

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 ELECTRONICA

“ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE  
TELECOMUNICACIONES EN EL CANTÓN PASTAZA  
DE LA PROVINCIA DE PASTAZA CON EL  
PROPÓSITO DE BRINDAR SERVICIO DE INTERNET  
EN UNIDADES EDUCATIVAS PUBLICAS”

Autor

Ricardo David González Pinos

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2009

## CERTIFICACIÓN

Certificamos que el siguiente proyecto de titulado “ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES EN EL CANTÓN PASTAZA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA CON EL PROPÓSITO DE BRINDAR SERVICIO DE INTERNET EN UNIDADES EDUCATIVAS PUBLICAS” fue desarrollado en su totalidad por el señor Ricardo David González Pinos con C.I. 0603614744 bajo nuestra dirección

---

Ing. Fabián Sáenz  
DIRECTOR

---

Ing. Rodolfo Gordillo  
CO-DIRECTOR

## RESUMEN

El proyecto presente trata acerca del estudio y diseño de una red que permita brindar acceso a Internet a instituciones educativas fiscales del cantón Pastaza de la provincia del mismo nombre. La red pretende mejorar la calidad de educación de los alumnos de dichas instituciones al poder acceder a Internet.

Los centros educativos en general del cantón Pastaza, tiene un limitado acceso por no decirlo nulo, a los servicios de telecomunicaciones inclusive tan básicos como una línea telefónica, así se lo comprobó en un estudio de campo realizado, así mismo se tomo coordenadas geográficas de las instituciones y de los cerros que podrían servir como puntos de enlace para dicha red.

La red que se diseño es una red inalámbrica, con la ayuda del software Radio Mobile, fue posible determinar el desempeño de la red y comprobar que los enlaces están operativos.

Es importante mencionar que el proyecto cuenta con un estudio de factibilidad económica en donde se detallan los precios de los equipos que se podrían usar tanto para las redes WAN y las redes LAN y WLAN.

## **AGRADECIMIENTO**

Un profundo agradecimiento a mi familia por el constante apoyo que me ha brindado en toda mi carrera universitaria, gracias a ellos he podido llegar a cumplir este sueño de obtener mi Ingeniería en esta prestigiosa universidad.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de grado a mi familia, a mi padre Walter González, a mi madre Yolanda Pinos, a mis hermanos Diego, Yadira y Sofía, y por supuesto a mis sobrinos Diego, Mia y Renata, son las personas que más quiero y a quienes debo todo lo que soy y lo que tengo.

## PRÓLOGO

Con el crecimiento del mundo moderno, las telecomunicaciones se han vuelto parte fundamental de cualquier organismo social o población como ente fundamental de su desarrollo.

Una realidad que vive el país es la carencia de cualquier tipo de comunicación en zonas marginales o apartadas de la zona urbana. En los mejores casos se encuentra una línea telefónica que es usada por toda una comunidad y en otros casos no se encuentran ni servicios básicos como electricidad, alcantarillado, entre otros.

El FODETEL en su afán de mejorar la educación de las personas en el país ha visto importante realizar proyectos de tele educación para las personas de bajos recursos económicos y que se encuentran apartadas de las zonas urbanas.

En mi opinión personal, es una noble labor por parte del gobierno actual el tratar de realizar mejoras en la calidad de vida de los ecuatorianos y que mejor que en el área educativa que no es muy fuerte en nuestro país en general, y me enorgullece poder colaborar con la provincia de Pastaza en el diseño de una red que permita que algunos centros educativos tengan acceso a Internet y a programas de tele educación.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	ii
<b>RESUMEN</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>DEDICATORIA</b> .....	v
<b>PRÓLOGO</b> .....	vi
<b>INDICE DE CONTENIDOS</b> .....	1
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	4
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	8
<b>CAPITULO 1</b> .....	10
1. INTRODUCCION .....	10
1.1 ANTECEDENTES .....	10
1.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO .....	13
<b>CAPITULO 2</b> .....	15
2. MARCO TEÓRICO .....	15
2.1 REDES DE DATOS .....	15
2.1.1 Compartir información o datos .....	16
2.1.2 Compartir hardware y software .....	17
2.1.3 Centralizar la administración y el apoyo .....	17
2.2 PRINCIPALES TIPOS DE REDES .....	17
2.2.1 Principales tipos de redes: LAN y WAN .....	17
2.3 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS POSIBLES – ESCENARIOS PROPUESTOS.....	18
2.3.1 Tecnología Inalámbrica.....	19
2.3.2 Tecnología alámbrica.....	35
2.3.3 Tecnología Satelital .....	39
2.4 PÉRDIDAS Y GANANCIAS .....	45
2.4.1 Pérdidas.....	46
2.4.2 Ganancias.....	47
2.5 SEGURIDAD EN REDES .....	48
2.6 HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN.....	53
2.6.1 Introducción a Radio Mobile .....	54

2.6.2	Simulación en Radio Mobile .....	55
CAPITULO 3	.....	69
3.	OBSERVACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL CANTÓN PASTAZA.....	69
3.1	ESTUDIO DE CAMPO .....	69
3.2	INFORMACIÓN SOCIO - ECONÓMICA.....	74
3.3	UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOREFERENCIADA DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS. ....	79
CAPITULO 4	.....	86
4.	ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED .....	86
4.1	ESTUDIO DE TRÁFICO, DIMENSIONAMIENTO DE CADA UNA DE LAS REDES, ANCHOS DE BANDA.....	86
4.2	DISEÑO DE LA RED .....	91
4.2.1	Red LAN y WLAN .....	92
4.2.2	Red WAN.....	97
4.3	ZONAS DE INFLUENCIA .....	102
4.4	PERFILES DE LOS ENLACES.....	103
4.4.1	Perfiles de los enlaces de la Red de Transporte.....	103
4.4.2	Perfiles de los enlaces de la Red de Acceso.....	106
4.5	SEGMENTO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO A UTILIZAR.....	142
4.6	INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DE OPERADORES EN LA ZONA DE INFLUENCIA .....	150
CAPITULO 5	.....	151
5.	ANÁLISIS REGULATORIO.....	151
5.1	ASPECTOS LEGALES Y REGULATORIOS .....	151
5.1.1	Marco Legal .....	151
5.1.2	Plan Internet para todos.....	154
5.1.3	Reglamento del Fodetel.....	156
5.1.4	Reglamento de concesión y tarifas por el uso del espectro radioeléctrico.....	156
CAPITULO 6	.....	160
6.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	160
6.1	ESTUDIO ECONÓMICO DE LOS ESCENARIOS PROPUESTOS .....	160
6.1.1	Escenario Inalámbrico WAN .....	161
6.1.2	Escenario LAN y WLAN.....	163



6.1.3	Costos de operación y mantenimiento.....	164
6.1.4	Costo total.....	166
6.2	SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO .....	167
6.3	FLUJO EFECTIVO.....	167
CAPITULO 7 .....		172
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	172
7.1	CONCLUSIONES .....	172
7.2	RECOMENDACIONES .....	173
ANEXOS .....		175
ANEXO 1: Tabla de direcciones IP de la Red .....		176
ANEXO 2: Esquema de direcciones IP de la Red.....		178
ANEXO 3: Esquema de direcciones IP de la Red.....		179
ANEXO 4: Características de Equipos .....		195
ANEXO 5: Respaldo Fotográfico.....		197

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2. 1. RED DE DATOS .....	16
FIGURA 2. 2. RADIO MOBILE – INGRESO A PROPIEDADES DEL MAPA .....	55
FIGURA 2. 3. RADIO MOBILE – PROPIEDADES DEL MAPA .....	56
FIGURA 2. 4. RADIO MOBILE – INGRESO A PROPIEDADES DE LA UNIDAD	56
FIGURA 2. 5. RADIO MOBILE – PROPIEDADES DE LA UNIDAD .....	57
FIGURA 2. 6. RADIO MOBILE – PROPIEDADES DE LA UNIDAD – INGRESO DE COORDENADAS .....	58
FIGURA 2. 7. RADIO MOBILE – MAPA Y PUNTOS INGRESADOS.....	58
FIGURA 2. 8. RADIO MOBILE – INGRESO A PROPIEDADES DE LAS REDES. .....	59
FIGURA 2. 9. RADIO MOBILE – PROPIEDADES DE LAS REDES – PARÁMETROS.....	59
FIGURA 2. 10. RADIO MOBILE – PROPIEDADES DE LAS REDES – TOPOLOGÍA.....	60
FIGURA 2. 11. RADIO MOBILE – PROPIEDADES DE LAS REDES – MIEMBROS.....	61
FIGURA 2. 12. RADIO MOBILE – PROPIEDADES DE LAS REDES – MIEMBROS – PATRÓN DE LA ANTENA. ....	61
FIGURA 2. 13. RADIO MOBILE – PROPIEDADES DE LAS REDES – SISTEMÁS. .....	62
FIGURA 2. 14. RADIO MOBILE – PROPIEDADES DE LAS REDES – ESTILO..	63
FIGURA 2. 15. RADIO MOBILE – RED INALÁMBRICA. ....	63
FIGURA 2. 16. RADIO MOBILE – BOTÓN “ENLACE DE RADIO”. ....	64
FIGURA 2. 17. RADIO MOBILE – ENLACE DE RADIO. ....	65
FIGURA 2. 18. RADIO MOBILE – BOTONES: “COBERTURA DE RADIO POLAR”, “COBERTURA DE RADIO CARTESIANAS”, “COBERTURA VISUAL”.....	66
FIGURA 2. 19. RADIO MOBILE – MAPA DE COBERTURA DE RADIO POLAR	67
FIGURA 2. 20. RADIO MOBILE – MAPA DE COBERTURA DE RADIO CARTESIANA .....	67
FIGURA 2. 21. RADIO MOBILE – MAPA DE COBERTURA VISUAL.....	68

FIGURA 3. 1. MAPA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA	71
FIGURA 3. 2. MAPA DEL CANTÓN PASTAZA	72
FIGURA 3. 3. PORCENTAJE DE POBLACIÓN SEGÚN SEXO Y ÁREA.	73
FIGURA 3. 4. PIRÁMIDE POBLACIONAL SEGÚN SEXO Y EDADES.	74
FIGURA 3. 5. UBICACIÓN DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS DEL “PUYO”.	81
FIGURA 3. 6. UBICACIÓN DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS DE “TARQUI”.	82
FIGURA 3. 7. UBICACIÓN DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS DE “EL TRIUNFO”.	83
FIGURA 3. 8. UBICACIÓN DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS DE “DIEZ DE AGOSTO”.	84
FIGURA 4. 1. ESQUEMA DE UNA RED LAN	93
FIGURA 4. 2. ESQUEMA DE UNA RED LAN	95
FIGURA 4. 3. RED DE TRANSPORTE	99
FIGURA 4. 4. RED DE ACCESO	100
FIGURA 4. 5. RED DE ACCESO PARA “EL PUYO” Y “TARQUI”	101
FIGURA 4. 6. ENLACE PUNTO – MULTIPUNTO DESDE EL CERRO “EL TRIUNFO” A LAS ENTIDADES BENEFICIARIAS DE LA PARROQUIA “EL TRIUNFO” Y “DIEZ DE AGOSTO”	101
FIGURA 4. 7. COBERTURA VISUAL DEL CERRO “SANTA ROSA”	102
FIGURA 4. 8. COBERTURA VISUAL DEL CERRO “EL TRIUNFO”	103
FIGURA 4. 9. ENLACE DE RADIO MUNICIPIO – SANTA ROSA	104
FIGURA 4. 10. ENLACE DE RADIO EL TRIUNFO – SANTA ROSA.	105
FIGURA 4. 11. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – CARLOS LUÍS PLAZA ARAY	107
FIGURA 4. 12. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – ESCUELA FISCAL DE NIÑAS ANDOAS	108
FIGURA 4. 13. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – ESCUELA TENIENTE HUGO ORTIZ	109
FIGURA 4. 14. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – FRANCISCO DE ORELLANA	110
FIGURA 4. 15. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – GABRIELA MISTRAL	111
FIGURA 4. 16. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – JARDÍN CIUDAD DE PUYO	112

FIGURA 4. 17. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – JARDÍN DE INFANTES LIBERTAD	113
FIGURA 4. 18. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – JOSÉ JOAQUÍN DE OLMEDO	114
FIGURA 4. 19. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – JUAN MONTALVO	115
FIGURA 4. 20. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – LAS PALMAS	116
FIGURA 4. 21. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – NAZARENO	117
FIGURA 4. 22. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – ÑUKANCHIK ALLPA	118
FIGURA 4. 23. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – PINTO GRANDE	119
FIGURA 4. 24. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – PLAZA ARAY	120
FIGURA 4. 25. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – PRIMERO DE MAYO	121
FIGURA 4. 26. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – SANTO DOMINGO DE GUZMAN	122
FIGURA 4. 27. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – SEMILLITAS	123
FIGURA 4. 28. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – SIMÓN BOLÍVAR	124
FIGURA 4. 29. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – SINAI	125
FIGURA 4. 30. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – UNIDAD EDUCATIVA ING. EDUARDO VÁSCONEZ	126
FIGURA 4. 31. ENLACE DE RADIO OCTAVIO ZURITA – JUAN PÍO MONTÚFAR	127
FIGURA 4. 32. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – UNIDAD EDUCATIVA 6 DE DICIEMBRE	128
FIGURA 4. 33. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – AMÉRICA	129
FIGURA 4. 34. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – C.E.I SAN JACINTO	130
FIGURA 4. 35. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – ESCUELA AMAZANGA	131
FIGURA 4. 36. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – ESCUELA TARQUI	132
FIGURA 4. 37. ENLACE DE RADIO SANTA ROSA – JUAN PÍO MONTUFAR	133
FIGURA 4. 38. ENLACE DE RADIO CERRO “EL TRIUNFO” – ESCUELA ÁNGEL MANZANO	134
FIGURA 4. 39. ENLACE DE RADIO CERRO “EL TRIUNFO” – 12 DE FEBRERO	135
FIGURA 4. 40. ENLACE DE RADIO CERRO “EL TRIUNFO” – DOCTOR CAMILO GALLEGOS	136

FIGURA 4. 41. ENLACE DE RADIO CERRO “EL TRIUNFO” – JOSÉ MARÍA URBINA	137
FIGURA 4. 42. ENLACE DE RADIO CERRO “EL TRIUNFO” – LUÍS A. MARTÍNEZ	138
FIGURA 4. 43. ENLACE DE RADIO CERRO “EL TRIUNFO” – MACHINAZA	139
FIGURA 4. 44. ENLACE DE RADIO CERRO “EL TRIUNFO” – REPUBLICA DE ARGENTINA	140
FIGURA 4. 45. ENLACE DE RADIO CERRO “EL TRIUNFO” – SAN RAMÓN	141
FIGURA 4. 46. COMPARACIÓN ENTRE ESPECTRO ENSANCHADO Y BANDA ESTRECHA	146

## INDICE DE TABLAS

TABLA 2. 1. EVOLUCIÓN WIMAX.....	30
TABLA 2. 2. FRECUENCIAS ASCENDENTES Y DESCENDENTES DE LAS BANDAS C, KU Y KA.....	41
TABLA 3. 1. INFORMACIÓN DE LA PROVINCIA DE PASTAZA .....	70
TABLA 3. 2. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN PASTAZA, SEGÚN PARROQUIAS.....	72
TABLA 3. 3. POSIBLES INSTITUCIONES BENEFICIARIAS.....	75
TABLA 3. 4. ENTIDADES EDUCATIVAS BENEFICIARIAS DE LA CIUDAD DEL PUYO .....	80
TABLA 3. 5. ENTIDADES EDUCATIVAS BENEFICIARIAS DE LA PARROQUIA “TARQUI” .....	81
TABLA 3. 6. ENTIDADES EDUCATIVAS BENEFICIARIAS DE LA PARROQUIA “EL TRIUNFO” .....	82
TABLA 3. 7. ENTIDADES EDUCATIVAS BENEFICIARIAS DE LA PARROQUIA “DIEZ DE AGOSTO” .....	83
TABLA 3. 8. CERROS O ELEVACIONES IMPORTANTES EN LA PROVINCIA DE PASTAZA.....	85
TABLA 4. 1. NÚMERO DE ALUMNOS, ESTABLECIMIENTOS BENEFICIARIOS, ANCHO DE BANDA REQUERIDO Y NÚMERO DE COMPUTADORAS SEGÚN SUGERENCIAS DE FODETEL.....	86
TABLA 4. 2. NÚMERO DE ALUMNOS, COMPUTADORAS Y ANCHO DE BANDA DE LAS ENTIDADES BENEFICIARIAS DE LA CIUDAD DEL PUYO.....	87
TABLA 4. 3. NÚMERO DE ALUMNOS, COMPUTADORAS Y ANCHO DE BANDA DE LAS ENTIDADES BENEFICIARIAS DE LA PARROQUIA “EL TRIUNFO”. .....	89
TABLA 4. 4. NÚMERO DE ALUMNOS, COMPUTADORAS Y ANCHO DE BANDA DE LAS ENTIDADES BENEFICIARIAS DE LA PARROQUIA “EL TRIUNFO”. .....	89
TABLA 4. 5. NÚMERO DE ALUMNOS, COMPUTADORAS Y ANCHO DE BANDA DE LAS ENTIDADES BENEFICIARIAS DE LA PARROQUIA “DIEZ DE AGOSTO”.....	90

TABLA 4. 6. UNIDADES EDUCATIVAS QUE HARÁN USO DE UNA RED LAN.	94
TABLA 4. 7. UNIDADES EDUCATIVAS QUE HARÁN USO DE UNA RED WLAN. .....	96
TABLA 4. 8. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS CERROS “ABITAGUA” Y “EL TRIUNFO” .....	97
TABLA 4. 9. USOS DE LAS FRECUENCIAS ULTRA ALTAS.....	142
TABLA 4. 10. USOS DE LAS FRECUENCIAS SÚPER ALTAS.....	144
TABLA 4. 11. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN LA PROVINCIA DE PASTAZA.....	150
TABLA 5. 1 VALOR DE LA TARIFA A PARA RANGOS DE FRECUENCIAS....	158
TABLA 5. 2 VALOR DE FD PARA SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA .....	159
TABLA 6. 1. COSTOS DE EQUIPOS PARA LA RED DE TRANSPORTE.....	161
TABLA 6. 2. COSTOS DE EQUIPOS PARA LA RED DE ACCESO .....	162
TABLA 6. 3. COSTOS DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO E INFRAESTRUCTURA.....	163
TABLA 6. 4. COSTOS DE EQUIPOS PARA LAN Y WLAN .....	164
TABLA 6. 5 COSTO TOTAL DEL PROYECTO.....	166
TABLA 6. 6 EGRESOS (COSTOS DE OPERACIÓN T MANTENIMIENTO) .....	168
TABLA 6. 7 INGRESO MENSUAL Y ANUAL.....	169
TABLA 6. 8 FLUJO EFECTIVO .....	170

## **CAPITULO 1**

### **1. INTRODUCCION**

#### **1.1 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>1</sup>.

FODETEL (Fondo de desarrollo de las telecomunicaciones en áreas rurales y urbano marginales), ha visto la necesidad de realizar proyectos orientados a la educación para escuelas, colegios, y demás entidades educativas que están alejadas del margen urbano, con el objetivo de incorporarlas a las Tecnologías de Información y Comunicación TIC y mediante ellas cumplir con el propósito de brindarles acceso a Internet.

Una de las zonas de difícil acceso a los medios tecnológicos es la provincia de Pastaza, cuyos centros educativos en diferentes cantones carecen de una buena educación basada en la tecnología, es por eso que FODETEL ha considerado a esta provincia como una de las beneficiarias de este plan de desarrollo.

La provincia de Pastaza esta ubicada en el centro del oriente ecuatoriano limitando al norte con la provincia de Napo y Orellana, al sur con la provincia de Morona Santiago, al este con la republica del Perú y al oeste con las provincias de Morona Santiago y Tungurahua, es la provincia más grande del país. La población total es de 62 110 habitantes y se divide políticamente en 4 cantones: Pastaza, Mera, Santa Clara y Arajuno. La ciudad del Puyo es la capital provincial y posee 4 parroquias urbanas y 19 rurales<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> [www.conatel.gov.ec/site\\_conatel](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel) enlace Fodetel - Antecedentes

<sup>2</sup> [www.puyo.gov.ec](http://www.puyo.gov.ec) enlace – El Cantón

El Gobierno actual esta realizando esfuerzos para satisfacer las necesidades de las personas contribuyendo con proyectos en las áreas como educación, salud, telecomunicaciones, y otros campos de desarrollo.

Un aspecto importante que se esta tomando en cuenta en la realización de estos proyectos es el de procurar que las mayor parte de unidades educativas tengan acceso a Internet y a las demás tecnologías de Información y Comunicación TIC con el objetivo de aportar mayor información educacional a estos centros y de esta manera mejorar el nivel académico de profesores y alumnos.

