PALACIOS

Tabla 13.1. Unidades Subscriptoras de la Esc. Lauro Palacios

No.	Nombre del Repetidor	Nro. Alumnos	Nro. Computadores
1	Jefatura Montecristi		
2	Sucre	305	15
3	Natividad Delgado de Alfaro	120	10
4	Eloy Alfaro	60	3
5	Dr. Camilo Gallegos Domínguez	160	10
6	Aníbal San Andrés Robledo	362	15
7	Manuel Octavio Rivera	160	10
8	23 de Octubre	307	15
9	Jaime Roldos Aguilera	42	3

### ESC. ALFREDO BAQUERIZO MORENO

Tabla 13. 2. Unidades Subscriptoras de la Esc. Alfredo Baquerizo Moreno

No.	Nombre del Repetidor	Nro. Alumnos	Nro. Computadores
1	Pedro Moncayo N.82	272	10
2	Montecristi	200	10
3	Flavio Alfaro	87	3

---

**ESC. ALFONSO DARQUEA****Tabla 13. 3. Unidades Subscriptoras de la Esc. Alfonso Darquea**

<b>No.</b>	<b>Nombre del Repetidor</b>	<b>Nro. Alumnos</b>	<b>Nro. Computadores</b>
1	5 de Junio	58	3
2	José María Urbina	112	10
3	Montoneros de Alfaro	12	2

## **ANEXO 9**

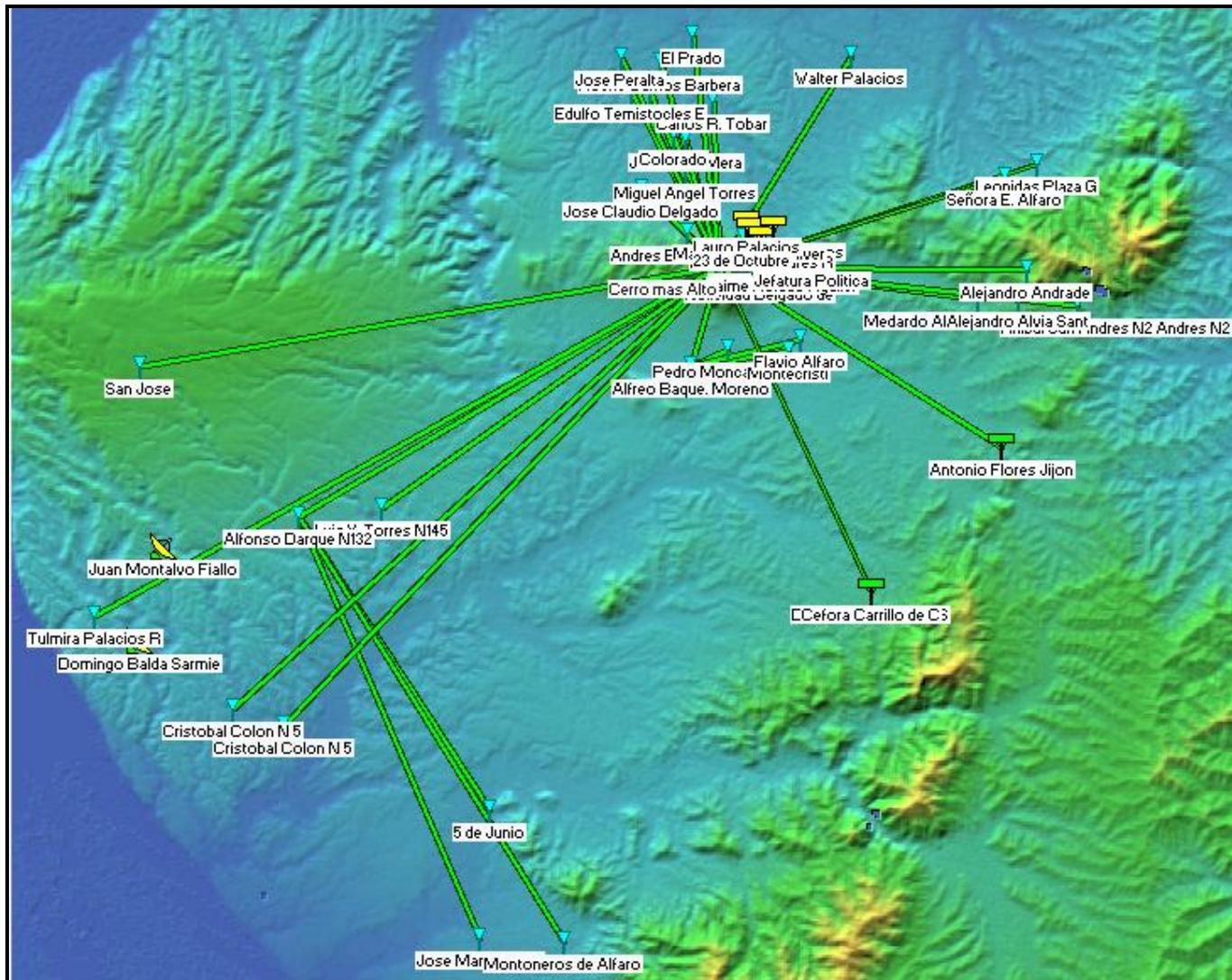


Figura 14. 1 Diseño Final de la Red Comunitaria

Tabla 14. 1. Resumen de los Enlaces de la Red Comunal

No.	CPE	Access Point	Tipo Enlace	Frecuencia (GHz)	Distancia (Km)	Ganancia Antena (dBi)	Altura Antena (m)
1	Medardo Alfaro	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	8.69	16	3
2	Alejandro Alvia	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	10.02	16	3
3	Anibal San Andres N.2	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	12.03	16	2
4	Pedro Moncayo N.82	Alfredo Baquerizo	P - MP	2.4	1.42	10	4
5	San Jose	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	19.58	24	3
6	Alfredo Baquerizo	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	3.47	16	3
7	5 de Junio	Alfonso Darquea	P - MP	2.4	11.70	10	4
8	Jose Maria Urbina	Alfonso Darquea	P - MP	2.4	15.33	10	3
9	Montoneros de Alfaro	Alfonso Darquea	P - MP	2.4	16.75	10	4
10	Cristobal Colon N. 5	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	21.09	24	4
11	Cristobal Colon N. 5	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	21.91	24	3
12	Andres Emilio Robles	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	1.52	12	4
13	Miguel Angel Torres	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	3.41	12	2
14	Juan Leon Mera	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	4.34	12	3
15	Colorado	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	4.61	12	3
16	Carlos R. Tobar	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	5.53	12	3
17	Tohalli	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	6.28	12	2
18	Edulfo Temistocles	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	6.52	12	2
19	Rocke Cantos	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	7.09	12	3
20	Jose Peralta	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	7.72	12	3

21	El Prado	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	7.75	12	4
22	José Claudio Delgado	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	3.63	12	3
23	Antonio Flores Jijón	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	11.18	12	3
24	Dr. Rómulo Romeo	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	12.01	12	3
25	Cefora Carrillo de	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	12.01	12	2
26	Alejandro Andrade	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	10.26	12	4
27	Sucre	Lauro Palacios	P - MP	2.4	1.18	10	4
28	Natividad Delgado de	Lauro Palacios	P - MP	2.4	1.66	10	4
29	Eloy Alfaro	Lauro Palacios	P - MP	2.4	1.11	10	4
30	Dr. Camilo Gallegos	Lauro Palacios	P - MP	2.4	0.93	10	4
31	Aníbal San Andrés	Lauro Palacios	P - MP	2.4	0.71	10	3
32	Manuel Octavio Rivera	Lauro Palacios	P - MP	2.4	0.28	10	3
33	Lauro Palacios	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	1.69	32	3
34	23 de Octubre	Lauro Palacios	P - MP	2.4	0.47	10	3
35	Jaime Roldos Aguilera	Lauro Palacios	P - MP	2.4	1.79	10	4
36	Aníbal San Andrés N.2	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	12.03	12	3
37	Alejandro Alvia	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	10.04	12	4
38	Walter Palacios	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	8.29	12	4
39	Leonidas Plaza	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	11.14	32	3
40	Sefora E. Alfaro	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	10.00	32	4
41	Montecristi	Alfredo Baquerizo	P - MP	5.8	3.31	10	4
42	Flavio Alfaro	Alfredo Baquerizo	P - MP	5.8	3.77	10	4
43	Luis Vargas Torres N.	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	13.83	16	3
44	Alfonso Darquea N.	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	16.32	24	3
45	Tulmira Palacios	Cerro Montecristi	P - MP	5.8	23.87	24	3
46	Jefatura Política	Lauro Palacios	P - MP	2.4	1.17	10	3