Ecuador es un país en crecimiento y la telecomunicaciones son una herramienta fundamental para el desarrollo económico y social de los países por el hecho de contribuir con el desenvolvimiento de la administración, de la educación, de la salud, la industria, la producción, el comercio, entre otros, es por eso que el gobierno esta preocupado por mejorar el nivel de vida de la población y ha visto como derecho de toda persona el acceso a las nuevas tecnologías de la comunicación TIC, con uno de sus servicios más destacados como es el Internet.

## **1.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO**

Este proyecto trata sobre el diseño de una red de acceso y transporte para brindar Internet a centros educativos en el sector rural, urbano y urbano marginal del cantón Pastaza de la provincia del mismo nombre. El diseño tendrá un amplio estudio de las alternativas tecnológicas existentes en el mercado con la finalidad de poder escoger la mejor, tomando en cuenta costos, factibilidad económica (variables económicas TIR y VAN), planes de sostenibilidad de la red.

En general, los centros educativos del cantón Pastaza, tienen un limitado acceso por no decirlo nulo, a los servicios de telecomunicaciones inclusive tan básicos como una línea telefónica. El hecho de brindar Internet a los centros educativos de este cantón, constituye una herramienta de desarrollo social, económico y educativo muy importante porque eleva la calidad de educación de los alumnos, formando en ellos personas más capaces y con una amplia visión del mundo actual que tendrán la oportunidad de conocerlo a través del Internet y relacionarse con la tecnología. De la misma manera, su establecimiento educativo podrá relacionarse con otros establecimientos a nivel nacional e internacional a través de esta red y tendrán la oportunidad de intercambiar información, logrando que estos tengan un mejor desempeño tanto académico como social.

## **CAPITULO 2**

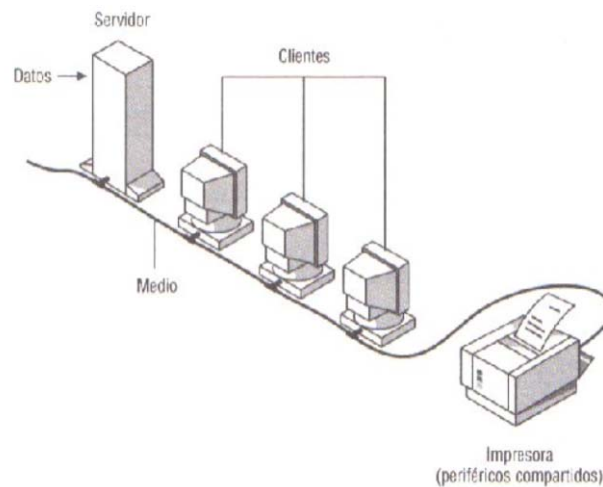
### **2. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se da una descripción sobre redes de datos, tipos, tecnologías, herramientas de simulación entre otros tópicos que hacen posible entender de mejor manera como funciona una red de datos.

#### **2.1 REDES DE DATOS**

Una red es un sistema en el que se conectan entre si varios equipos independientes para compartir datos y periféricos tales como discos duros e impresoras. En su nivel más elemental, una red consiste en dos equipos conectados entre si con un cable que le permite compartir datos. Todas las redes, independientemente de su nivel de sofisticación, surgen de este nivel tan simple. Nacen como respuesta a la necesidad de compartir datos de forma rápida. Los equipos personales son herramientas potentes que pueden procesar y manipular rápidamente grandes cantidades de datos, pero no permiten que los usuarios compartan los datos de forma eficiente. Si un equipo personal estuviera conectado a otros equipos personales, es posible compartir datos y enviar documentos y/o archivos a otras impresoras. Esta interconexión de equipos y

otros dispositivos se llama red. El concepto de conectar equipos que comparten recursos es un sistema de red<sup>3</sup>.



**Figura 2. 1. Red de datos**

Las redes aumentan la eficiencia y reducen los costos. Las tres razones principales son:

- Compartir información o datos
- Compartir hardware o software
- Centralizar la administración y el apoyo

### 2.1.1 Compartir información o datos

Al hacer que la información esté disponible para compartir, las redes pueden reducir la necesidad de comunicación por escrito, aumenta la eficiencia y hace que cualquier tipo de dato este disponible simultáneamente para cualquier usuario que lo necesite.

<sup>3</sup> WIKIPEDIA. [EN LINEA], Redes de datos. [http://es.wikipedia.org/wiki/red\\_dat](http://es.wikipedia.org/wiki/red_dat)

### **2.1.2 Compartir hardware y software**

Antes de la aparición de las redes, los usuarios necesitaban sus propias impresoras, el único modo en que los usuarios podían compartir una impresora era hacer turnos para sentarse en el equipo conectado a la impresora. Las redes pueden usarse para compartir y estandarizar aplicaciones, para asegurarse que todas las personas de la red utilizan las mismas aplicaciones y sus versiones.

### **2.1.3 Centralizar la administración y el apoyo**

Para el personal técnico, es mucho más eficiente dar apoyo a una versión de un sistema operativo o aplicación y configurar todos los equipos del mismo modo que dar apoyo y configurar de manera individual y diferente.

## **2.2 PRINCIPALES TIPOS DE REDES**

Las redes se clasifican en dos grupos, dependiendo de su tamaño y función. Una red de área local LAN es el bloque básico de cualquier red.

Una LAN puede ser muy simple (dos equipos conectados con un cable) o compleja (cientos de equipos conectados dentro de una gran empresa).

### **2.2.1 Principales tipos de redes: LAN y WAN**

La característica que distingue a una LAN es que está confinada a un área geográfica limitada. Una red de área extensa WAN no tiene limitaciones

geográficas. WAN puede conectar equipos y otros dispositivos situados en extremos opuestos del planeta. Una WAN consta de varias LAN interconectadas. Podemos ver Internet como la WAN suprema.

Cuando una LAN crece y expande la cantidad de computadoras y usuarios en diversas ubicaciones o localidades, se convierte en una red de área amplia. Por lo tanto, la única cosa que hace diferente a una LAN de una WAN es su cobertura geográfica. Las WAN ofrecen algunas ventajas a las organizaciones que necesitan redes de largo alcance:

- Toda la compañía puede ser respaldada desde un sistema de respaldo centralizado.
  
- Las personas que utilizan los mismos datos pueden ser ubicadas en diferentes departamentos del país o diferentes países en el mundo.
  
- La comunicación entre oficinas regionales puede mejorarse haciendo uso del correo electrónico y compartiendo archivos.

### **2.3 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS POSIBLES – ESCENARIOS PROPUESTOS.**

Desde los albores de la humanidad, un tema fundamental con respecto al desarrollo y progreso, ha sido la necesidad de comunicación entre unos y otros, presente a lo largo de la historia.



En los últimos años los nuevos logros de la tecnología han sido la aparición de computadores, líneas telefónicas, celulares, redes alámbricas e inalámbricas, así como las satelitales.

El principio principal de la comunicación se establece mediante el habla en la relación entre emisor, mensaje y receptor. Pero la tecnología de hoy en día no solo debe hacer referencia a la transmisión de voz, sino debe intentar abarcar una mayor gama de aplicaciones, llámese la transmisión de datos. Dada esta necesidad es que surgen las redes de computadores como la intranet, la extranet y la Internet.

Los datos pueden ser enviados por tres medios de transmisión que son: medio guiado (alambres), medio inalámbrico (aire) y satélite, estos medios se pueden usar tanto en redes de acceso como en redes de transporte. Se considera un escenario diferente a cada una de estas tecnologías: guiada, inalámbrica y satelital, las cuales van a ser estudiadas con el fin de presentar sus ventajas y desventajas y compararlas entre si con el propósito de escoger la mejor y más apropiada tecnología para la red que se desea diseñar. Es posible combinar estas tres tecnologías para solucionar de mejor manera los requerimientos de la red si esta así lo necesita.

Cada una de las tecnologías se describe a continuación:

### **2.3.1 Tecnología Inalámbrica**

La comunicación inalámbrica (inglés *wireless*, sin cables) es el tipo de comunicación en la que no se utiliza un medio de propagación físico alguno esto quiere decir que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas, las cuales se propagan por el espacio sin un medio físico que comunique cada uno de los extremos de la transmisión. En ese sentido, los dispositivos físicos sólo están

presentes en los emisores y receptores de la señal, como por ejemplo: Antenas, *Laptops*, *PDA*s, Teléfonos Celulares, etc.

Las tecnologías inalámbricas dependen de ondas radio, microondas, y pulsos de luz infrarroja para transportar las comunicaciones digitales sin cables entre los dispositivos de comunicación.

Incluiremos tres categorías de tecnologías inalámbricas principales:

- Redes de área extensa: Se utilizan para el servicio de tecnología móvil.
  
- Redes de área local: Se utilizan para conectar varios computadores entre si en un ambiente de oficina.
  
- Redes de área personal: Se utilizan para conectar entre sí dos o más dispositivos portátiles.

### **Redes de área extensa (WAN)**

La revolución más grande de la comunicación si cables se inició con los teléfonos móviles, los cuales han sido el producto electrónico con mayor éxito de todos lo tiempos.

Inicialmente solo ofrecían comunicación por voz, ahora con baterías de mayor duración interfaces inteligentes, reconocimiento de voz y mayor velocidad, su uso futuro estará relacionado más con sus nuevos servicios inalámbricos y cada vez menos con los fines que llevaron a su invención.

Los usuarios que ocupan un área geográfica deben disputarse un número limitado de canales y existen varios métodos de dividir el espectro para proporcionar acceso de forma organizada:

- El FDMA (*Frequency Division Multiple Access*)
  
- El TDMA (*Time Division Multiple Access*)
  
- El GSM (*Global System for Mobile Communications*)
  
- El CDMA (*Code Division Multiple Access*)

Existen dos tipos principales de señales la analógica y la digital, la analógica puede tomar cualquier valor en un rango determinado, la señal digital solo puede tomar ciertos valores de un conjunto llamados símbolos que pueden representar números o caracteres.

La tendencia es utilizar la señal digital, pues es más inmune al ruido y su manipulación o procesamiento es más sencillo que el de una señal analógica.<sup>4</sup>

### **Redes de área local (LAN)**

Una red de área local es un grupo de computadores y otros equipos relacionados que comparten una línea de comunicación y un servidor común dentro de un área geográfica determinada como un edificio de oficinas.

---

<sup>4</sup> Cordoba Wireless [www.cordobawireless.net](http://www.cordobawireless.net)

Es normal que el servidor contenga las aplicaciones y controladores que cualquiera que se conecte a la LAN pueda utilizar.

Las WLANS ofrecen acceso sin cables a todos los recursos y servicios de una red corporativa (LAN) en un edificio o todo un campus.

Proporciona más libertad en el ambiente de trabajo. A través de una red sin cables los trabajadores pueden acceder a la información desde cualquier lugar de la compañía, no están limitados a puntos de acceso a través de cables fijos para acceder a la red. Lo cual les ofrece numerosas ventajas:

- Acceso fácil y en tiempo real para realizar auditorías y consultas desde cualquier lugar.
- Acceso mejorado a la base de datos para supervisores itinerantes, como auditores de almacén, arquitectos o directores de cadenas de producción.
- Configuración de red simplificada con mínima implicación MIS para instalaciones en crecimiento o emplazamientos de acceso público, como aeropuertos, centros de convenciones y hoteles.
- Acceso más rápido a la información del cliente para vendedores, minoristas y servicios de mantenimiento.
- Acceso independiente de la localización para administradores de redes, para facilitar la resolución de problemas locales y facilitar el soporte.

### **Redes de área personal (PAN)**

Existe dentro de un área relativamente pequeña, que conecta dispositivos electrónicos con ordenadores, impresoras, escáner, aparatos de fax, *PDA*s y ordenadores *notebook*, sin la necesidad de cables ni conectores para que sea efectivo el flujo de información

Anteriormente para conectar estos dispositivos era necesario el uso de gran número de cables conectores y adaptadores, la existencia de diferentes opciones de puerto incompatibles (USB, serie, paralelo) tenía limitaciones y problemas de fiabilidad además de ser incómoda.

El estándar de comunicaciones sin cables WPAN se centra en temas como el bajo consumo (para alargar la vida de los dispositivos portátiles), tamaño pequeño (para que sean más fáciles de llevar) y costos bajos (para que los productos puedan llegar a ser de uso masivo).

Una aplicación de las *WPANs* está en la oficina donde los dispositivos electrónicos de su espacio de trabajo estarán unidos por una red sin cables.

Actualmente solo son limitadas por la distancia geográfica, el futuro ofrece atractivas posibilidades para las *WPANs*, con aplicaciones al rededor de la oficina y dentro de ella, el automóvil, la casa o el transporte público.

- **Escenarios Inalámbricos**

### Wi-Fi

Wi-Fi es un sistema de envío de datos sobre redes computacionales que utiliza ondas de radio en lugar de cables.

Wi-Fi es una marca de la Wi-Fi Alliance (anteriormente la WECA: *Wireless Ethernet Compatibility Alliance*), la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares 802.11.

*Nokia y Symbol Technologies* crearon en 1999 una asociación conocida como WECA (*Wireless Ethernet Compatibility Alliance*, Alianza de Compatibilidad Ethernet Inalámbrica). Esta asociación pasó a denominarse Wi-Fi Alliance en 2003.

De esta forma en abril de 2000 WECA certifica la interoperabilidad de equipos según la norma IEEE 802.11b bajo la marca Wi-Fi. Esto quiere decir que el usuario tiene la garantía de que todos los equipos que tengan el sello Wi-Fi pueden trabajar juntos sin problemas, independientemente del fabricante de cada uno de ellos.

La norma IEEE 802.11 fue diseñada para sustituir el equivalente a las capas físicas y MAC de la norma 802.3 (Ethernet). Esto quiere decir que lo único que se diferencia una red Wi-Fi de una red Ethernet es en cómo se transmiten las tramas o paquetes de datos; el resto es idéntico. Por tanto, una red local inalámbrica 802.11 es completamente compatible con todos los servicios de las redes locales (LAN) de cable 802.3 (Ethernet).

Existen diversos tipos de Wi-Fi, basado cada uno de ellos en un estándar IEEE 802.11 aprobado. Son los siguientes:

- Los estándares IEEE 802.11b e IEEE 802.11g disfrutan de una aceptación internacional debido a que la banda de 2.4 GHz está disponible casi universalmente, con una velocidad de hasta 11 Mbps y 54 Mbps, respectivamente.
- En la actualidad ya se maneja también el estándar IEEE 802.11a, conocido como WIFI 5, que opera en la banda de 5 GHz y que disfruta de una operatividad con canales relativamente limpios. La banda de 5 GHz ha sido recientemente habilitada y, además no existen otras tecnologías (*Bluetooth*, microondas, *ZigBee*, *WUSB*) que la estén utilizando, por lo tanto existen muy pocas interferencias. Su alcance es algo menor que el de los estándares que trabajan a 2.4 GHz (aproximadamente un 10%), debido a que la frecuencia es mayor (a mayor frecuencia, menor alcance).
- Un primer borrador del estándar IEEE 802.11n que trabaja a 2.4 GHz a una velocidad de 108 Mbps. Sin embargo, el estándar 802.11g es capaz de alcanzar ya transferencias a 108 Mbps, gracias a diversas técnicas de aceleramiento. Actualmente existen ciertos dispositivos que permiten utilizar esta tecnología, denominados Pre-N, sin embargo, no se sabe si serán compatibles ya que el estándar no está completamente revisado y aprobado.
- Existen otras tecnologías inalámbricas como *Bluetooth* que también funcionan a una frecuencia de 2.4GHz, por lo que puede presentar interferencias con Wi-Fi. Debido a esto, en la versión 1.2 del estándar *Bluetooth* por ejemplo se actualizó su especificación para que no existieran interferencias con la utilización simultánea de ambas tecnologías, además se necesita tener 40.000 k de velocidad.

En cuanto a seguridad que es uno de los problemas más graves a los cuales se enfrenta actualmente la tecnología Wi-Fi. Un muy elevado porcentaje de redes son instaladas sin tener en consideración la seguridad convirtiendo así sus redes en redes abiertas (o muy vulnerables a los crackers), sin proteger la información que por ellas circulan.

Existen varias alternativas para garantizar la seguridad de estas redes. Las más comunes son:

- Utilización de protocolos de cifrado de datos para los estándares Wi-Fi como el WEP y el WPA, que se encargan de codificar la información transmitida para proteger su confidencialidad, proporcionados por los propios dispositivos inalámbricos.
- WEP, cifra los datos en su red de forma que sólo el destinatario deseado pueda acceder a ellos. Los cifrados de 64 y 128 bits son dos niveles de seguridad WEP que codifica los datos mediante una “clave” de cifrado antes de enviarlo al aire.
- WPA: presenta mejoras como generación dinámica de la clave de acceso. Las claves se insertan como de dígitos alfanuméricos, sin restricción de longitud.
- IPSEC (túneles IP) en el caso de las VPN y el conjunto de estándares IEEE 802.1X, que permite la autenticación y autorización de usuarios.
- Filtrado de MAC, de manera que sólo se permite acceso a la red a aquellos dispositivos autorizados.



- Ocultación del punto de acceso: se puede ocultar el punto de acceso (Router) de manera que sea invisible a otros usuarios.
- El protocolo de seguridad llamado WPA2 (estándar 802.11i), que es una mejora relativa a WPA. En principio es el protocolo de seguridad más seguro para *Wi-Fi* en este momento. Sin embargo requieren hardware y software compatibles, ya que los antiguos no lo son.

Sin embargo, no existe ninguna alternativa totalmente fiable, ya que todas ellas son susceptibles de ser vulneradas

Las redes Wi-Fi poseen una serie de ventajas, entre las cuales podemos destacar:

- Al ser redes inalámbricas, la comodidad que ofrecen es muy superior a las redes cableadas porque cualquiera que tenga acceso a la red puede conectarse desde distintos puntos dentro de un rango suficientemente amplio de espacio.
- Una vez configuradas, las redes Wi-Fi permiten el acceso de múltiples ordenadores sin ningún problema ni gasto en infraestructura, no así en la tecnología por cable.
- La Wi-Fi Alliance asegura que la compatibilidad entre dispositivos con la marca Wi-Fi es total, con lo que en cualquier parte del mundo podremos utilizar la tecnología Wi-Fi con una compatibilidad total. Esto no ocurre, por ejemplo, en móviles.

Pero como red inalámbrica, la tecnología Wi-Fi presenta los problemas intrínsecos de cualquier tecnología inalámbrica. Algunos de ellos son:

- 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.
  
- La desventaja fundamental de estas redes existe en el campo de la seguridad. Existen algunos programas capaces de capturar paquetes, trabajando con su tarjeta Wi-Fi en modo promiscuo, de forma que puedan calcular la contraseña de la red y de esta forma acceder a ella. Las claves de tipo WEP son relativamente fáciles de conseguir con este sistema. La alianza Wi-Fi arregló estos problemas sacando el estándar WPA y posteriormente WPA2, basados en el grupo de trabajo 802.11i. Las redes protegidas con WPA2 se consideran robustas dado que proporcionan muy buena seguridad. De todos modos muchas compañías no permiten a sus empleados tener una red inalámbrica ya que sigue siendo difícil para lo que representa la seguridad de una empresa estar "seguro". Uno de los puntos débiles (sino el gran punto débil) es el hecho de no poder controlar el área que la señal de la red cubre, por esto es posible que la señal exceda el perímetro del edificio y alguien desde afuera pueda visualizar la red y esto es sin lugar a dudas una mano para el posible atacante.
  
- Hay que señalar que esta tecnología no es compatible con otros tipos de conexiones sin cables como *Bluetooth*, *GPRS*, *UMTS*, etc.

## **WiMax**

Las siglas de WiMax significan *Worldwide Interoperability for Microwave Access* que traducidas al español es Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas. Es una norma de transmisión por ondas de radio de última generación orientada al denominado bucle local inalámbrico que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio trabajando en el protocolo 802.16 MAN - *Metropolitan Area NetWork* que no es más que una Red de Área Metropolitana, proporcionando acceso compartido con varios repetidores de señal superpuestos, ofreciendo total cobertura en áreas de hasta 48 Km. de radio y a velocidades de hasta 70 Mbps, utilizando tecnología que no requiere línea de vista directa con las estaciones base.

WiMax es un concepto parecido a Wi-Fi pero con mayor cobertura y ancho de banda

Entre las características más importantes de este escenario inalámbrico tenemos las siguientes:

- Una característica importante del estándar es que define una capa MAC que soporta múltiples especificaciones físicas (PHY)
- Mayor productividad a rangos más distantes (hasta 50 Km.) alcanzando velocidades a esta distancia de 70 Mbps
- Mejor tasa de bits/segundo/HZ en distancias largas
- Sistema escalable

- Fácil adición de canales: maximiza las capacidades de las células.
- Anchos de banda flexibles que permiten usar espectros licenciados y exentos de licencia
- Cobertura
- Soporte de mallas basadas en estándares y antenas inteligentes.
- Servicios de nivel diferenciados: E1/T1 para negocios, mejor esfuerzo para uso doméstico
- Coste y riesgo de investigación

Los equipos *WiMAX-CertifiedFF* (certificación de compatibilidad) permiten a los operadores comprar dispositivos de más de un vendedor. La tabla 2.1 muestra la evolución WiMax

**Tabla 2. 1. Evolución WiMAX**

Estándar	Descripción
802.16	Utiliza espectro licenciado en el rango de 10 a 66 GHz, necesita línea de visión directa, con una capacidad de hasta 134 Mbps en celdas de 2 a 5 millas. Soporta calidad de servicio. Publicado en 2002.
802.16a	Ampliación del estándar 802.16 hacia bandas de 2 a 11 GHz, con sistemas NLOS y LOS, y protocolo PTP y PTMP. Publicado en Abril de 2003

802.16c	Ampliación del estándar 802.16 para definir las características y especificaciones en la banda d 10-66 GHz. Publicado en Enero de 2003
802.16d	Revisión del 802.16 y 802.16a para añadir los perfiles aprobados por el WiMAX Forum. Aprobado como 802.16-2004 en Junio de 2004 (La última versión del estándar)
802.16e	Extensión del 802.16 que incluye la conexión de banda ancha nómada para elementos portables del estilo de <i>notebook</i> . Publicado en diciembre de 2005

Una red combinada de Wi-Fi e implementación WiMAX, ofrece una solución más eficiente en base a costos que una implementación exclusiva de antena direccional de Wi-Fi o una malla de Wi-Fi que se conecta con una red de transporte protegida con cable para abonados que quieren extender la red de área local o cubrir hasta el último kilómetro.

Las redes Wi-Fi conducen la demanda para WiMAX aumentando la proliferación de acceso inalámbrico, aumentando la necesidad para soluciones del *backhaul* eficiente con base a costes y más rápida en la última milla. WiMAX puede estar acostumbrado a agregar redes de Wi-Fi (como malla se conectan topologías y *hotspots*) y usuarios de Wi-Fi para el *backend*, mientras WiMAX le ofrece un *backhaul* de gran distancia y solución de última milla.

## **VHF**

VHF (*Very High Frequency*) es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz.

Algunos de los sistemas que trabajan con VHF son la Televisión, la radiodifusión en FM, Banda Aérea, satélites, comunicaciones entre buques y control de tráfico marítimo.

A partir de los 50 MHz encontramos frecuencias asignadas, según los países, a la televisión comercial; son los canales llamados "bajos" del 2 al 13. También hay canales de televisión en UHF.

Entre los 88 y los 108 MHz encontramos frecuencias asignadas a las radios comerciales en Frecuencia Modulada o FM. Entre los 108 y 136.975 Mhz se encuentra la banda aérea usada en aviación. En 137 MHz encontramos señales de satélites meteorológicos. Entre 144 y 146 MHz, incluso 148 MHz, encontramos las frecuencias de la banda de 2m de radioaficionados. Por encima de esa frecuencia encontramos otros servicios como bomberos, ambulancias y radio-taxis etc.

## **HF**

HF, del inglés High Frequency, son las siglas utilizadas para referirse a la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 3 MHz a 30 MHz.

En esta banda, también conocida como Onda Corta, se produce la propagación por onda ionosférica con variaciones según la estación del año y la hora del día.

Se distinguen: entre 14 y 30 MHz las bandas altas o bandas diurnas, y entre 3 y 14 MHz las bandas bajas o nocturnas. La banda de 14 MHz presenta características comunes a ambas.

Las bandas nocturnas son bandas cuya propagación es mejor durante la noche.

Las bandas diurnas son bandas que, debido a la física de la ionosfera, tienen una mejor propagación de día que de noche. Además, las bandas altas presentan otros modos de propagación, comunes con los de la VHF, como las Esporádicas-E.

La estación del año influye no sólo en la duración respectiva del día y de la noche. También influye en la llamada propagación en zona gris, que permite aprovechar una buena propagación durante algunos minutos entre zonas que comparten la misma hora solar de amanecer o puesta del sol.

Los radioaficionados cuentan con varias bandas en HF: las de 3, 7, 10, 14, 18, 21, 24 y 28 MHz, que corresponden a las bandas de 80, 40, 30, 20, 17, 15, 12 y 10 metros respectivamente.

### **LMDS**

El Sistema de Distribución Local Multipunto o LMDS (del inglés *Local Multipoint Distribution Service*) es una tecnología de conexión vía radio inalámbrica que permite, gracias a su ancho de banda, el despliegue de servicios fijos de voz, acceso a Internet, comunicaciones de datos en redes privadas, y video bajo demanda.

Del nombre de la tecnología se dice que es "Multipunto", que quiere decir que se hace una transmisión vía radio hacia múltiples instalaciones de abonado desde un sólo punto, la estación base, mientras que desde los abonados a la base se hace de manera punto a punto. Una base puede tener varios sectores, y cada sector, un área de cobertura del sistema multipunto.

Está concebida de una manera celular, esto es, existen una serie de antenas fijas (no móviles) en cada estación base, que son los sectores que prestan servicio a determinados núcleos poblacionales (usuarios agrupados geográficamente dentro de una determinada zona de cobertura), lo cual resulta muy apetecible para las operadoras, puesto que se evitan los costosos cableados de fibra óptica o de pares de cobre necesarios para dar cobertura a zonas residenciales/empresariales. Así por ello, es muy fácil y rápido desplegar esta tecnología por la zona, ya que sólo requiere de una o varias estaciones base, de antenas colocadas estratégicamente en los emplazamientos de las estaciones base, y de circuitos troncales punto a punto para interconectar las bases entre sí, asegurando la escalabilidad de la red montada según demanda geográfica o de mercado.

LMDS usa señales en la banda de las microondas, en concreto la banda Ka (en torno a los 28 GHz, dependiente de las licencias de uso de espectro radioeléctrico del país), por lo que las distancias de transmisión son cortas (a esto se debe la palabra "Local" en el nombre de la tecnología), a tan altas frecuencias la reflexión de las señales es considerable. Pero también en muchos países europeos, se trabaja en 3,4 - 3,5GHz.

Como se comentó antes, la reflexión en las señales de alta frecuencia es enorme, ya que son incapaces de atravesar obstáculos, cosa que sí es posible con las señales de baja frecuencia; debido a esto, desde la estación base hasta la antena de abonado ha de estar totalmente libre de obstáculos o no habrá servicio. Puesto que es lógico pensar, la orografía/geografía de la zona en la que hay que desplegar la tecnología LMDS desempeña un papel muy importante a tener en



cuenta. En general, pueden formarse unas zonas de sombra (zonas "imposibles" de ofrecer servicio), pero éstas se pueden paliar con la colocación estratégica de las estaciones base/antenas para que una misma zona tenga acceso a varias células y también mediante el uso de amplificadores y reflectores.

Generalmente se usa modulación QAM o QPSK con metodologías de acceso FDD, FDMA, TDD, TDMA Y FH haciendo posible que sea compatible con protocolos de transporte como celdas ATM, PPP y Ethernet por el aire.

### 2.3.2 Tecnología alámbrica

Una tecnología alámbrica usa como medio de transmisión principal cable o fibra óptica. En cuestión de ancho de Banda, los medios alámbricos o guiados tienen mayor ancho de Banda que los sistemas inalámbricos.

- **Escenarios Alámbricos**

#### xDSL

xDSL es una línea digital de abonado cuyas siglas en inglés son *digital subscriber line*. En xDSL, la x puede ser remplazada por A de asimétrico o V de muy alta velocidad. Su medio de transmisión es el par de cobre de la red telefónica de la oficina o del hogar para suministrar acceso de alta velocidad y puede suministrar velocidades de hasta 52Mbit por segundo. El tráfico de datos se transmite fundamentalmente sobre el mismo par de cobre que la voz, pero en una banda de frecuencia diferente. El canal de datos puede ser conectado directamente a una red de datos o a Internet. En su versión más común y económica (ADSL-lite) puede soportar velocidades de bajada de información de hasta 384Mbps y velocidades de subida de hasta 1,5Mbps.

## **Cable MODEM**

Un cable módem es un tipo especial de módem diseñado para modular la señal de datos sobre una infraestructura de televisión por cable. El término Internet por cable (o simplemente cable) se refiere a la distribución de un servicio de conectividad a Internet sobre esta infraestructura de telecomunicaciones.

Los cable modems no deben confundirse con antiguos sistemas LAN como 10base2 o 10base5 que utilizaban cables coaxiales -- y especialmente con 10broad36, el cual realmente utiliza el mismo tipo de cable que los sistemas CATV.

Los cable-modems se utilizan principalmente para distribuir el acceso a Internet de banda ancha, aprovechando el ancho de banda que no se utiliza en la red de TV por cable.

Los abonados de un mismo vecindario comparten el ancho de banda proporcionado por una única línea de cable coaxial. Por lo tanto, la velocidad de conexión puede variar dependiendo de cuanta gente este usando el servicio al mismo tiempo.

A menudo, la idea de una línea compartida se considera como un punto débil de la conexión a Internet por cable. Desde un punto de vista técnico, todas las redes, incluyendo los servicios DSL, comparten una cantidad fija de ancho de banda entre multitud de usuarios -- pero ya que las redes de cable tienden a abarcar áreas más grandes que los servicios DSL, se debe tener más cuidado para asegurar un buen rendimiento en la red.

Una debilidad más significativa de las redes de cable al usar una línea compartida es el riesgo de la pérdida de privacidad, especialmente considerando la disponibilidad de herramientas de *hacking* para cable modems.

De este problema se encarga el cifrado de datos y otras características de privacidad especificadas en el estándar DOCSIS ("*Data Over Cable Service Interface Specification*"), utilizado por la mayoría de cable modems.

## **PON**

Una red óptica pasiva (del inglés *Passive Optical Network*, conocida como PON) permite eliminar todos los componentes activos existentes entre el servidor y el cliente introduciendo en su lugar componentes ópticos pasivos (divisores ópticos pasivos) para guiar el tráfico por la red, cuyo elemento principal es el dispositivo divisor óptico (conocido como splitter). La utilización de estos sistemas pasivos reduce considerablemente los costes y son utilizados en las redes FTTH.

En la actualidad seguimos trabajando con tecnologías que explotan el bucle de abonado de cobre (como por ejemplo el ADSL); pero, aún así, es necesario cubrir la continua demanda de los usuarios de un ancho de banda más grande.

Es en este punto donde se halla el inconveniente de las tecnologías basadas en cobre: sólo pueden ofrecer a lo sumo un ancho de banda en canal descendente de 8 Mbps y en ascendente hasta los 4 Mbps. Además, a esto es necesario sumarle el hecho que estos valores disminuyen rápidamente a medida que la distancia entre el usuario y la central aumenta.

Las redes de fibra óptica surgen como la gran solución al problema debido a dos aspectos en concreto:

- Un ancho de banda mucho más grande.
- El descenso continuo de los precios de los láseres.

Una red óptica pasiva está formada básicamente por:

- Un modulo OLT (*Optical Line Terminal* - Unidad Óptica Terminal de Línea) que se encuentra en el nodo central.
- Un divisor óptico (splitter)
- Varias ONUs (*Optical Network Unit* - Unidad Óptica de Usuario) que están ubicadas en el domicilio del usuario.
- La transmisión se realiza entonces entre la OLT y la ONU que se comunican a través del divisor, cuya función depende de si el canal es ascendente o descendente.
- En definitiva, PON trabaja en modo de radiodifusión utilizando splitters (divisores) ópticos o buses.

En canal descendente, una red PON es una red punto-multipunto donde la OLT envía una serie de contenidos que recibe el divisor y que se encarga de repartir a todas las unidades ONU, cuyo objetivo es el de filtrar y sólo enviar al usuario aquellos contenidos que vayan dirigidos a él. En este procedimiento se utiliza la multiplexación en el tiempo (TDM) para enviar la información en diferentes instantes de tiempo.

En canal ascendente una PON es una red punto a punto donde las diferentes ONUs transmiten contenidos a la OLT. Por este motivo también es necesario el uso de TDMA para que cada ONU envíe la información en diferentes instantes de tiempo, controlados por la unidad OLT. Al mismo tiempo, todos los usuarios se sincronizan a través de un proceso conocido como "Ranging".

Entre las ventajas de estas redes ópticas PON tenemos:

- Aumento de la cobertura hasta los 20 Km. (desde la central). Con tecnologías DSL como máximo se cubre hasta los 5,5 Km.
- Ofrecen mayor ancho de banda para el usuario
- Mejora en la calidad del servicio y simplificación de la red debido a la inmunidad que presentan a los ruidos electromagnéticos.
- Minimización del despliegue de fibra óptica gracias a su topología
- Reducción del consumo gracias a la simplificación del equipamiento

### 2.3.3 Tecnología Satelital

Los satélites artificiales de comunicaciones son un medio muy apto para emitir señales de radio en zonas amplias o poco desarrolladas, ya que pueden utilizarse como enormes antenas suspendidas del cielo. Dado que no hay problema de visión directa se suelen utilizar frecuencias elevadas en el rango de los GHz que son más inmunes a las interferencias; además, la elevada direccionalidad de las ondas a estas frecuencias permite "alumbrar" zonas concretas de la Tierra. El primer satélite de comunicaciones, el *Telstar 1*, se puso en órbita en 1962. La primera transmisión de televisión vía satélite se llevó a cabo en 1964.

Los satélites son básicamente repetidores que retransmiten la señal de una estación base hacia los usuarios existen diferentes tipos:

- **LEO** (*Low Earth Orbit*), que significa órbitas bajas, se encuentran orbitando una distancia de 160-2000 km. y su velocidad les permite dar una vuelta al mundo en 90 minutos. Principalmente se usan para proporcionar datos

geológicos sobre movimiento de placas terrestres y para la industria de la telefonía satélite.

- **MEO** (*Medium Earth Orbit*) órbitas medias, se encuentran en órbitas medianamente cercanas, de unos 10.000 Km. Se usa para comunicaciones de telefonía y televisión.
  
- **GEO** orbitas geoestacionarias. Se encuentra aproximadamente a 36000Km y poseen una velocidad de traslación igual a la velocidad de rotación de la Tierra, por lo que siempre se encuentran suspendidos sobre un mismo punto del globo terrestre.

- **Escenarios Satelitales**

### **GEO**

El periodo orbital de los satélites depende de su distancia a la Tierra. Cuanto más cerca esté, más corto es el periodo. Los primeros satélites de comunicaciones tenían un periodo orbital que no coincidía con el de rotación de la Tierra sobre su eje, por lo que tenían un movimiento aparente en el cielo; esto hacía difícil la orientación de las antenas, y cuando el satélite desaparecía en el horizonte la comunicación se interrumpía.

Existe una altura para la cual el periodo orbital del satélite coincide exactamente con el de rotación de la Tierra. Esta altura es de 35.786,04 kilómetros. La órbita correspondiente se conoce como el cinturón de Clarke, ya que fue el famoso escritor de ciencia ficción Arthur C. Clarke el primero en sugerir esta idea en el año 1945. Vistos desde la tierra, los satélites que giran en esta órbita parecen estar inmóviles en el cielo, por lo que se les llama satélites

geoestacionarios. Esto tiene dos ventajas importantes para las comunicaciones: permite el uso de antenas fijas, pues su orientación no cambia y asegura el contacto permanente con el satélite.

Los satélites comerciales funcionan en tres bandas de frecuencias, llamadas C, Ku y Ka. La gran mayoría de emisiones de televisión por satélite se realizan en la banda Ku. La tabla 2.2 muestra las frecuencias ascendentes y descendentes de cada una de las bandas.

**Tabla 2. 2. Frecuencias ascendentes y descendentes de las bandas C, Ku y Ka.**

Banda	Frecuencia ascendente (GHz)	Frecuencia descendente (GHz)	Problemas
C	5,925 - 6,425	3,7 - 4,2	Interferencia Terrestre
Ku	14,0 - 14,5	11,7 - 12,2	Lluvia
Ka	27,5 - 30,5	17,7 - 21,7	Lluvia

No es conveniente poner muy próximos en la órbita geoestacionaria dos satélites que funcionen en la misma banda de frecuencias, ya que pueden interferirse. En la banda C la distancia mínima es de dos grados, en la Ku y la Ka de un grado. Esto limita en la práctica el número total de satélites que puede haber en toda la órbita geoestacionaria a 180 en la banda C y a 360 en las bandas Ku y Ka. La distribución de bandas y espacio en la órbita geoestacionaria se realiza mediante acuerdos internacionales.

La elevada direccionalidad de las altas frecuencias hace posible concentrar las emisiones por satélite a regiones geográficas muy concretas, hasta de unos pocos cientos de kilómetros. Esto permite evitar la recepción en zonas no

deseadas y reducir la potencia de emisión necesaria, o bien concentrar el haz para así aumentar la potencia recibida por el receptor, reduciendo al mismo tiempo el tamaño de la antena parabólica necesaria.

En la actualidad, este tipo de comunicación puede imaginarse como si tuviésemos un enorme repetidor de microondas en el cielo. Está constituido por uno o más dispositivos receptor-transmisor, cada uno de los cuales escucha una parte del espectro, amplificando la señal de entrada y retransmitiendo a otra frecuencia para evitar los efectos de interferencia.

Cada una de las bandas utilizadas en los satélites se divide en canales. Para cada canal suele haber en el satélite un repetidor, llamado transponder o transponedor, que se ocupa de capturar la señal ascendente y retransmitirla de nuevo hacia la tierra en la frecuencia que le corresponde.

Cada canal puede tener un ancho de banda de 27 a 72 MHz y puede utilizarse para enviar señales analógicas de vídeo y/o audio, o señales digitales que puedan corresponder a televisión (normal o en alta definición), radio digital (calidad CD), conversaciones telefónicas digitalizadas, datos, etc. La eficiencia que se obtiene suele ser de 1 bit/s por Hz; así, por ejemplo, un canal de 50 MHz permitiría transmitir un total de 50Mbit/s de información.

Un satélite típico divide su ancho de banda de 500 MHz en unos doce receptores-transmisores de un ancho de banda de 36 MHz cada uno. Cada par puede emplearse para codificar un flujo de información de 500 Mbit/s, 800 canales de voz digitalizada de 64 kbit/s, o bien, otras combinaciones diferentes.

Para la transmisión de datos vía satélite se han creado estaciones de emisión-recepción de bajo coste llamadas VSAT (*Very Small Aperture Terminal*). Una estación VSAT típica tiene una antena de un metro de diámetro y un vatio de potencia. Normalmente las estaciones VSAT no tienen potencia suficiente para comunicarse entre sí a través del satélite (VSAT - satélite - VSAT), por lo que se suele utilizar una estación en tierra llamada hub que actúa como repetidor. De esta forma, la comunicación ocurre con dos saltos tierra-aire (VSAT- satélite - hub



- satélite - VSAT). Un solo hub puede dar servicio a múltiples comunicaciones VSAT.

En los primeros satélites, la división en canales era estática, separando el ancho de banda en bandas de frecuencias fijas. En la actualidad el canal se separa en el tiempo, primero en una estación, luego otra, y así sucesivamente.

El sistema se denomina multiplexación por división en el tiempo. También tenían un solo haz espacial que cubría todas las estaciones terrestres. Con los desarrollos experimentados en microelectrónica, un satélite moderno posee múltiples antenas y pares receptor-transmisor. Cada haz de información proveniente del satélite puede enfocarse sobre un área muy pequeña de forma que pueden hacerse simultáneamente varias transmisiones hacia o desde el satélite. A estas transmisiones se les llama traza de ondas dirigidas.

Las comunicaciones vía satélite tienen algunas características singulares. En primer lugar está el retardo que introduce la transmisión de la señal a tan grandes distancias. Con 36.000 Km. de altura orbital, la señal ha de viajar como mínimo 72.000 Km., lo cual supone un retardo de 240 milisegundos, sólo en la transmisión; en la práctica el retardo es de 250 a 300 milisegundos según la posición relativa del emisor, el receptor y el satélite. En una comunicación VSAT-VSAT los tiempos se duplican debido a la necesidad de pasar por el hub.

A título comparativo en una comunicación terrestre por fibra óptica, a 10.000 Km. de distancia, el retardo puede suponer 50 milisegundos (la velocidad de las ondas electromagnéticas en el aire o en el vacío es de unos 300.000 Km./s, mientras que en el vidrio o en el cobre es de unos 200.000). En algunos casos estos retardos pueden suponer un serio inconveniente o degradar de forma apreciable el rendimiento si el protocolo no está preparado para este tipo de redes.

En cuanto a los fenómenos que dificultan las comunicaciones vía satélite, se han de incluir también el movimiento aparente en ocho de los satélites de la órbita geoestacionaria debido a los balanceos de la Tierra en su rotación, los eclipses de

Sol en los que la Tierra impide que el satélite pueda cargar las baterías y los tránsitos solares, en los que el Sol interfiere las comunicaciones del satélite al encontrarse éste entre el Sol y la Tierra.

Otra característica singular de los satélites es que sus emisiones son *broadcast* de manera natural. Tiene el mismo coste enviar una señal a una estación que enviarla a todas las estaciones que se encuentren dentro de la huella del satélite. Para algunas aplicaciones esto puede resultar muy interesante, mientras que para otras, donde la seguridad es importante, es un inconveniente, ya que todas las transmisiones han de ser cifradas. Cuando varios ordenadores se comunican a través de un satélite (como en el caso de estaciones VSAT) los problemas de utilización del canal común de comunicación que se presentan son similares a los de una red local.