## **ANEXO 10**

Tabla 15. 1. Formulario 1B

		<b>FORMULARIO PARA INFORMACION LEGAL</b> (SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA)		<b>RC - 1B</b> Elab.: DGGER Versión: 02
				1) No. Registro:
<b>SOLICITUD:</b>				
2) OBJETO DE LA SOLICITUD:	(    )	REGISTRO	RENOVACION	MODIFICACION
3) TIPO DE SISTEMA:	(    )	PRIVADO	EXPLOTACION	
<b>DATOS DEL SOLICITANTE Y PROFESIONAL TECNICO:</b>				
4) <b>PERSONA NATURAL O REPRESENTANTE LEGAL</b>				
APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:		CI:
5) CARGO:				
<b>PERSONA JURIDICA</b>				
6) NOMBRE DE LA EMPRESA:				
7) ACTIVIDAD DE LA EMPRESA:				RUC:
8) <b>DIRECCION</b>				
PROVINCIA:	CIUDAD:	DIRECCION:		
e-mail:		CASILLA:	TELEFONO / FAX:	
9) <b>CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TÉCNICO)</b>				
Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva				
APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:		LIC. PROF.:
e-mail:		CASILLA:	TELEFONO / FAX:	
DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No):		FECHA:	_____	
FIRMA				
10) <b>CERTIFICACION Y DECLARACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA</b>				
Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación				
<b>Declaro que:</b>				
1. En caso de que el presente sistema cause interferencia a sistemas debidamente autorizados, asumo el compromiso de solucionar a mi costo, dichas interferencias, o en su defecto retirarme de la banda. 2. Acepto las interferencias que otros sistemas debidamente autorizados acusen al presente sistema.				
NOMBRE:		FECHA:	_____	
FIRMA				
11) OBSERVACIONES:				

Tabla 15. 2. Formulario 2A

		<b>FORMULARIO PARA INFORMACION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES</b>		<b>RC – 2A</b> Elab.: DGER Versión: 02	
				1) Cod. Cont.:	
<b>ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES</b>					
<b>2) ESTRUCTURA 1</b>					
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):		
<b>3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:</b>					
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.		UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
				LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
<b>4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:</b>					
PUESTA A TIERRA		SI ( ) NO ( )	PARARRAYOS		SI ( ) NO ( )
OTROS (Describe):					
<b>5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:</b>					
LINEA COMERCIAL ( )	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )		
<b>TIPO DE RESPALDO</b>					
GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____		
<b>6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:</b>					
<b>2) ESTRUCTURA 2</b>					
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):		
<b>3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:</b>					
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.		UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
				LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
<b>4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:</b>					
PUESTA A TIERRA		SI ( ) NO ( )	PARARRAYOS		SI ( ) NO ( )
OTROS (Describe):					
<b>5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:</b>					
LINEA COMERCIAL ( )	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )		
<b>TIPO DE RESPALDO</b>					
GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____		
<b>6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:</b>					
<b>2) ESTRUCTURA 3</b>					
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):		
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:			ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):		
<b>3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:</b>					
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.		UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
				LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
<b>4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:</b>					
PUESTA A TIERRA		SI ( ) NO ( )	PARARRAYOS		SI ( ) NO ( )
OTROS (Describe):					
<b>5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:</b>					
LINEA COMERCIAL ( )	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )		
<b>TIPO DE RESPALDO</b>					
GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____		
<b>6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:</b>					

Tabla 15. 3. Formulario 3A

	<b>FORMULARIO PARA INFORMACION DE ANTENAS</b>		<b>RC – 3A</b> Elab.: DGGER Versión: 02
			<sup>1)</sup> Cod. Cont:
<b>2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS</b>			
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>	<b>ANTENA 1</b>	<b>ANTENA 2</b>	
CODIGO DE ANTENA:			
MARCA:			
MODELO:			
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):			
TIPO:			
IMPEDANCIA (ohmios):			
POLARIZACION:			
GANANCIA (dBd):			
DIÁMETRO (m):			
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):			
ANGULO DE ELEVACION (°):			
ALTURA BASE-ANTENA (m):			
<b>2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS</b>			
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>	<b>ANTENA 3</b>	<b>ANTENA 4</b>	
CODIGO DE ANTENA:			
MARCA:			
MODELO:			
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):			
TIPO:			
IMPEDANCIA (ohmios):			
POLARIZACION:			
GANANCIA (dBd):			
DIÁMETRO (m):			
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):			
ANGULO DE ELEVACION (°):			
ALTURA BASE-ANTENA (m):			
<b>2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS</b>			
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>	<b>ANTENA 5</b>	<b>ANTENA 6</b>	
CODIGO DE ANTENA:			
MARCA:			
MODELO:			
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):			
TIPO:			
IMPEDANCIA (ohmios):			
POLARIZACION:			
GANANCIA (dBd):			
DIÁMETRO (m):			
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):			
ANGULO DE ELEVACION (°):			
ALTURA BASE-ANTENA (m):			
<b>NOTA:</b> Se debe adjuntar las copias de los catálogos de las mencionadas antenas.			