El coste de una transmisión vía satélite es independiente de la distancia, siempre que las dos estaciones se encuentren dentro de la zona de cobertura del mismo satélite. Además, no hay necesidad de hacer infraestructuras terrestres, y el equipamiento necesario es relativamente reducido, por lo que son especialmente adecuados para enlazar instalaciones provisionales que tengan una movilidad relativa, o que se encuentren en zonas donde la infraestructura de comunicaciones está poco desarrollada.

Recientemente se han puesto en marcha servicios de transmisión de datos vía satélite basados en el sistema de transmisión de la televisión digital, lo cual permite hacer uso de componentes estándar de bajo coste. Además de poder utilizarse de forma full-duplex como cualquier comunicación convencional vía satélite, es posible realizar una comunicación simple en la que los datos sólo se transmiten de la red al usuario, y para el camino de vuelta, éste utiliza la red telefónica (vía módem o RDSI). De esta forma la comunicación red->usuario se realiza a alta velocidad (típicamente 400-500 kbit/s), con lo que se obtiene una comunicación asimétrica. El usuario evita así instalar el costoso equipo transmisor de datos hacia el satélite. Este servicio está operativo en Europa desde 1997 a través de los satélites Astra y Eutelsat, y es ofrecido por algunos proveedores de servicios de Internet. La instalación receptora es de bajo coste, existen tarjetas

para PC que permiten enchufar directamente el cable de la antena, que puede ser la misma antena utilizada para ver la televisión vía satélite.

## **LEO**

Como hemos dicho, los satélites con órbitas inferiores a 36.000 Km. tienen un período de rotación inferior al de la Tierra, por lo que su posición relativa en el cielo cambia constantemente. La movilidad es tanto más rápida cuanto menor es su órbita. En 1990 Motorola puso en marcha un proyecto consistente en poner en órbita un gran número de satélites (66 en total). Estos satélites, conocidos como satélites Iridium se colocarían en grupos de once en seis órbitas circumpolares (siguiendo los meridianos) a 750 Km. de altura, repartidos de forma homogénea a fin de constituir una cuadrícula que cubriera toda la tierra. Cada satélite tendría el periodo orbital de 90 minutos, por lo que en un punto dado de la tierra, el satélite más próximo cambiaría cada ocho minutos.

Cada uno de los satélites emitiría varios haces diferentes (hasta un máximo de 48) cubriendo toda la tierra con 1628 haces; cada uno de estos haces constituiría una celda y el satélite correspondiente serviría para comunicar a los usuarios que se encontraran bajo su huella. La comunicación usuario-satélite se haría en frecuencias de banda de 1,6 GHz, que permite el uso de dispositivos portátiles. La comunicación entre los satélites en el espacio exterior se llevaría a cabo en una banda Ka.

## **2.4 PÉRDIDAS Y GANANCIAS**

Todo radio-enlace presenta pérdidas que se deben al espacio libre, al vacío, y a diferentes factores inherentes de una comunicación inalámbrica o ajenos a la misma. A continuación se presentan algunos de los factores que producen pérdidas y otros que ayudan a contrarrestar las pérdidas con ganancias.

### 2.4.1 Pérdidas

Las pérdidas en espacio libre están relacionadas con la frecuencia y la distancia del enlace. Las ondas pierden mucha energía al propagarse por el aire y por el vacío así lo explica el principio de Huygens que plantea que dentro del haz electromagnético de un enlace, la energía siempre se irradia en distintas direcciones a la del eje del enlace.

Las pérdidas en espacio libre se miden sin considerar obstáculos, solo trayectorias con línea de vista directa. Además se excluyen pérdidas adicionales producidas por los fenómenos climáticos o vegetación.

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

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

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

Existe una zona denominada la zona de Fresnel que es una zona alrededor de la línea de vista, en esta zona se debilita la señal al tener interrupciones de techos, árboles, etc., es recomendable que la primera zona de Fresnel este libre de interrupciones.

Existen otros factores que atenúan la señal y producen pérdidas en las ondas, estas pérdidas son producidas por absorción atmosférica e hidrometeoros, fenómenos de difracción y reflexiones.

Es importante considerar que en la zona beneficiaria de este proyecto existe mucha lluvia, esto perjudica a la señal por lo que es importante tomarla en cuenta. Para determinar estas pérdidas existe una ecuación que es la siguiente:

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

En donde R es la tasa de lluvia en mm/h, k y  $\alpha$  son constantes que dependen de la frecuencia y de la temperatura de la lluvia.

### 2.4.2 Ganancias

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 ecuación siguiente.

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

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 pérdidas tienen signo positivo y los valores de ganancia tienen signo negativo.

## 2.5 SEGURIDAD EN REDES

La seguridad en redes es un tema muy importante porque de ella depende que no ingresen personas ajenas a la red y roben información como los llamados Hackers, otra situación es que al tratarse de una red de acceso a Internet dirigida a jóvenes y niños del cantón Pastaza, no puede estar libre el acceso a contenido pornográfico, violento y mal intencionado.

Se han dado casos en redes que se puede redirigir el ancho de banda a ciertas direcciones lo que provocaría dejar menos ancho de banda del requerido a otros usuarios ó simplemente dejarlos sin conexión.

Existen programas y equipos que permiten de alguna manera solucionar los problemas antes mencionados como los *firewalls*, Proxy, administradores de ancho de banda, entre otros.

El firewall o llamado corta-fuego, es un elemento de hardware o software que se utiliza en una red de computadoras para controlar las comunicaciones, permitiéndolas o prohibiéndolas según las políticas de red que haya definido la organización responsable de la red. La ubicación habitual

de un cortafuegos es el punto de conexión de la red interna de la organización con la red exterior, que normalmente es Internet; de este modo se protege la red interna de intentos de acceso no autorizados desde Internet, que puedan aprovechar vulnerabilidades de los sistemas de la red interna. Funciona a nivel de red, en la capa 3 del modelo OSI como filtro de paquetes IP, a este nivel se pueden realizar filtros según los distintos campos de los paquetes IP: dirección IP origen, dirección IP destino.

Entre las ventajas de un corta-fuegos se destacan las siguientes:

- Protege de intrusiones.- El acceso a ciertos segmentos de la red de una organización sólo se permite desde máquinas autorizadas de otros segmentos de la organización o de Internet.
- Protección de información privada.- Permite definir distintos niveles de acceso a la información, de manera que en una organización cada grupo de usuarios definido tendrá acceso sólo a los servicios y la información que le son estrictamente necesarios.
- Optimización de acceso.- Identifica los elementos de la red internos y optimiza que la comunicación entre ellos sea más directa. Esto ayuda a reconfigurar los parámetros de seguridad.

El servidor Proxy, es un ordenador que intercepta las conexiones de red que un cliente hace a un servidor de destino. De ellos, el más famoso es el servidor Proxy de Web (comúnmente conocido solamente como «Proxy»). Intercepta la navegación de los clientes por páginas Web, por varios motivos posibles: seguridad, rendimiento, anonimato, etc. También existen Proxy para otros protocolos, como el Proxy de FTP.

En general (no sólo en informática), los proxy hacen posibles varias cosas nuevas:

- Control. Sólo el intermediario hace el trabajo real, por tanto se pueden limitar y restringir los derechos de los usuarios, y dar permisos sólo al Proxy.
- Ahorro. Por tanto, sólo uno de los usuarios (el proxy) ha de estar equipado para hacer el trabajo real.
- Velocidad. Si varios clientes van a pedir el mismo recurso, el proxy puede hacer caché: guardar la respuesta de una petición para darla directamente cuando otro usuario la pida. Así no tiene que volver a contactar con el destino, y acaba más rápido.
- Filtrado. El proxy puede negarse a responder algunas peticiones si detecta que están prohibidas.
- Modificación. Como intermediario que es, un proxy puede falsificar información, o modificarla siguiendo un algoritmo.
- Anonimato. Si todos los usuarios se identifican como uno sólo, es difícil que el recurso accedido pueda diferenciarlos. Pero esto puede ser malo, por ejemplo cuando hay que hacer necesariamente la identificación.

En general (no sólo en informática), el uso de un intermediario puede provocar:

- Abuso. Al estar dispuesto a recibir peticiones de muchos usuarios y responderlas, es posible que haga algún trabajo que no toque. Por tanto, ha de controlar quién tiene acceso y quién no a sus servicios, cosa que normalmente es muy difícil.
- Carga. Un proxy ha de hacer el trabajo de muchos usuarios.



- Intromisión. Es un paso más entre origen y destino, y algunos usuarios pueden no querer pasar por el Proxy. Y menos si hace de caché y guarda copias de los datos.
- Incoherencia. Si hace de caché, es posible que se equivoque y dé una respuesta antigua cuando hay una más reciente en el recurso de destino. En realidad este problema no existe con los servidores proxy actuales, ya que se conectan con el servidor remoto para comprobar que la versión que tiene en cache sigue siendo la misma que la existente en el servidor remoto.
- Irregularidad. El hecho de que el proxy represente a más de un usuario da problemas en muchos escenarios, en concreto los que presuponen una comunicación directa entre 1 emisor y 1 receptor (como TCP/IP).

La calidad de servicio QoS (*quality of service*), se creó para contrarrestar los problemas ocurridos por el mal uso del ancho de banda que puede provocar congestión del enlace, pérdida de tráfico, retardo en la entrega de la información, estos problemas se pueden compensar asignando un ancho de banda, un retardo y una variación de retardo a cada usuario.

Para lograr este propósito se puede utilizar una herramienta denominada control de gestión.

Cuando el tráfico de salida de una interfaz excede la capacidad del buffer se produce un congestionamiento. Cuando llegan varios paquetes a la interfaz al mismo tiempo y no existe un control de congestión la interfaz almacena los que puede y el resto son desechados produciendo pérdidas de información. Para esto existen routers que permiten un control de congestión basado en prioridades que se le dan a cada tipo de paquetes.

El control de congestión involucra la creación de colas, asignación de paquetes a estas colas en función de la clasificación del paquete y la planificación para la transmisión del paquete. Para el control de congestión se utilizan cuatro

algoritmos de encolamiento y cada uno permite especificar la creación de diferentes números de colas.

Existen cinco tipos de encolamiento:

- FIFO (*First In.First Out Queueing*): este tipo de cola no se aplica el concepto de prioridad o clases de tráfico.
- PQ (*Priority Queueing*): se atiende primero a los paquetes con alta prioridad y luego al tráfico de menor prioridad, con el fin de asegurar la entrega oportuna de esos paquetes de alta prioridad.
- CQ (*Custom Queueing*): a cada clase de paquetes se le asigna un ancho de banda determinado. CQ permite especificar el número de bytes o de los paquetes que se almacenaran en la cola.
- WFQ (*Weighted Fair Queueing*): se basa en el peso de cada clase de tráfico para asignar una ponderación a cada uno de forma que determina el orden de tránsito en la cola de paquetes.
- CBWFQ (*Class Based Weighted Fair Queueing*): Es una extensión de WFQ para brindar soporte de clases de tráfico definidas por el usuario. En CBWFQ se definen clases de tráfico basadas en criterios de coincidencias que incluyen protocolos, listas de control de acceso (ACLs) e interfaces de entrada.

Otra herramienta denominada *Traffic Shaping* se utiliza para regular el ancho de banda restringiendo el tráfico destinado a cada usuario asignando un ancho de banda máximo para cada uno.

Esto evita la congestión que puede ocurrir cuando el tráfico enviado excede la velocidad de acceso remota y limitar el uso del ancho de banda de un grupo de usuarios para asegurar que otros puedan disponer del asignado.

Cuando se utiliza *traffic shaping* se crea un pequeño nivel de congestión en la interfaz donde se quiera administra el ancho de banda asegurando las tasas de transmisión no superen lo establecido y controlándolas mediante el uso de colas ya que los métodos de control de congestión solo se activan cuando la interfaz se satura. Esta congestión intencional solo genera un pequeño retraso y una baja pérdida de paquetes, por lo que el rendimiento de la red no se ve afectado.

En un administrador de ancho de banda se requiere que cumplan con características como:

- Control de Ancho de Banda: asigna un ancho de banda a cada usuario.
- Firewall Avanzado: bloquea todo y permite solo direcciones IP habilitadas, bloquea puertos y conexiones P2P.
- Redireccionamiento de Puertos.
- Proxy Transparente: bloquea página, palabras y contenidos no deseados
- MRTG: herramienta gráfica para el monitoreo de consumo de ancho de banda o canal.
- Caché de DNS: aumenta la velocidad de acceso a páginas Web.

Servidor DHCP

## 2.6 HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN

El software utilizado para las simulaciones es Radio Mobile, un software que no requiere de licencia (software libre). Su función es dar una idea de cómo trabajarán las redes inalámbricas de acuerdo a frecuencia, tipo de antenas, ganancias, desvanecimientos y demás parámetros que se detallaran a

continuación, en distintas zonas como ciudades, bosques, costa, sierra, oriente, entre otras. Este software analiza el enlace con ayuda de los mapas que contiene y que dan una idea del perfil del enlace, es decir de las elevaciones o depresiones que se encuentran durante el trayecto del enlace de radio, también provee una herramienta útil al tratar de simular enlaces de gran distancia.

### **2.6.1 Introducción a Radio Mobile**

Radio Mobile es un software gratuito escrito en Visual Basic diseñado por Roger Coudé. Es un programa que permite predecir el desempeño de los enlaces de radio en zonas externas. Usa un modelo de terreno irregular conocido como ITM. El rango de frecuencias que soporta es de 20MHz a 20Ghz.

Para empezar a usar el programa es necesario saber las ubicaciones geográficas de los puntos donde se desea realizar el enlace, la cartografía de la zona o mapa digital, información sobre el o los equipos que se planea usar en el enlace de radio como son frecuencias, ganancias de antenas, umbrales de recepción entre otros, y conocer los factores climáticos y tipo de terreno de la zona en la cual se pretende realizar el enlace.

Los mapas que Radio Mobile usa son de tipo SRTM cuyas siglas en ingles son “*Shuttle Radar Topography Mission*” que es un tipo de cartografía digital realizadas por radas con una resolución de 30 m en delante de altura.

Este programa es capaz de calcular perfiles de los enlaces de radio, áreas de coberturas polares y cartesianas, atenuaciones en las líneas de transmisión, zonas de Fresnel, entre otros.

## 2.6.2 Simulación en Radio Mobile

A continuación se detallaran los pasos que se debe seguir para establecer una simulación de redes inalámbricas en el software Radio Mobile con gráficos referentes a las redes simuladas para el presente proyecto:

1. Al iniciar Radio Mobile se ingresa a Archivo > Propiedades del mapa

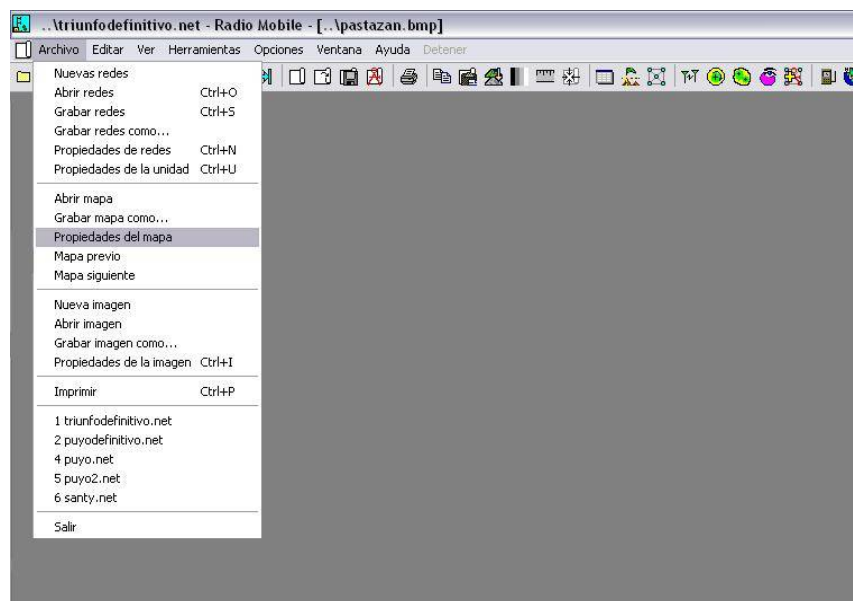


Figura 2. 2. Radio Mobile – Ingreso a Propiedades del Mapa

2. En propiedades del mapa se escoge la cartografía digital SRTM en la cual se desea trabajar y la altura de visualización del mapa necesaria para nuestro propósito y damos clic en EXTRAER.

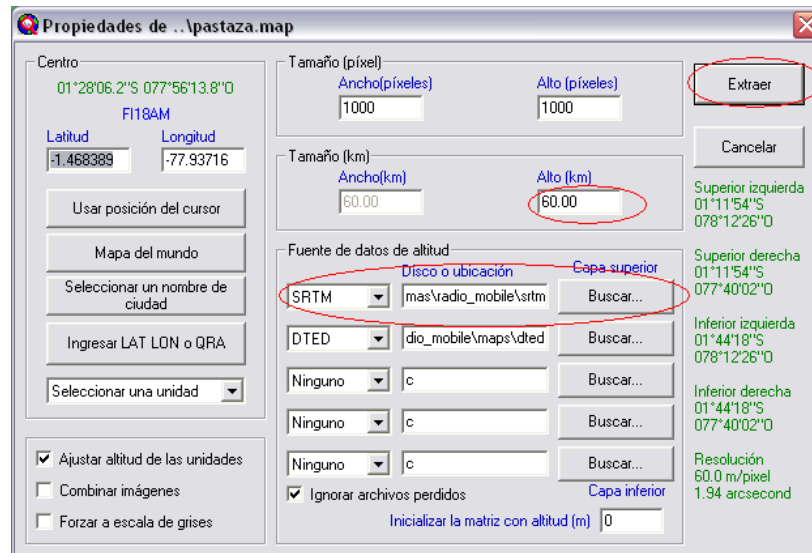


Figura 2. 3. Radio Mobile – Propiedades del Mapa

3. Una vez que el mapa este dibujado, se colocan los puntos georeferenciados para los respectivos enlaces. Para esto se abre el menú Archivo > Propiedades de la Unidad

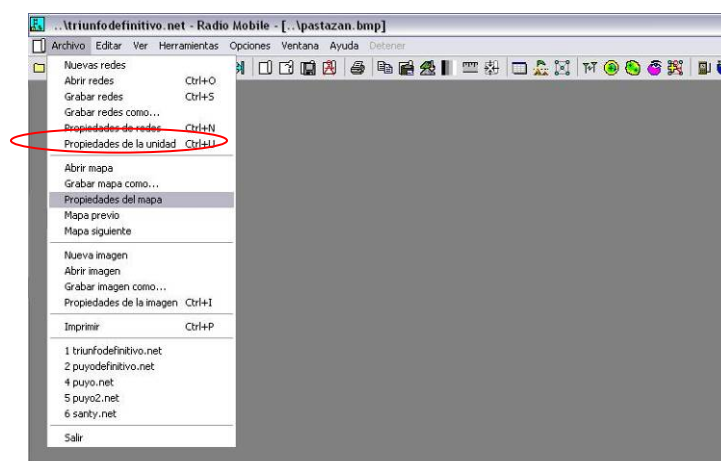
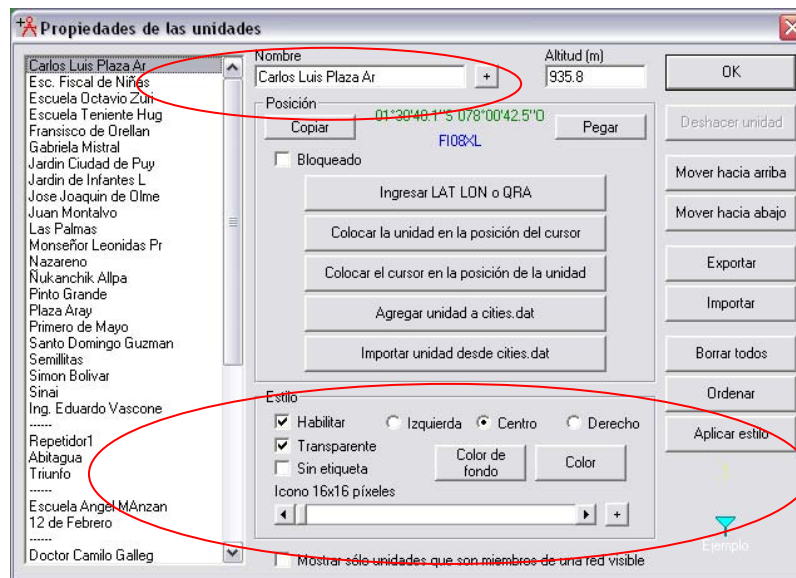


Figura 2. 4. Radio Mobile – Ingreso a Propiedades de la unidad

4. En propiedades del mapa se da un nombre al punto que se desea ingresar. En la barra de desplazamiento se escoge el icono para el punto, colores de relleno y demás estilos. A continuación, un clic en ingresar LAN LON o QRA para escribir las correspondientes coordenadas.