Tabla 15. 4. Formulario 4A

	<b>FORMULARIO PARA INFORMACION DE EQUIPAMIENTO</b>			<b>RC - 4A</b> Elab.: DGGER Versión: 02
				1) Cod. Cont:
<b>2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS</b>				
TIPO DE ESTACION:				
CODIGO DEL EQUIPO:				
MARCA:				
MODELO:				
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):				
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):				
TIPO DE MODULACION:				
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):				
POTENCIA DE SALIDA (Watts):				
RANGO DE OPERACION (MHz):				
SENSIBILIDAD ( $\mu$ V) o (dBm):				
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA (kHz):				
<b>2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS</b>				
TIPO DE ESTACION:				
CODIGO DEL EQUIPO:				
MARCA:				
MODELO:				
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):				
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):				
TIPO DE MODULACION:				
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):				
POTENCIA DE SALIDA (Watts):				
RANGO DE OPERACION (MHz):				
SENSIBILIDAD ( $\mu$ V) o (dBm):				
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:				
<b>2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS</b>				
TIPO DE ESTACION:				
CODIGO DEL EQUIPO:				
MARCA:				
MODELO:				
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):				
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):				
TIPO DE MODULACION:				
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):				
POTENCIA DE SALIDA (Watts):				
RANGO DE OPERACION (MHz):				
SENSIBILIDAD ( $\mu$ V) o (dBm):				
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:				

Tabla 15. 5. Formulario 9A

		<b>FORMULARIO PARA SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA (ENLACES PUNTO-PUNTO)</b>										<b>RC- 9A</b> Elab.: DGGER Versión: 02	
		1) No. Registro:											
2) <b>CLASE DE SISTEMA</b>													
PRIVADO    EXPLOTACION    (    )										NOTA: En el caso de que su empresa cuente con el Permiso de Operación de Red Privada, adjuntar una copia.			
3) <b>CARACTERISTICAS TECNICAS Y DE OPERACION DEL SISTEMA FIJO PUNTO - PUNTO</b>													
No. ENLACE	BANDA DE FRECUENCIAS (MHz)					TIPO DE OPERACION SECUENCIA <u>D</u> IRECTA ; <u>T</u> DMA; <u>F</u> HSS ; <u>H</u> IBRIDO ; <u>O</u> FDM; <u>O</u> T <u>R</u> AS					DISTANCIA DEL ENLACE (Km)		
						(    )							
4) <b>CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS</b>													
INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)			POTENCIA DE OPERACION (mW)		EQUIPO UTILIZADO					
5) <b>PERFIL TOPOGRAFICO</b>													
DISTANCIA (Km)	0	D/12	D/6	D/4	D/3	5D/12	D/2	7D/12	2D/3	3D/4	5D/6	11D/12	D
ALTURA s.n.m. (m)													
Donde D = Distancia entre las estaciones del enlace. NOTA: Adjuntar las gráficas del perfil de cada enlace.													
6) <b>GRAFICA DEL PERFIL TOPOGRAFICO</b>													
7) <b>ESQUEMA DEL SISTEMA</b>													





Tabla 15. 8. Formulario 14A

	<b>FORMULARIO PARA ESQUEMA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES</b>	<b>RC- 14A</b> Elab.: DGGER Versión: 01
1) <b>ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA</b>		1) Cod. Cont.:
<b>Nota:</b> En este formulario se debe graficar la topología del sistema de radiocomunicaciones, cuando este consta de dos o más circuitos enlazados entre sí, en enlaces con más de un salto o en caso de un sistema punto-multipunto.		

Tabla 15. 9. Formulario 15A

	<b>FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)</b>				<b>RC-15A RNI-T1</b>
	Fecha.:				
<b>1) USUARIO :</b>					
NOMBRE DE LA EMPRESA:					
DIRECCIÓN :					
<b>2) UBICACION DEL SITIO :</b>					
PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")	
<b>3) S<sub>lim</sub> A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :</b>					
FRECUENCIAS (MHz)		S <sub>lim</sub> OCUPACIONAL (W/m <sup>2</sup> )		S <sub>lim</sub> POBLACIONAL (W/m <sup>2</sup> )	
<b>4) CALCULO DE R<sup>2</sup> :</b>					
Altura h (m) :		$R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$			
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)			
2 m					
5 m					
10 m					
20 m					
50 m					
<b>5) CALCULO DEL PIRE :</b>					
POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)		GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA		VALOR DE PIRE (W)	
<b>6) CALCULO DEL S<sub>lim</sub> TEORICO :</b>					
$S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$					
DISTANCIA		VALOR DE $(\pi * R^2)$		VALOR DE S <sub>lim</sub> (W/m <sup>2</sup> )	
2 m					
5 m					
10 m					
20 m					
50 m					
<b>7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)</b>					
Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva					
APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:		LIC. PROF.:	
e-mail:		CASILLA:		TELEFONO / FAX:	
DIRECCION:			FECHA:		
					FIRMA
<b>8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA</b>					
Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación					
NOMBRE:			FECHA:		
					FIRMA

## **FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO**

El presente proyecto de grado fue entregado al Departamento de eléctrica y Electrónica, reposando en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, a 3 de Abril del 2009

Ing. Gonzalo Olmedo. PhD

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES

Luis Hernán Montoya Lara

AUTOR