**Figura 2. 5. Radio Mobile – Propiedades de la Unidad**

5. Las coordenadas se ingresan en grados, minutos y segundos tanto para Latitud como para Longitud. Se debe escoger en los cuadros si corresponde la latitud a norte o sur y la longitud a este u oeste. Clic en OK y se regresa a la ventana principal de las propiedades de la unidad donde se confirma el ingreso del punto georeferenciado con otro OK.

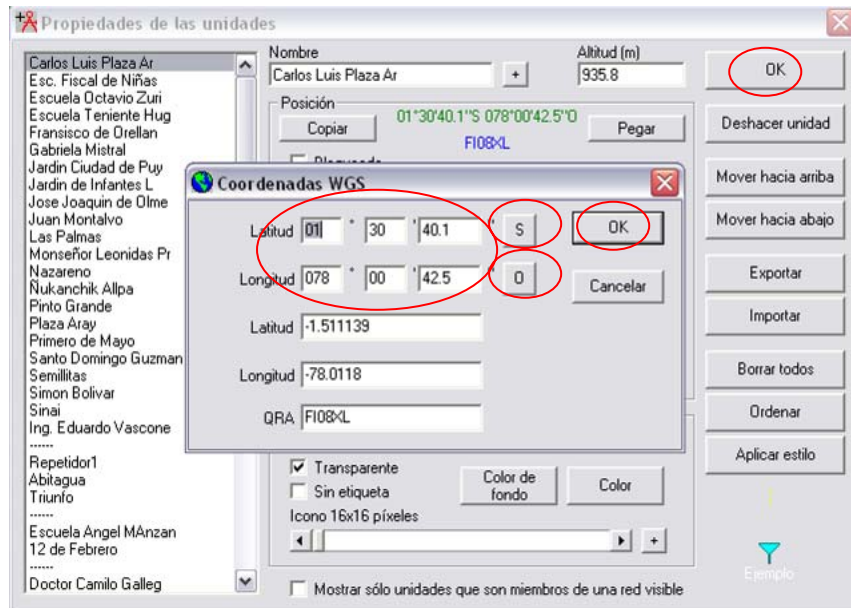


Figura 2. 6. Radio Mobile – Propiedades de la Unidad – Ingreso de coordenadas

6. Luego de ingresar todas las coordenadas georeferenciadas de los puntos, aparecen los mismos situados en el mapa con el estilo y el nombre que se ha puesto. Luego de este paso se empieza con los enlaces tomando en cuenta frecuencias, ganancias, entre otros.

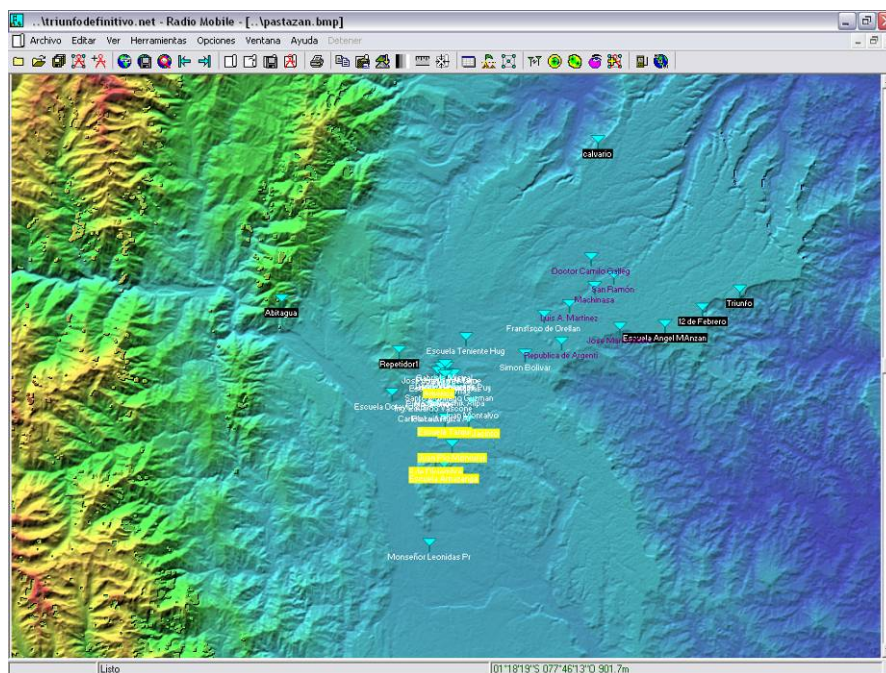


Figura 2. 7. Radio Mobile – Mapa y puntos ingresados.



7. Es tiempo de realizar los enlaces de radio, para ello se usa propiedades de las redes.

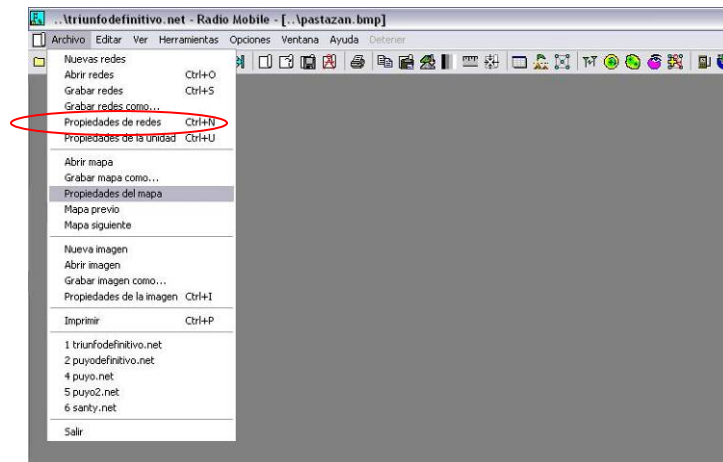


Figura 2. 8. Radio Mobile – Ingreso a Propiedades de las redes.

8. La primera pestaña que se encuentra en propiedades de las redes es parámetros, se da un nombre a la Red, se ingresan las frecuencias de funcionamiento, el tipo de polarización, el clima, pérdidas adicionales, conductividad del suelo, entre otros parámetros necesarios para realizar un enlace de radio.

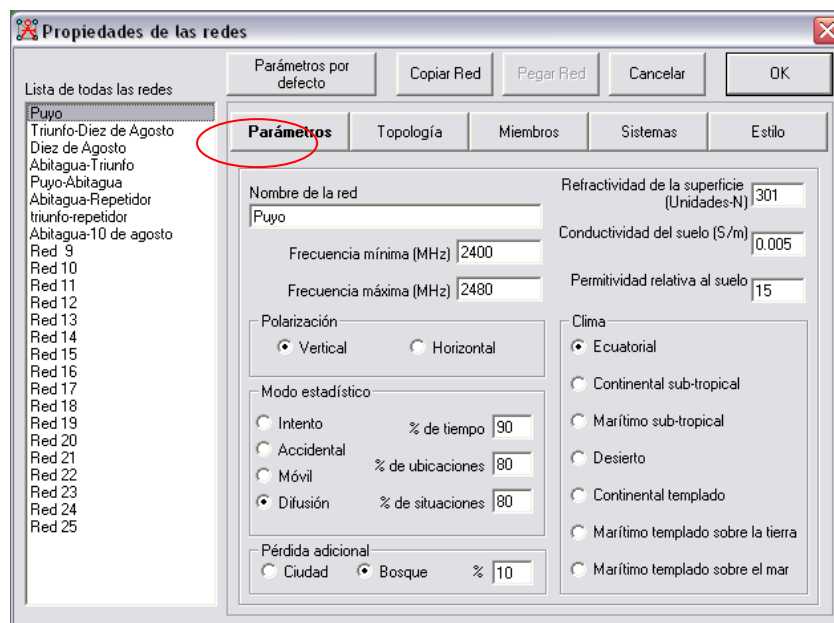
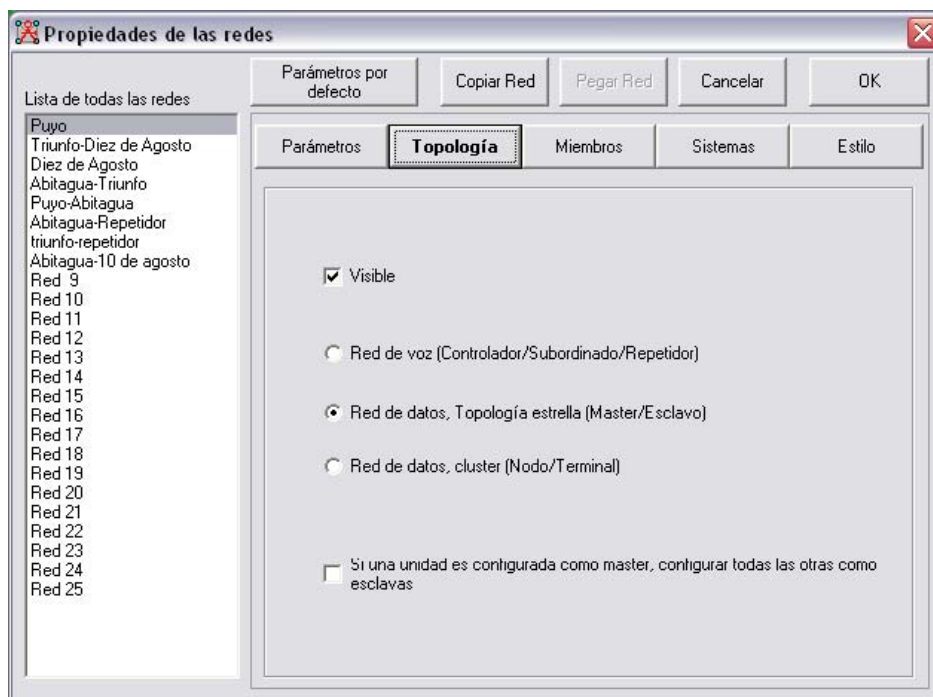


Figura 2. 9. Radio Mobile – Propiedades de las redes – Parámetros.

9. La segunda pestaña dentro de las propiedades de las redes es la de Topología. En esta pestaña se especifica la topología de la red. Si pertenece a un enlace punto – punto, se escogerá la topología de red de voz (Controlador/Subordinado/Repetidor). Para el presente proyecto se han escogido dos tipos de Redes, la red de Transporte que es de tipo Controlador/Repetidor y la red de acceso que es de tipo Máster/Esclavo es decir una topología de punto – multipunto.



**Figura 2. 10. Radio Mobile – Propiedades de las redes – Topología.**

10. La siguiente pestaña es Miembros, en esta pestaña se debe especificar los miembros pertenecientes a la red que se ha creado previamente. Es necesario especificar para cada uno de ellos que papel desempeñan dentro de la red, es decir, si se trata de una red Master/Esclavo, especificar que punto trabajará como Master y cuales como Esclavos. Es posible mover la antena para que apunte al lugar deseado, esto se lo hace a través del Azimut de antena. Dando un clic en patrón aparece el lóbulo de radiación de la antena que esta en el punto escogido como miembro. En

sistemas se escoge un sistema que se creará con las especificaciones técnicas de la o las antenas que estarán en los puntos creados para los enlaces de radio.

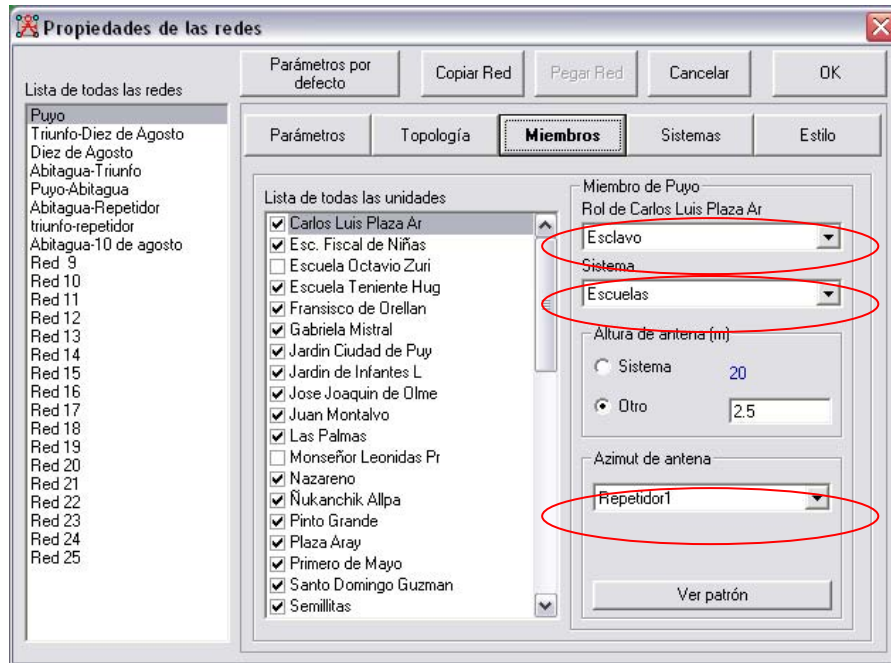


Figura 2. 11. Radio Mobile – Propiedades de las redes – Miembros.

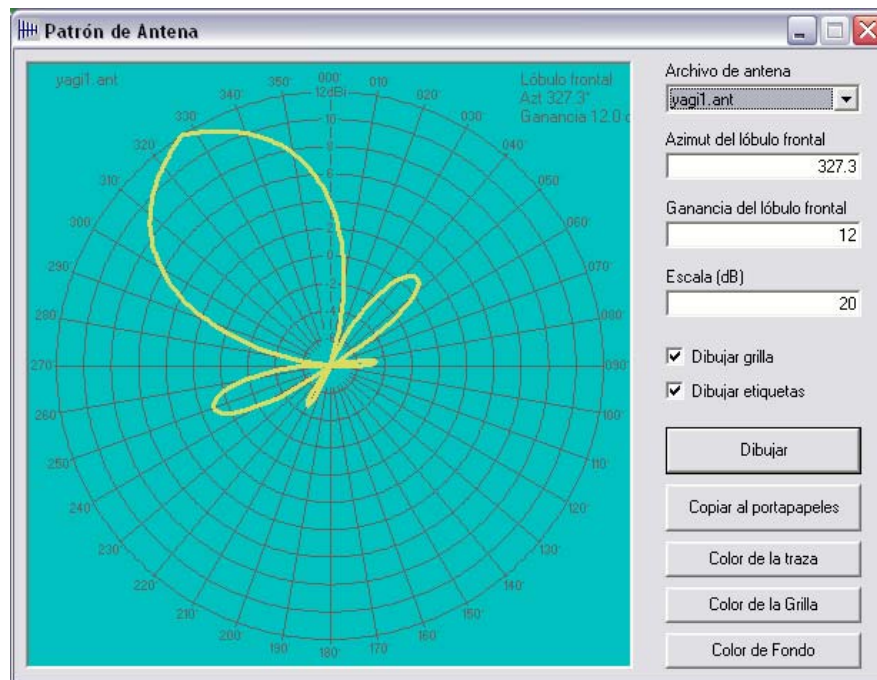


Figura 2. 12. Radio Mobile – Propiedades de las redes – Miembros – Patrón de la Antena.

11. La pestaña que sigue a Miembros es Sistemas, es necesario dar un nombre al sistema que se desea crear. En esta pestaña se ponen las características de las antenas que se van a usar como la potencia de transmisión, el umbral de recepción, tipo de antena, ganancia de la antena, entre otros parámetros necesarios para los enlaces de radio.

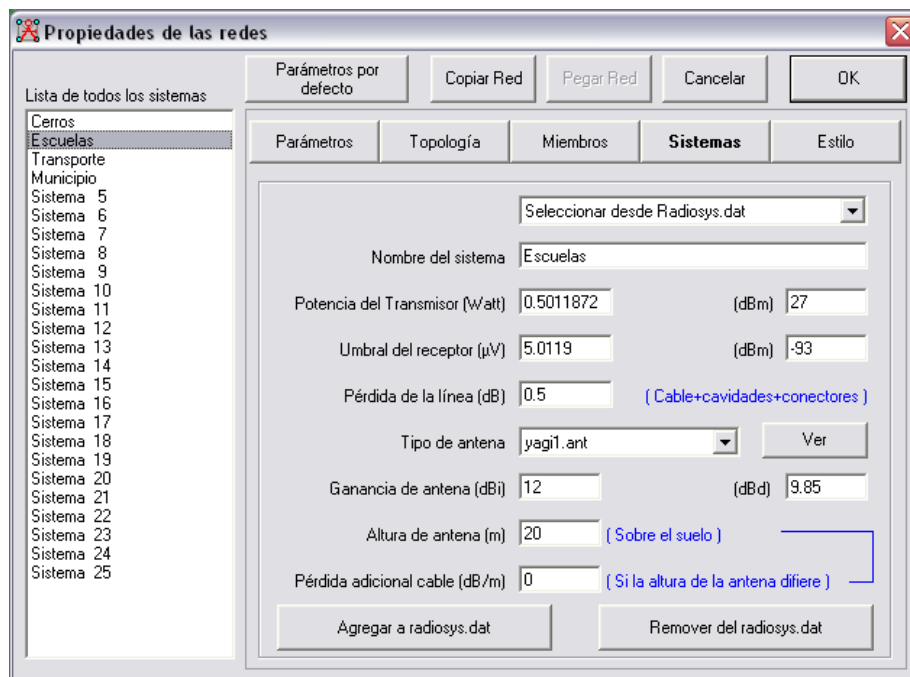


Figura 2. 13. Radio Mobile – Propiedades de las redes – Sistemás.

12. La última pestaña de propiedades de las redes es Estilo. Aquí se escoge el estilo que se presentará en las líneas de los enlaces según los niveles de recepción que se desea para los enlaces, es decir si el enlace se encuentra entre los niveles de recepción especificados se mostrará una línea verde, si esta llegando al Umbral de recepción se mostrará una línea amarilla o si no existe enlace una línea roja. Para confirmar los cambios en las propiedades de las redes, resta dar un clic en OK.





14. En la ventana principal de Radio-Mobile se encuentra un botón denominado “Enlace de Radio” que permite ver el perfil del enlace de radio.

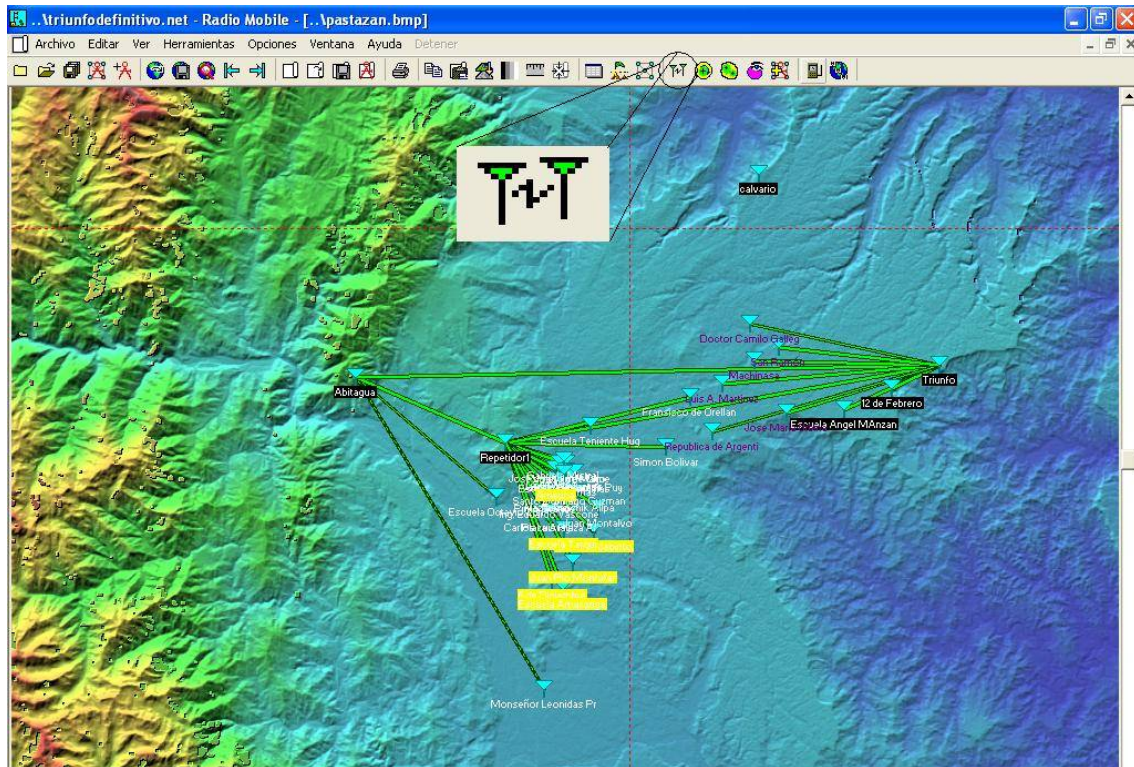
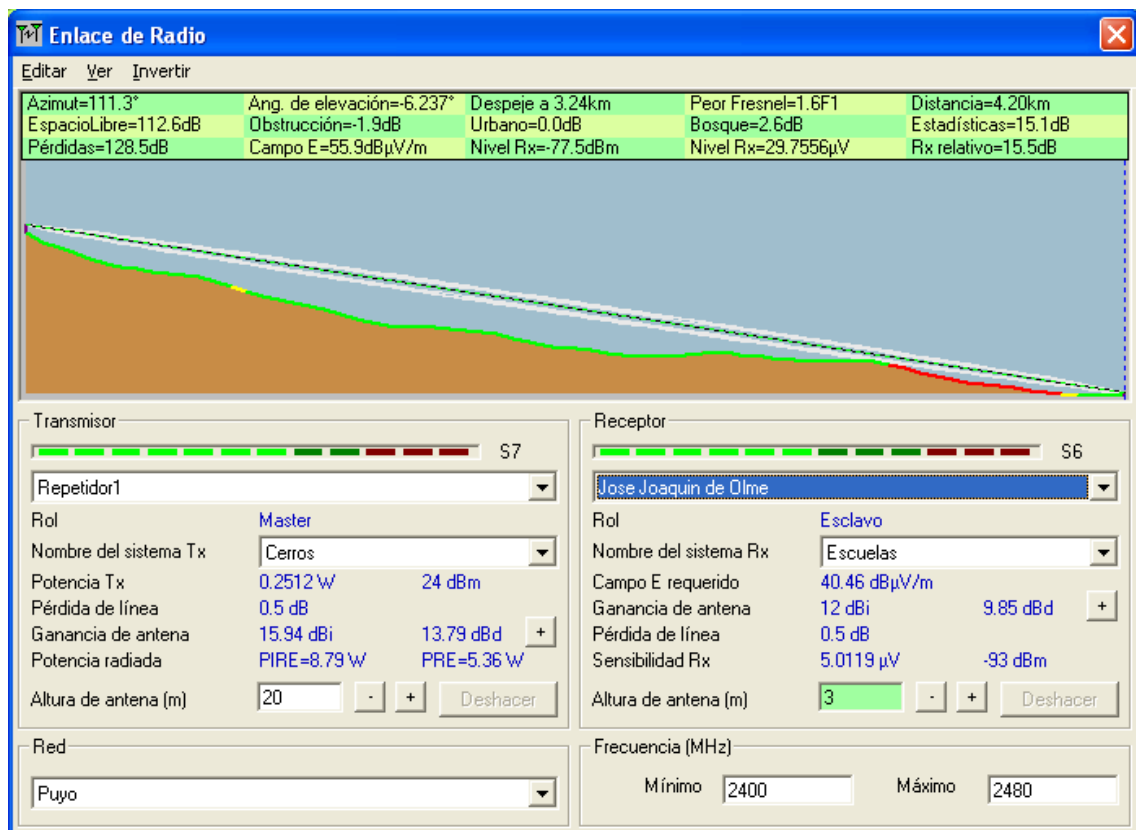


Figura 2. 16. Radio Mobile – Botón “Enlace de Radio”.

15. Con un clic en el botón “Enlace de radio”, aparecerá el perfil de radio del enlace, ahí se podrá comprobar si existe línea de vista entre los dos puntos, el azimut de las antenas, el ángulo de elevación, el despeje en kilómetros, las zonas de Fresnel, la distancia total del enlace, el espacio libres en decibelios, la obstrucción, si es urbano se muestra la pérdida por casas y edificios, si es bosque las pérdidas por árboles, pérdidas totales, nivel de recepción en dBm y en uV, la recepción relativa, estos y otros parámetros técnicos se encuentran en el encabezado del grafico. También se tiene datos de cada uno de los dos puntos del enlace como es el nombre, el nivel de recepción o transmisión, el rol que cumple dentro del enlace, el nombre del sistema al que pertenece que se ha creado previamente, potencias de transmisión y recepción respectivamente,

pérdidas en líneas, las ganancias de las antenas, la altura de la antena y por supuesto la red a la que pertenece y las frecuencias mínimas y máximas operables. Estos son datos que se dan de cada punto del enlace. El gráfico 2.17 muestra un enlace en donde se muestran los datos técnicos e informativos de dicho enlace.



**Figura 2. 17. Radio Mobile – Enlace de radio.**

16. Radio – Mobile cuenta con mapas que determinan la cobertura polar, cartesiana y visual desde un punto alto para saber con certeza la zona que puede cubrir una cierta antena. Estos mapas se grafican dando clic en los respectivos botones de “Cobertura de radio polar”, “Cobertura de radio cartesiana” y “Cobertura Visual” que se los presenta en la grafica 2.18.

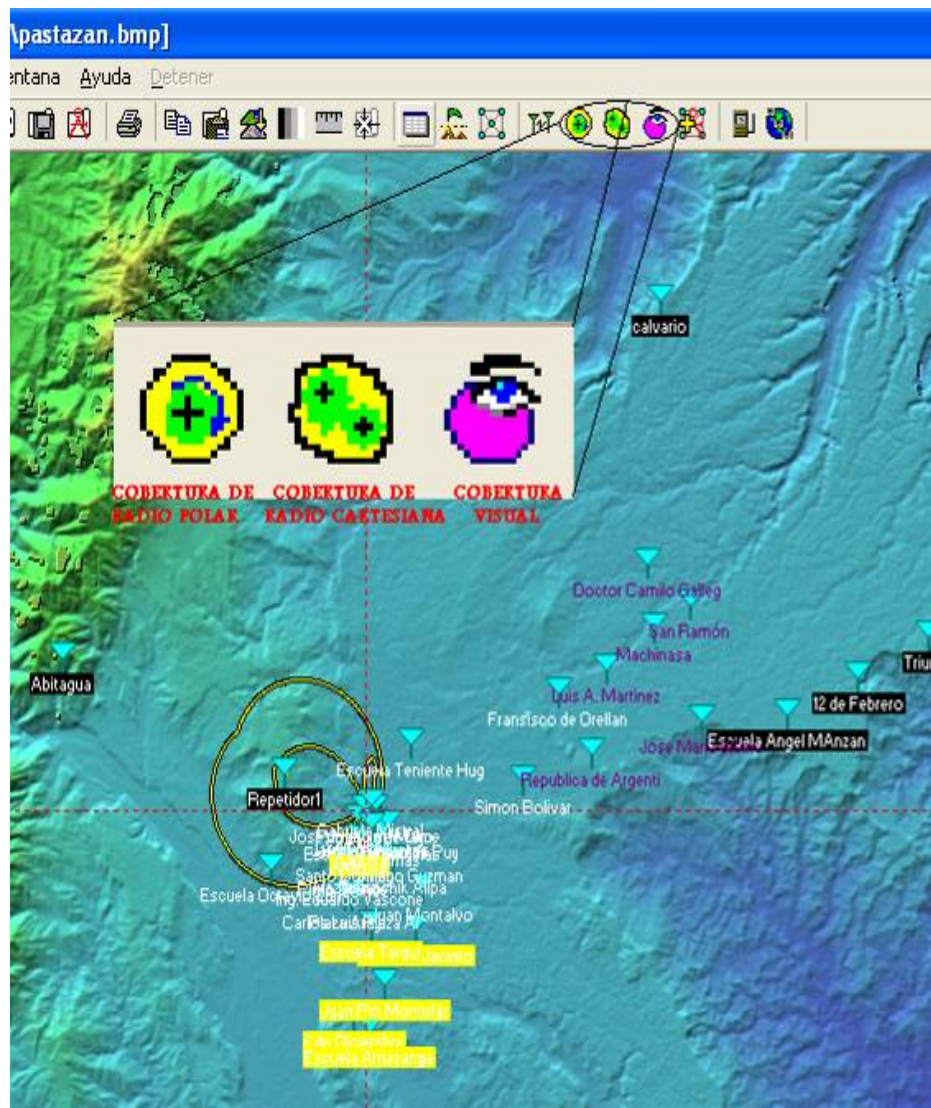


Figura 2. 18. Radio Mobile – Botones: “Cobertura de radio polar”, “Cobertura de radio cartesianas”, “Cobertura visual”.

17. Al hacer clic en cada uno de los botones de cobertura, se graficarán los distintos mapas que se presentan en los gráficos 2.19, 2.20 y 2.21 correspondientes en orden a cobertura polar, cartesiana y visual.



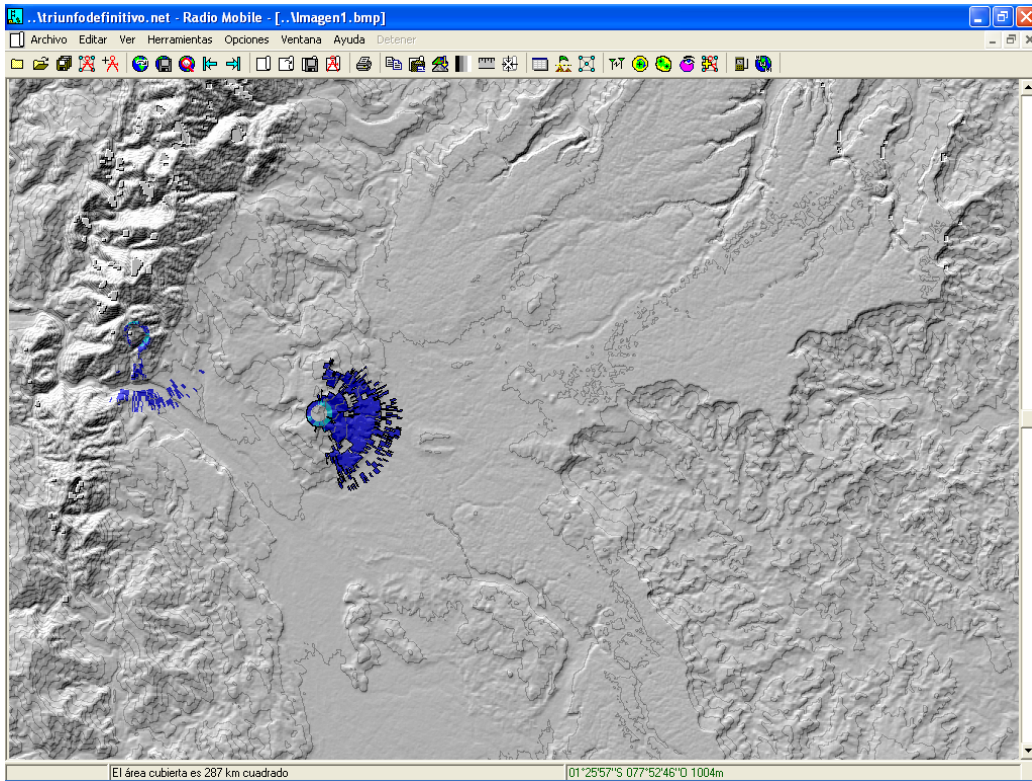


Figura 2. 19. Radio Mobile – Mapa de Cobertura de radio polar

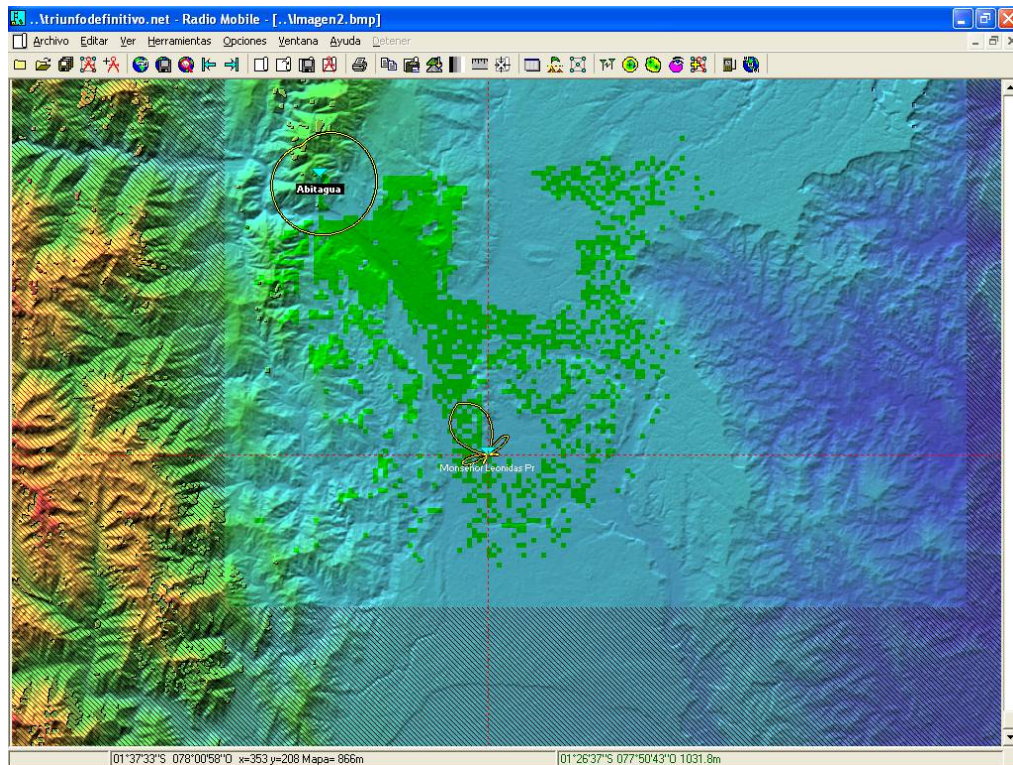


Figura 2. 20. Radio Mobile – Mapa de Cobertura de radio cartesiana



## **CAPITULO 3**

### **3. OBSERVACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL CANTÓN PASTAZA**

#### **3.1 ESTUDIO DE CAMPO**

La provincia de Pastaza está ubicada en el centro del oriente ecuatoriano limitando al norte con la provincia de Napo y Orellana, al sur con la provincia de Morona Santiago, al este con la republica del Perú y al oeste con las provincias de Morona Santiago y Tungurahua, es la provincia más grande del país. La población total es de 62 110 habitantes y se divide políticamente en 4 cantones: Pastaza, Mera, Santa Clara y Arajuno. La ciudad del Puyo es la capital provincial.

La tabla 3.1 indica algunos datos de la provincia de Pastaza como capital, etnias, población entre otros

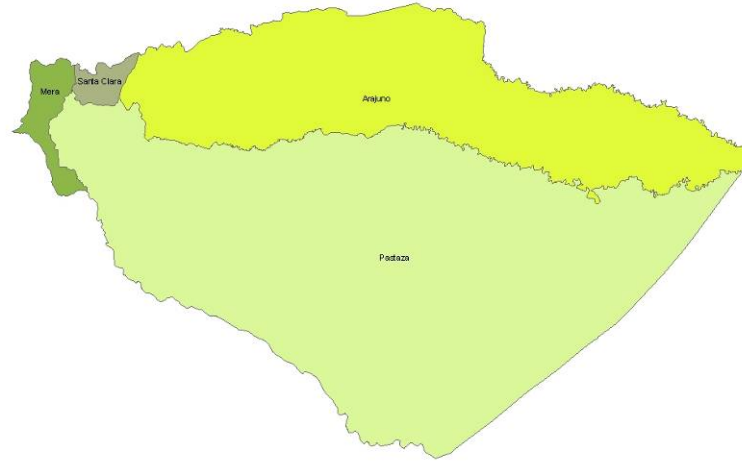
**Tabla 3. 1. Información de la Provincia de Pastaza<sup>5</sup>**

<b>PROVINCIA DE PASTAZA</b>	
Limites:	Limita al Norte con la provincia de Napo, al Sur con la provincia de Morona-Santiago, al Este con la República del Perú y al Oeste con las provincias de Tungurahua y Morona-Santiago.
Ubicación:	Se ubica entre las coordenadas geográficas 1°10 Sur 78°10 Oeste y 2°35 Sur 76°40 Oeste
Cantones:	Pastaza, Mera, Santa Clara, Arajuno.
Capital:	Puyo
Superficie:	29,773.7 Km <sup>2</sup>
Población:	62.110 habitantes
Temperatura:	Entre los 18 y 24 °C
Clima:	Tropical Húmedo
Altitud:	Entre los 300m y 1100m sobre el nivel del mar
Etnias:	Kichwas, Shuar, Achuar, Andoas, Shiwiar, Huaorani y Zaparo.
Idiomás:	Kayapi de la etnia Zaparo, Kichwa, Shuar, Achuar, Shiwiar de las etnias correspondientes al mismo nombre y Wootededo de la etnia Huaorani
Religiones:	Católicos, Evangélicos, Testigos de Jehová, Adventistas, Mormones, entre otras.
Actividad Económica:	Agricultura, Ganadería, Madera, Té, Licores, Artesanías
Recursos Naturales:	Caña, Plátano, Banano, Naranjilla, Yuca, Tabaco, Té.

<sup>5</sup> Instituto Nacional Ecuatoriano de Censos INEC



La figura 3.1 indica la ubicación del cantón Pastaza dentro de la provincia de Pastaza.



**Figura 3. 1. Mapa de la Provincia de Pastaza<sup>6</sup>**

El cantón Pastaza es el más grande de la provincia del mismo nombre y cuenta con una extensión del 67.17%, equivalente a casi 20000 km<sup>2</sup>, de la extensión total de la provincia de 29.773,7 km<sup>2</sup>.

El cantón Pastaza cuenta con 14 parroquias de las cuales la parroquia de el Puyo se considera Urbana y las trece restantes rurales. La figura 3.2 muestra la distribución parroquial del cantón y la tabla 3.2 indica la población del cantón Pastaza según parroquias.

---

<sup>6</sup> Ilustre Municipalidad del cantón Pastaza



Figura 3. 2. Mapa del cantón Pastaza<sup>7</sup>

Tabla 3. 2. Distribución de la población del cantón Pastaza, según parroquias<sup>8</sup>

<b>DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN PASTAZA, SEGÚN PARROQUIAS</b>			
<b>PARROQUIAS</b>	<b>TOTAL</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>
TOTAL	45.512	23.294	22.218
Pastaza (Urbano)	24.432	12.180	12.252
Área Rural	21.080	11.114	9.966
Periferia	1.533	803	730
Canelos	1.644	848	796
Diez de Agosto	886	476	410
Fátima	766	421	345
Montalvo	3.433	1.816	1.617
Pomona	257	151	106
Río Corrientes	186	107	79
Río Tigre	682	423	259
Sarayacu	2.195	1.131	1.064
Simón Bolívar	4.238	2.108	2.130
Tarqui	1.724	899	825
Tnt. Hugo Ortiz	835	442	393
Veracruz	1.320	682	638
El Triunfo	1.381	807	574

<sup>7</sup> Global Mapper – Distribución Parroquial

<sup>8</sup> Dirección Provincial de Pastaza

Este cantón cuenta con 45.512 habitantes divididos en 22.218 mujeres y 23.294 hombres según el censo del 2001, que corresponde a un 73,7% del total de la población de la provincia del mismo nombre, dando un índice de crecimiento de 3,7% anual en los últimos 20 años. El 46,3% corresponde a habitantes de la zona rural y se caracteriza por ser una población joven ya que el 50,4% son menores de 20 años según se puede observar en las figuras 3.3 y 3.4 del porcentaje de habitantes del cantón y la pirámide según edades y sexo.<sup>9</sup>

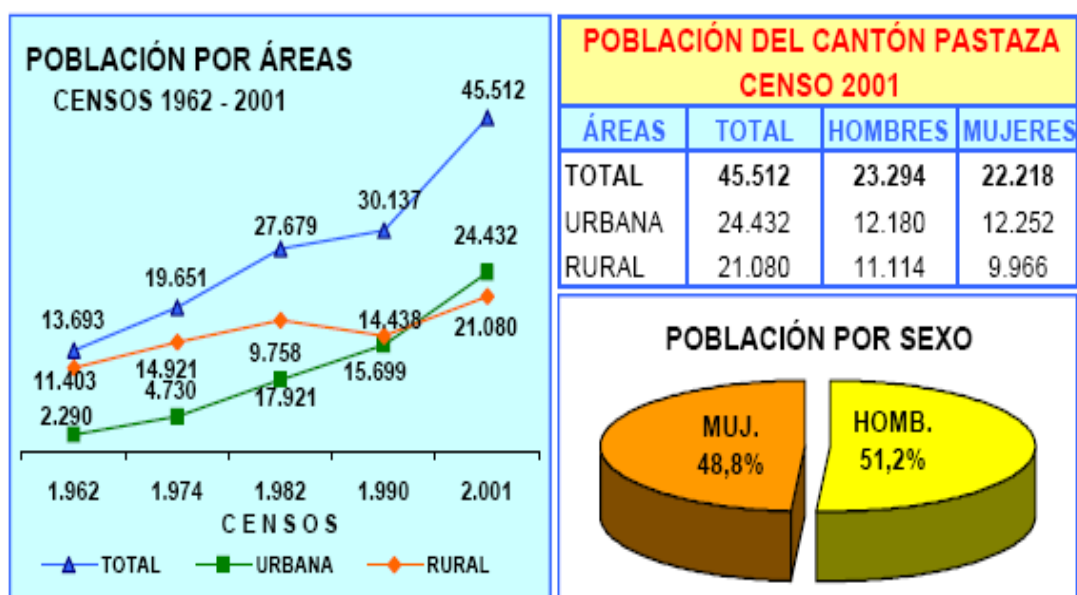


Figura 3. 3. Porcentaje de población según sexo y área.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador

<sup>10</sup> Dirección Provincial de Pastaza

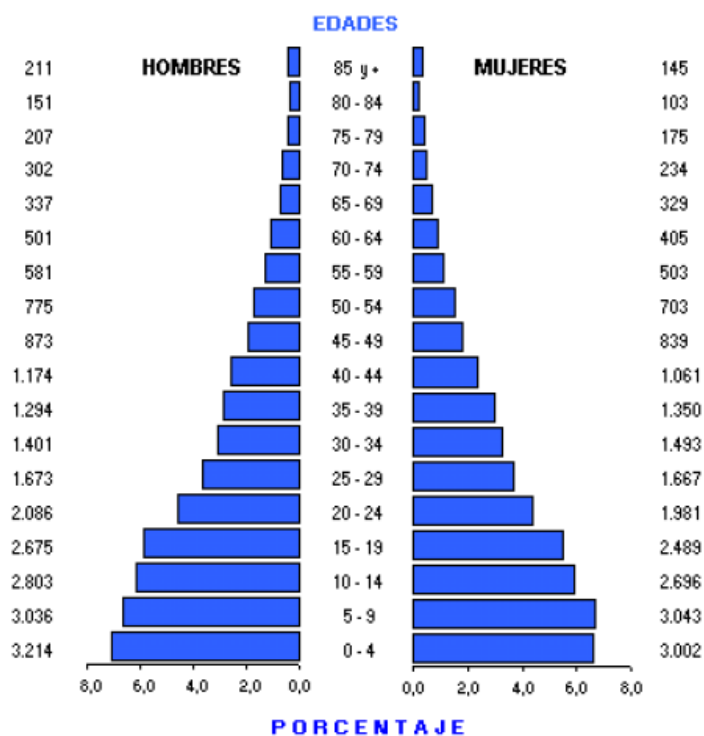


Figura 3. 4. Pirámide Poblacional según sexo y edades.<sup>11</sup>

### 3.2 INFORMACIÓN SOCIO - ECONÓMICA

En cuanto a la educación, en el 2001 se tenía una cifra de 3.685 analfabetos que corresponde a un porcentaje del 12,25% del total de habitantes. Campañas en contra del analfabetismo han logrado alfabetizar a 3.134 personas hasta febrero del 2008. Esta cifra corresponde al 98,1% de las personas no alfabetizadas en el 2001.

En la actualidad se tiene un porcentaje de 96,1% de todos los habitantes del cantón Pastaza, que son letrados, razón por la cual la UNESCO declaró el 21 de febrero del 2008 al cantón Pastaza como aquel que no tiene analfabetismo.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Dirección Provincial de Pastaza

<sup>12</sup> Página Web de UNESCO.



A pesar de ser un cantón que posee muchos lugares de difícil acceso a los cuales se llega mediante vía fluvial o aérea, el gobierno y la ayuda internacional ha hecho esfuerzos muy grandes para alfabetizar a dicho cantón casi en su totalidad, razón por la cual cuenta con un número muy grande de instituciones educativas que se citan en la tabla 3.3, de las cuales se obtuvo información a través del Fodetel, de la dirección provincial de educación intercultural bilingüe de Pastaza, del Ministerio de Educación y de una visita personal al cantón Pastaza, a su municipalidad y a diferentes entidades educativas.

**Tabla 3. 3. Posibles Instituciones Beneficiarias.**

ITEM	PARROQUIA	INSTITUCIÓN	ZONA	LATITUD (Sur)	LONGITUD (Oeste)
1	EL TRIUNFO	12 DE FEBRERO	Urbana	1 ° 25 ' 50.0 "	77 ° 47 ' 23.0 "
2	VERACRUZ (INDILLAMA)	12 DE MAYO	Rural	1 ° 16 ' 0.5 "	78 ° 33 ' 46.0 "
3	VERACRUZ (INDILLAMA)	13 DE ABRIL	Rural	1 ° 29 ' 39.5 "	77 ° 52 ' 8.6 "
4	SIMON BOLIVAR	15 DE ENERO	Rural	2 ° 5 ' 14.9 "	77 ° 29 ' 30.3 "
5	TARQUI	6 DE DICIEMBRE	Rural	1 ° 33 ' 19.8 "	78 ° 0 ' 41.3 "
6	TARQUI	AMERICA	Rural	1 ° 29 ' 26.3 "	78 ° 0 ' 28.7 "
7	ARAJUNO	ANTONIO ANTE	Rural	1 ° 19 ' 59.0 "	77 ° 51 ' 26.0 "
8	CANELOS	ATAKAPI	Rural	1 ° 34 ' 47.9 "	77 ° 45 ' 31.1 "
9	SIMON BOLIVAR	BELLA FLOR AMAZONAS	Rural	2 ° 2 ' 40.7 "	77 ° 34 ' 46.4 "
10	SIMON BOLIVAR	BOLIVAR FEICAN PALACIOS	Rural	1 ° 51 ' 0.4 "	77 ° 49 ' 25.4 "
11	TARQUI	C.E.I. SAN JACINTO	Rural	1 ° 31 ' 23.4 "	77 ° 59 ' 1.5 "
12	SIMON BOLIVAR	CAMILOM PONCE ENRIQUEZ	Rural	1 ° 49 ' 30.8 "	77 ° 40 ' 58.8 "
13	EL TRIUNFO	CAPITAN GEOVANNY CALLE	Rural	1 ° 44 ' 24.5 "	78 ° 53 ' 19.5 "
14	PUYO	CARLOS LUIS PLAZA ARAY	Urbana	1 ° 30 ' 40.1 "	78 ° 0 ' 42.5 "
15	PUYO	CAROLINA URCO	Rural	1 ° 10 ' 27.3 "	77 ° 42 ' 41.3 "
16	SARAYACU	CECIB ACHUAR	Rural	2 ° 1 ' 21.9 "	77 ° 28 ' 5.8 "
17	MONTALVO (ANDOAS)	CECIB ECUADOR	Rural	1 ° 49 ' 42.6 "	77 ° 19 ' 18.8 "
18	SIMON BOLIVAR	CECIB IFJINTI	Rural	1 ° 53 ' 53.8 "	77 ° 48 ' 14.2 "
19	SIMON BOLIVAR	EDUCATIVO COMUNITARIO KINTI	Rural	1 ° 35 ' 44.5 "	77 ° 51 ' 2.8 "
20	FATIMA	CENTRO EDUCATIVO GRAN COLOMBIA	Rural	1 ° 22 ' 39.4 "	78 ° 1 ' 0.7 "
21	CANELOS	CESLAO MARIN	Rural	1 ° 30 ' 28.0 "	77 ° 53 ' 35.7 "
22	SIMON BOLIVAR	CHAPINTS	Rural	1 ° 59 ' 22.1 "	77 ° 42 ' 51.5 "
23	SIMON BOLIVAR	COLEGIO FISCAL CHUWITAYO	Rural	1 ° 54 ' 41.6 "	77 ° 48 ' 14.4 "
24	PUYO	COLEGIO PRIMERO DE MAYO	Urbana	1 ° 28 ' 41.6 "	77 ° 0 ' 6.5 "
25	SIMON BOLIVAR	COLEGIO TSANTSA	Rural	1 ° 48 ' 28.8 "	77 ° 49 ' 44.7 "
26	VERACRUZ	COLG NACIONAL VERACRUZ	Rural	1 ° 30 ' 26.7 "	77 ° 56 ' 27.0 "

	(INDILLAMA)				
27	SIMON BOLIVAR	CORDILLERA DEL CONDOR	Rural	1 ° 41 ´ 42.8 "	77 ° 47 ´ 51.4 "
28	DIEZ DE AGOSTO	DOCTOR CAMILO GALLEGOS DOMINGUES	Rural	1 ° 23 ´ 19.0 "	77 ° 52 ´ 56.0 "
29	SIMON BOLIVAR	DOLORES SUCRE	Rural	1 ° 39 ´ 47.7 "	77 ° 48 ´ 29.0 "
30	PUYO	DR. JOSE GARCES PEREZ	Urbana	1 ° 24 ´ 1.4 "	78 ° 25 ´ 49.3 "
31	PUYO	E.I.F.C.EL CISNE	Rural	1 ° 29 ´ 54.3 "	78 ° 0 ´ 28.0 "
32	SIMON BOLIVAR	ECUADOR AMAZONICO	Rural	2 ° 2 ´ 17.5 "	77 ° 33 ´ 41.7 "
33	PUYO	ENRIQUE VELOZ GALINDO	Urbana	1 ° 54 ´ 30.2 "	77 ° 48 ´ 53.5 "
34	SIMON BOLIVAR	ESC. 24 DE MAYO	Rural	1 ° 52 ´ 49.7 "	77 ° 48 ´ 32.6 "
35	PUYO	ESC. FISCAL DE NIÑAS ANDOAS	Urbana	1 ° 29 ´ 10.6 "	78 ° 0 ´ 12.1 "
36	FATIMA	ESCUELA ALFREDO PEREZ GUERRERO	Rural	1 ° 23 ´ 38.1 "	77 ° 58 ´ 41.0 "
37	TARQUI	ESCUELA AMAZANGA	Rural	1 ° 34 ´ 0.8 "	77 ° 59 ´ 54.6 "
38	EL TRIUNFO	ESCUELA ANGEL MANZANO	Rural	1 ° 26 ´ 39.7 "	77 ° 49 ´ 15.4 "
39	CANELOS	ESCUELA CIUDAD DE BAÑOS	Rural	1 ° 40 ´ 12.3 "	77 ° 45 ´ 22.1 "
40	SIMON BOLIVAR	ESCUELA CIUDAD DE CUENCA	Rural	1 ° 44 ´ 10.6 "	77 ° 47 ´ 12.0 "
41	VERACRUZ (INDILLAMA)	ESCUELA COTOPAXI	Rural	1 ° 33 ´ 33.6 "	77 ° 53 ´ 58.9 "
42	FATIMA	ESCUELA ECUADOR PAIS AMAZONICO	Rural	1 ° 25 ´ 13.4 "	77 ° 56 ´ 36.6 "
43	TENIENTE HUGO ORTIZ	ESCUELA FISCAL MIXTA VICTOR M. PEÑAHERRERA	Rural	1 ° 20 ´ 48.8 "	77 ° 58 ´ 0.5 "
44	EL TRIUNFO	ESCUELA JUAN LEON MERA	Rural	1 ° 24 ´ 16.5 "	77 ° 43 ´ 8.5 "
45	FATIMA	ESCUELA LEONARDO MURIALDO	Rural	1 ° 24 ´ 34.8 "	78 ° 1 ´ 46.3 "
46	VERACRUZ (INDILLAMA)	ESCUELA LUIS ANTONIO AGUILAR	Rural	1 ° 31 ´ 23.4 "	77 ° 59 ´ 1.5 "
47	PUYO	ESCUELA OCTAVIO ZURITA	Rural	1 ° 30 ´ 03.0 "	78 ° 2 ´ 51.0 "
48	SIMON BOLIVAR	ESCUELA PABLO ANIBAL VELA	Rural	1 ° 29 ´ 8.2 "	77 ° 59 ´ 57.6 "
49	SIMON BOLIVAR	ESCUELA SAN FRANCISCO	Rural	1 ° 38 ´ 46.6 "	77 ° 50 ´ 32.3 "
50	ARAJUNO	ESCUELA SAN MARIANO WAPUNO	Rural	1 ° 16 ´ 38.9 "	77 ° 39 ´ 23.7 "
51	EL TRIUNFO	ESCUELA SOLDADO MONGE	Rural	1 ° 24 ´ 26.7 "	77 ° 46 ´ 18.6 "
52	TARQUI	ESCUELA TARQUI	Urbana	1 ° 31 ´ 20.6 "	78 ° 0 ´ 11.1 "
53	PUYO	ESCUELA TENIENTE HUGO ORTIZ	Rural	1 ° 27 ´ 18.9 "	77 ° 59 ´ 8.8 "
54	SIMON BOLIVAR	ESCUELA UNE	Rural	1 ° 39 ´ 10.9 "	77 ° 50 ´ 6.8 "
55	TARQUI	ESCUELA VENCEDORES	Rural	1 ° 37 ´ 12.2 "	77 ° 55 ´ 1.2 "
56	SIMON BOLIVAR	ETSA	Rural	1 ° 58 ´ 26.9 "	77 ° 45 ´ 52.0 "
57	POMONA	EUGENIO ESPEJO	Rural	1 ° 40 ´ 30.6 "	77 ° 54 ´ 11.4 "
58	CANELOS	EUGENIO ESPEJO	Rural	1 ° 34 ´ 36.2 "	77 ° 43 ´ 12.1 "
59	SIMON BOLIVAR	FEDERICO GONSALEZ SUAREZ	Rural	1 ° 43 ´ 27.8 "	77 ° 52 ´ 43.7 "
60	PUYO	FRANCISCO DE ORELLANA	Rural	1 ° 26 ´ 9.9 "	77 ° 55 ´ 16.0 "
61	PUYO	GABRIELA MISTRAL	Urbana	1 ° 28 ´ 37.3 "	78 ° 0 ´ 10.4 "
62	CANELOS	GARAYAW PUERTO	Rural	1 ° 35 ´ 4.2 "	77 ° 44 ´ 22.1 "
63	DIEZ DE AGOSTO	GRAN COLOMBIA	Rural	1 ° 25 ´ 46.0 "	77 ° 53 ´ 25.2 "
64	SIMON BOLIVAR	HUAYNA CAPAC	Rural	2 ° 5 ´ 51.3 "	77 ° 28 ´ 44.1 "
65	VERACRUZ	INSTITUTO DE EDUCACION	Rural	1 ° 50 ´ 11.7 "	77 ° 49 ´ 33.0 "

	(INDILLAMA)	ECOLOGICA INTERCULTURAL CHARIP			
66	SIMON BOLIVAR	ISIDRO AYORA	Rural	1 ° 44 ´ 10.8 "	77 ° 44 ´ 45.6 "
67	VERACRUZ (INDILLAMA)	JAIME R. AGUILERA	Rural	1 ° 29 ´ 4.1 "	77 ° 49 ´ 7.0 "
68	PUYO	JARDIN CIUDAD DE PUYO	Urbana	1 ° 29 ´ 6.1 "	77 ° 59 ´ 47.0 "
69	PUYO	JARDIN DE INFANTES LIBERTAD	Urbana	1 ° 29 ´ 4.5 "	78 ° 0 ´ 7.5 "
70	SIMON BOLIVAR	JOREGE GUZMAN RUEDA	Rural	1 ° 46 ´ 32.0 "	77 ° 50 ´ 14.8 "
71	SARAYACU	JORGE KAJEKUI	Rural	1 ° 55 ´ 33.7 "	77 ° 30 ´ 15.7 "
72	PUYO	JOSE JOAQUIN DE OLMEDO	Urbana	1 ° 28 ´ 45.5 "	78 ° 0 ´ 21.1 "
73	EL TRIUNFO	JOSE LEONARDO ILLANEZ VARGAS	Rural	1 ° 28 ´ 1.7 "	78 ° 36 ´ 58.1 "
74	DIEZ DE AGOSTO	JOSE MARIA URBINA	Rural	1 ° 26 ´ 48.0 "	77 ° 51 ´ 31.3 "
75	SIMON BOLIVAR	JOSE MARIA VELASCO IBARRA	Rural	1 ° 45 ´ 7.1 "	77 ° 50 ´ 42.6 "
76	SIMON BOLIVAR	JOSE MEJIA LEQUERICA	Rural	2 ° 5 ´ 26.8 "	77 ° 26 ´ 52.2 "
77	SIMON BOLIVAR	JUA SHARUPI	Rural	1 ° 54 ´ 59.1 "	77 ° 49 ´ 23.3 "
78	PUYO	JUAN MONTALVO	Rural	1 ° 30 ´ 30.7 "	77 ° 58 ´ 52.0 "
79	TARQUI	JUAN PIO MONTUFAR	Rural	1 ° 32 ´ 36.2 "	77 ° 59 ´ 52.0 "
80	SIMON BOLIVAR	KUAKASH	Rural	2 ° 2 ´ 1.8 "	77 ° 40 ´ 19.0 "
81	VERACRUZ (INDILLAMA)	KURI PAKCHA	Rural	1 ° 30 ´ 47.8 "	77 ° 49 ´ 1.8 "
82	TARQUI	KURI YAKU	Rural	1 ° 34 ´ 31.6 "	77 ° 58 ´ 9.7 "
83	PUYO	LAS PALMÁS	Urbana	1 ° 29 ´ 16.7 "	77 ° 59 ´ 57.4 "
84	VERACRUZ (INDILLAMA)	LOS ARBOLITOS	Rural	1 ° 38 ´ 13.6 "	77 ° 45 ´ 59.8 "
85	DIEZ DE AGOSTO	LUIS A. MARTINEZ	Rural	1 ° 25 ´ 24.8 "	77 ° 53 ´ 45.7 "
86	CANELOS	LUIS A. RIVADENEIRA	Rural	1 ° 36 ´ 4.2 "	77 ° 47 ´ 17.6 "
87	CANELOS	LUIS FELIPE BORJA	Rural	1 ° 35 ´ 36.5 "	77 ° 48 ´ 46.1 "
88	CANELOS	LUIS HERIBERTO FREIRE	Rural	1 ° 35 ´ 6.7 "	77 ° 45 ´ 32.3 "
89	DIEZ DE AGOSTO	MACHINASA	Rural	1 ° 24 ´ 44.3 "	77 ° 52 ´ 44.5 "
90	SIMON BOLIVAR	MANUEL J CALLE	Rural	1 ° 43 ´ 45.5 "	77 ° 46 ´ 58.7 "
91	SIMON BOLIVAR	MASHUTAK	Rural	2 ° 0 ´ 6.4 "	77 ° 42 ´ 2.5 "
92	SIMON BOLIVAR	MIGUEL DE CERVANTES	Rural	1 ° 41 ´ 5.9 "	77 ° 46 ´ 59.1 "
93	PUYO	MONSEÑOR LEONIDAS PROAÑO	Rural	1 ° 37.33 ´ 5.0 "	78 ° 0 ´ 58.0 "
94	SIMON BOLIVAR	MUKUCHAM	Rural	1 ° 55 ´ 13.1 "	77 ° 44 ´ 12.5 "
95	SIMON BOLIVAR	MURUSHI	Rural	2 ° 0 ´ 39.9 "	77 ° 38 ´ 46.1 "
96	SIMON BOLIVAR	NANKAI	Rural	1 ° 49 ´ 28.9 "	77 ° 46 ´ 55.7 "
97	PUYO	NAZARENO	Urbana	1 ° 29 ´ 40.3 "	78 ° 0 ´ 52.9 "
98	SIMON BOLIVAR	NUSHULLACTA	Urbana	1 ° 42 ´ 56.5 "	77 ° 50 ´ 41.7 "
99	PUYO	ÑUKANCHIK ALLPA	Urbana	1 ° 29 ´ 53.4 "	77 ° 59 ´ 38.6 "
100	SIMON BOLIVAR	OSCAR EFREN REYES	Rural	1 ° 40 ´ 44.8 "	77 ° 50 ´ 29.0 "
101	POMONA	OTTO AROSEMENA GOMEZ	Rural	1 ° 38 ´ 0.5 "	77 ° 54 ´ 53.9 "
102	CANELOS	PATRIA NUEVA	Rural	1 ° 34 ´ 30.9 "	77 ° 48 ´ 52.5 "
103	CANELOS	PAVAYACU	Rural	1 ° 37 ´ 21.7 "	77 ° 44 ´ 39.9 "
104	PUYO	PINTO GRANDE	Urbana	1 ° 29 ´ 55.3 "	78 ° 0 ´ 59.3 "
105	FATIMA	PIO JARAMILLO ALVARADO	Rural	1 ° 25 ´ 59.1 "	77 ° 59 ´ 59.8 "
106	TARQUI	PLAZA ARAY	Rural	1 ° 30 ´ 40.1 "	78 ° 0 ´ 42.5 "
107	PUYO	PLAZA ARAY	Rural	1 ° 30 ´ 40.8 "	78 ° 0 ´ 52.8 "
108	VERACRUZ	PRESIDENTE LUIS CORDERO	Rural	1 ° 32 ´ 5.1 "	77 ° 50 ´ 47.4 "

	(INDILLAMA)				
109	PUYO	PRIMERO DE MAYO	Urbana	1 ° 28 ' 45.2 "	78 ° 0 ' 6.0 "
110	TENIENTE HUGO ORTIZ	PRO CER FRANCISCO MIRANDA	Rural	1 ° 18 ' 55.1 "	77 ° 58 ' 55.4 "
111	TARQUI	REMIGIO CRESPO TORAL	Rural	1 ° 34 ' 29.3 "	77 ° 59 ' 19.5 "
112	DIEZ DE AGOSTO	REPUBLICA DE ARGENTINA	Urbana	1 ° 27 ' 31.2 "	77 ° 54 ' 23.4 "
113	CANELOS	REPUBLICA DE URUGUAY	Rural	1 ° 33 ' 59.1 "	77 ° 47 ' 17.9 "
114	TARQUI	RIO PUYO	Rural	1 ° 38 ' 15.0 "	77 ° 55 ' 49.3 "
115	SIMON BOLIVAR	ROBERTO PEAS	Rural	2 ° 0 ' 9.2 "	77 ° 40 ' 13.3 "
116	DIEZ DE AGOSTO	SACHA RUNA	Rural	1 ° 28 ' 59.5 "	77 ° 59 ' 34.4 "
117	CANELOS	SAN IGNACIO	Rural	1 ° 36 ' 35.2 "	77 ° 47 ' 50.1 "
118	TENIENTE HUGO ORTIZ	SAN PABLO DE ALLISHUNGO	Rural	1 ° 23 ' 2.0 "	77 ° 54 ' 53.5 "
119	VERACRUZ (INDILLAMA)	SAN PABLO DE TALLIN	Rural	1 ° 31 ' 40.1 "	78 ° 29 ' 36.0 "
120	TARQUI	SAN PEDRO	Rural	1 ° 29 ' 25.9 "	77 ° 0 ' 28.9 "
121	SIMON BOLIVAR	SAN RAFAEL	Rural	1 ° 57 ' 38.5 "	77 ° 41 ' 24.8 "
122	DIEZ DE AGOSTO	SAN RAMON	Rural	1 ° 24 ' 14.0 "	77 ° 51 ' 47.3 "
123	PUYO	SANTO DOMINGO DE GUZMAN	Urbana	1 ° 29 ' 37.7 "	77 ° 59 ' 59.5 "
124	PUYO	SEMILLITAS	Urbana	1 ° 29 ' 0.0 "	78 ° 0 ' 31.3 "
125	TARQUI	SEVERO VARGAS	Rural	1 ° 33 ' 59.5 "	77 ° 55 ' 38.8 "
126	SIMON BOLIVAR	SHAKAI	Rural	1 ° 57 ' 8.3 "	77 ° 39 ' 32.4 "
127	SIMON BOLIVAR	SHAKAP	Rural	1 ° 58 ' 48.0 "	77 ° 43 ' 38.6 "
128	SIMON BOLIVAR	SHARUP	Rural	1 ° 57 ' 46.4 "	77 ° 44 ' 39.8 "
129	SIMON BOLIVAR	SHIRAM PUPUNAS	Rural	1 ° 54 ' 0.7 "	77 ° 44 ' 53.8 "
130	PUYO	SIMON BOLIVAR	Rural	1 ° 28 ' 6.2 "	77 ° 56 ' 13.8 "
131	CANELOS	SIN NOMBRE LA FLORIDA	Rural	1 ° 38 ' 13.6 "	77 ° 45 ' 59.8 "
132	PUYO	SINAI	Urbana	1 ° 29 ' 39.2 "	78 ° 0 ' 10.3 "
133	SIMON BOLIVAR	TAYU	Rural	1 ° 57 ' 12.2 "	77 ° 47 ' 22.7 "
134	TENIENTE HUGO ORTIZ	TENIENTE CORONEL FLAVIO BASTIDAS VARGAS	Rural	1 ° 30 ' 33.2 "	77 ° 47 ' 25.5 "
135	SIMON BOLIVAR	TIMIAS	Rural	1 ° 57 ' 10.6 "	77 ° 42 ' 21.1 "
136	SIMON BOLIVAR	TRES DE NOVIEMBRE	Rural	2 ° 3 ' 18.0 "	77 ° 35 ' 29.8 "
137	FATIMA	TUNGURAHUA	Rural	1 ° 24 ' 18.8 "	78 ° 0 ' 17.2 "
138	TARQUI	TUPAC YUPANQUI	Rural	1 ° 36 ' 32.0 "	77 ° 54 ' 46.3 "
139	PUYO	UNIDAD EJECUTIVA ING. EDUARDO VASCONEZ	Urbana	1 ° 30 ' 9.3 "	78 ° 0 ' 46.5 "
140	VERACRUZ (INDILLAMA)	UNION NACIONAL	Rural	1 ° 30 ' 3.8 "	77 ° 49 ' 47.1 "
141	SIMON BOLIVAR	UWIJINT	Rural	1 ° 48 ' 17.0 "	77 ° 49 ' 42.0 "
142	SIMON BOLIVAR	VALLE DEL RIO PASTAZA	Rural	1 ° 45 ' 7.1 "	77 ° 53 ' 3.9 "
143	TARQUI	VICENTE NICOLAS VILLAVICENCIO	Rural	1 ° 31 ' 56.4 "	77 ° 59 ' 35.0 "
144	TARQUI	WAMAK URKU	Rural	1 ° 32 ' 59.5 "	77 ° 45 ' 38.8 "
145	EL TRIUNFO	YACHANA HUASI	Rural	1 ° 28 ' 27.2 "	77 ° 38 ' 59.7 "
146	SIMON BOLIVAR	YAMPIS	Rural	1 ° 56 ' 41.1 "	77 ° 36 ' 53.6 "
147	SIMON BOLIVAR	YANKUAM	Rural	1 ° 47 ' 40.3 "	77 ° 46 ' 34.0 "

### **3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOREFERENCIADA DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS.**

De las instituciones mencionadas en la tabla 3.3 se han escogido aquellas instituciones que cumplan con las siguientes condiciones:

1. Deberán formar parte de la red fiscal de instituciones educativas de enseñanza básico y/o bachillerato, incluyendo entidades unidocentes.
2. Deberán poseer energía eléctrica de 110V 0 220V alterna para el uso de los equipos de computación y telecomunicaciones.
3. Deberán contar con un acceso terrestre hasta vías de tercer orden.

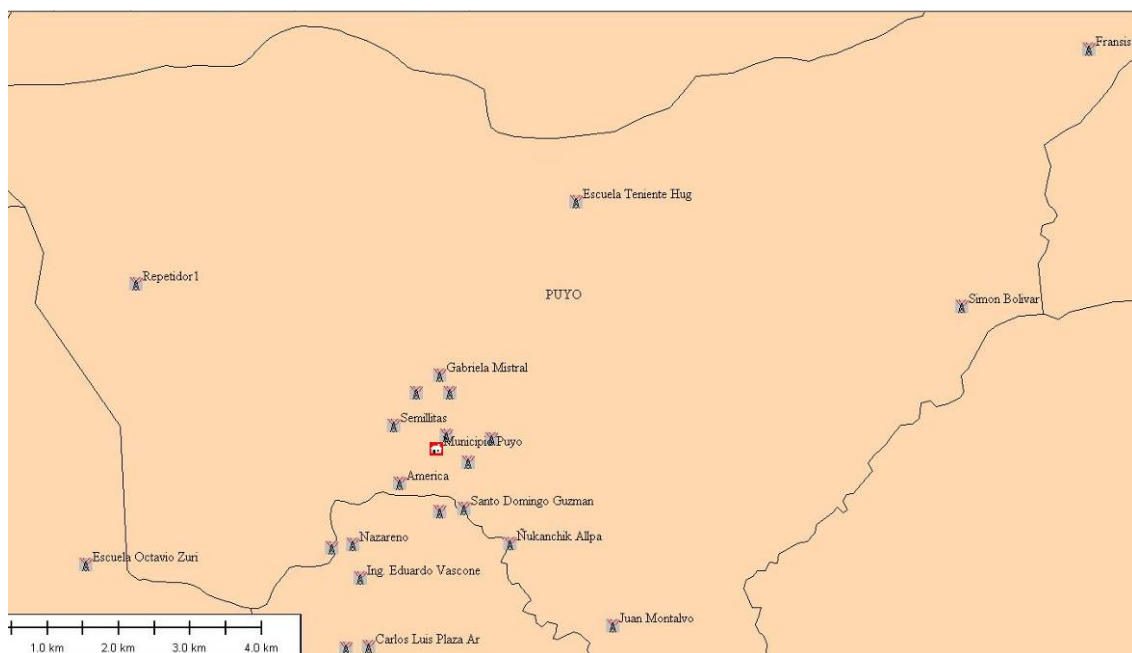
La ciudad del Puyo, por ser la capital de la provincia de Pastaza y la cabecera cantonal del cantón del mismo nombre, es un punto geográfico y social de desarrollo muy importante, por dicha razón se ha puesto mayor interés en solventar las necesidades tecnológicas de acceso a Internet para las entidades educativas fiscales de la ciudad mencionada en toda su extensión urbana y rural. No está por demás aclarar que la ciudad cuenta con un número considerable de instituciones privadas y fiscomicionales que poseen acceso a Internet así como de un número muy pequeño de entidades fiscales que poseen este servicio dentro del casco urbano.

La tabla 3.4 indica el nombre de las unidades educativas fiscales beneficiarias en la ciudad del Puyo dentro y fuera del casco urbano, así como de el número total de alumnos, número total de computadoras, zona y posición geográfica.

**Tabla 3. 4. Entidades educativas beneficiarias de la ciudad del Puyo**

#	Institución	#Alum.	#PC's	Zona	Latitud	Longitud
1	Carlos Luís Plaza Aray	40	0	Urbana	1°30'40.1"	78°00'42.4"
2	Esc. de Niñas Andoas	587	1	Urbana	1°29'10.6"	78°00'12.1"
3	Octavio Zurita	110	12	Rural	1°30'03.0"	78°02'51.9"
4	Teniente Hugo Ortiz	53	1	Rural	1°27'18.9"	77°59'08.8"
5	Francisco de Orellana	32	1	Rural	1°26'09.9"	77°55'16.0"
6	Gabriela Mistral	37	1	Urbana	1°28'37.3"	78°00'10.4"
7	Jardín Ciudad de Puyo	70	2	Urbana	1°29'06.1"	77°59'47.0"
8	Jardín Libertad	114	1	Urbana	1°29'04.5"	78°00'07.5"
9	José Joaquín de Olmedo	104	0	Urbana	1°28'45.5"	78°00'21.1"
10	Juan Montalvo	55	10	Rural	1°30'30.7"	77°58'52.0"
11	Las Palmas	17	0	Urbana	1°29'16.7"	77°59'57.4"
12	Nazareno	40	0	Urbana	1°29'40.3"	78°00'52.9"
13	Ñukanchik Allpa	102	14	Urbana	1°29'53.4"	77°59'38.6"
14	Pinto Grande	48	1	Urbana	1°29'55.3"	78°00'59.3"
15	Plaza Aray	16	0	Rural	1°30'40.8"	78°00'52.8"
16	Primero de Mayo	563	4	Urbana	1°28'45.2"	78°00'6.0"
17	Santo Domingo	648	7	Urbana	1°29'00.0"	77°59'59.5"
18	Semillitas	98	1	Urbana	1°29'00.0"	78°00'31.3"
19	Simón Bolívar	30	1	Rural	1°28'06.2"	77°56'13.8"
20	Sinaí	21	0	Urbana	1°29'39.2"	78°00'10.3"
21	Unidad educativa Ing. Eduardo Vásconez	221	9	Urbana	1°30'09.3"	78°00'46.5"

La figura 3.5 muestra la ubicación de las unidades educativas beneficiarias de la ciudad del “Puyo”.



**Figura 3. 5. Ubicación de las unidades educativas del “Puyo”.**<sup>13</sup>

La parroquia de “Tarqui”, es una de las parroquias más próximas a la ciudad de “El Puyo”, la tabla 3.5 muestra el nombre de la institución, el número de Alumnos, número de computadoras, Zona y posición geográfica de las Instituciones Educativas beneficiarias de la parroquia de “Tarqui”.

**Tabla 3. 5. Entidades educativas beneficiarias de la parroquia “Tarqui”**

#	Institución	#Alum.	#PC's	Zona	Latitud	Longitud
1	6 de Diciembre	42	0	Rural	1°33'19.8"	78°00'41.3"
2	America	19	0	Rural	1°29'26.3"	78°00'28.7"
3	C.E.I. San Jacinto	14	0	Rural	1°31'23.4"	77°59'1.5"
4	Escuela Amazanga	22	0	Rural	1°34'0.8"	77°59'54.6"
5	Escuela Tarqui	99	4	Rural	1°31'20.6"	78°00'11.1"
6	Juan Pío Montufar	22	0	Rural	1°32'36.2"	77°59'52.0"

<sup>13</sup> Global Mapper – Ciudad del Puyo

La figura 3.6 muestra la ubicación de las unidades educativas beneficiarias de la parroquia “Tarqui”.



**Figura 3. 6. Ubicación de las unidades educativas de “Tarqui”.**<sup>14</sup>

La parroquia de “El Triunfo”, es una de las parroquias más pequeñas del cantón Pastaza, la tabla 3.6 muestra el nombre de la institución, el número de Alumnos, número de computadoras, Zona y posición geográfica de las Instituciones Educativas beneficiarias de la parroquia de “El Triunfo”.

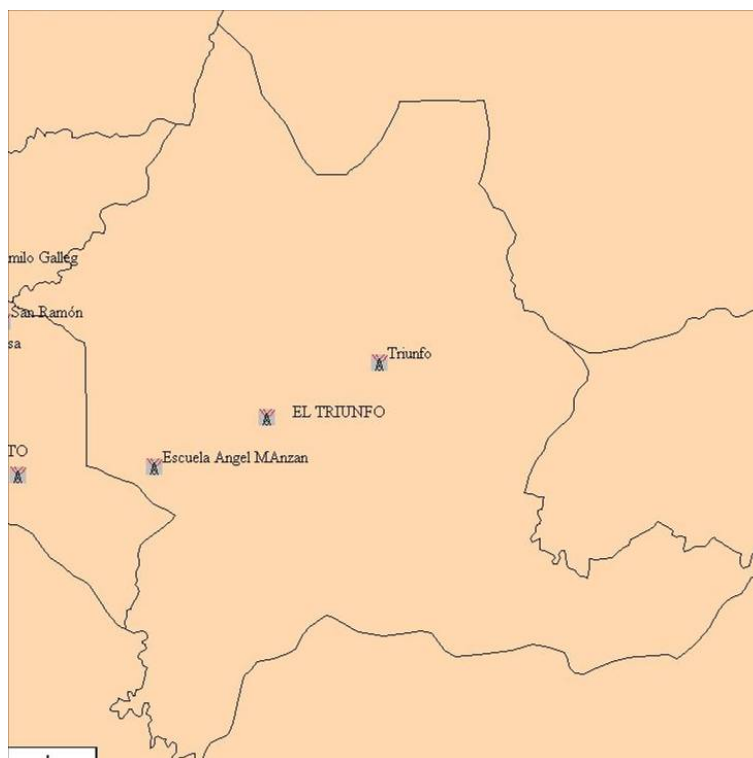
**Tabla 3. 6. Entidades educativas beneficiarias de la parroquia “El Triunfo”**

#	Institución	#Alum.	#PC's	Zona	Latitud	Longitud
1	Esc. Ángel Manzano	35	1	Rural	1°26'39.7"	77°49'15.4"
2	12 de Febrero	230	7	Urbana	1°25'50.0"	77°47'23.0"

<sup>14</sup> Global Mapper – Parroquia “Tarqui”



La figura 3.7 muestra la ubicación de las unidades educativas beneficiarias de la parroquia “El Triunfo”.



**Figura 3. 7. Ubicación de las unidades educativas de “El Triunfo”.**<sup>15</sup>

La parroquia “Diez de Agosto” es una de las parroquias más alejadas del casco urbano, se encuentra geográficamente próxima a la parroquia de “El Triunfo”. Las instituciones educativas beneficiarias se indican en la tabla 3.7

**Tabla 3. 7. Entidades educativas beneficiarias de la parroquia “Diez de Agosto”**

#	Institución	#Alum.	#PC's	Zona	Latitud	Longitud
1	Dr. Camilo Gallegos	17	0	Rural	1°23'19.0"	77°52'56.0"
2	José María Urbina	38	2	Rural	1°26'48.0"	77°51'31.3"
3	Luís A. Martínez	25	1	Rural	1°25'24.8"	77°53'45.7"
4	Machinaza	20	0	Rural	1°24'44.3"	77°54'23.4"

<sup>15</sup> Global Mapper – Parroquia “El Triunfo”

5	Republica de Argentina	77	5	Urbana	1°27'31.2"	77°54'23.4"
6	San Ramón	77	1	Rural	1°24'14.0"	77°51'47.3"

La figura 3.8 muestra la ubicación de las unidades educativas beneficiarias de la parroquia “Diez de Agosto”.



**Figura 3. 8. Ubicación de las unidades educativas de “Diez de Agosto”.**<sup>16</sup>

Un cerro es considerado como útil o importante en el diseño de una red de telecomunicaciones con tecnología inalámbrica si cumple con las siguientes consideraciones:

- Deberá tener un camino de acceso hacia la ubicación en donde se colocarán las estructuras que soporten las antenas.
- Deberá poseer energía eléctrica

<sup>16</sup> Global Mapper – Parroquia “Diez de Agosto”

- Debe tener una línea de vista hacia la zona a donde se pretende llegar con las ondas electromagnéticas.

La tabla 3.8 indica los cerros existentes en la provincia de Pastaza de los cuales se escogerán los más importantes para el propósito del presente estudio.

**Tabla 3. 8. Cerros o elevaciones importantes en la provincia de Pastaza**

<b>Nombre</b>	<b>Altitud (msnm)</b>	<b>Latitud (sur)</b>	<b>Longitud (oeste)</b>
Abitagua	1852	1°25'23.0"	78°08'20.0"
Calvario	1054	1°17'30.0"	77 °52'36.0"
Cashaúrco	1170	1°25'27.0"	78°08'27.0"
El Triunfo	1099	1°24'55.0"	77°45'31.0"
Santa Rosa	1371	1°27'56.0"	78°02'28.0"

El punto de enlace para las instituciones de las parroquias de “El Puyo” y “Tarqui” es el cerro Santa Rosa ubicado en las siguientes coordenadas geográficas: 1°28'00” S - 78°02'19”O con una altura de 1317 metros.

El punto de enlace para las instituciones de la parroquia “El Triunfo” y “Diez de Agosto” es el cerro “El Triunfo” ubicado geográficamente en las siguientes coordenadas: 1°24'55” S - 77°45'31” O con una altura sobre el nivel del mar de 1071.9 metros.

## CAPITULO 4

### 4. ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED

#### 4.1 ESTUDIO DE TRÁFICO, DIMENSIONAMIENTO DE CADA UNA DE LAS REDES, ANCHOS DE BANDA.

El estudio de tráfico está basado en la tabla 4.1 que indica el número de computadoras de acuerdo al número de alumnos y el ancho de banda que se necesita para solventar las necesidades de diseño.

**Tabla 4. 1. Número de alumnos, establecimientos beneficiarios, ancho de banda requerido y número de computadoras según sugerencias de FODETEL.<sup>17</sup>**

alumnos	Número Establecimientos a beneficiarse	Internet Requerido (Kbps)	Computadoras:
10 a 30	7	128	2
31 a 100	13	128	3
101 a 300	7	128	10
301 a 600	2	256	15
601 a 1000	1	512	20
1001 a 3000	0	512	40
3001 o más	0	1.024	40

<sup>17</sup> FODETEL. Tabla sugerida para el cálculo del Ancho de Banda.

Según las sugerencias de FODETEL, las instituciones de cada parroquia con sus respectivos número de computadoras y ancho de banda se indican en las tablas 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5 para las parroquias de “El Puyo”, “Tarqui”, “El Triunfo” y “Diez de Agosto” respectivamente.

PARROQUIA EL PUYO:

**Tabla 4. 2. Número de alumnos, computadoras y ancho de banda de las entidades beneficiarias de la ciudad del Puyo.**

#	Institución	#Alum.	#PC's (actual)	#PC's (añadir)	Total PC's	Ancho Banda
1	Carlos Luís Plaza Aray	40	0	3	3	128 Kbps
2	Esc. de Niñas Andoas	587	1	14	15	256 Kbps
3	Octavio Zurita	110	12	0	12	128 Kbps
4	Teniente Hugo Ortiz	53	1	2	3	128 Kbps
5	Francisco de Orellana	32	1	2	3	128 Kbps
6	Gabriela Mistral	37	1	2	3	128 Kbps
7	Jardín Ciudad de Puyo	70	2	1	3	128 Kbps
8	Jardín Libertad	114	1	9	10	128 Kbps
9	José Joaquín de	104	0	10	10	128 Kbps

	Olmedo					
10	Juan Montalvo	55	10	0	10	128 Kbps
11	Las Palmas	17	0	2	2	128 Kbps
12	Nazareno	40	0	3	3	128 Kbps
13	Ñukanchik Allpa	102	14	0	14	256 Kbps
14	Pinto Grande	48	1	2	3	128 Kbps
15	Plaza Aray	16	0	2	2	128 Kbps
16	Primero de Mayo	563	4	11	15	256 Kbps
17	Santo Domingo	648	7	13	20	512 Kbps
18	Semillitas	98	1	2	3	128 Kbps
19	Simón Bolívar	30	1	1	2	128 Kbps
20	Sinaí	21	0	2	2	128 Kbps
21	Unidad educativa Ing. Eduardo Vásquez	221	9	1	10	128 Kbps

El ancho de banda total que requiere la parroquia de “El Puyo” viene a ser la suma de los anchos de banda de diseño de cada una de las instituciones teniendo así un resultado de: 3456 Kbps.

## PARROQUIA TARQUI:

**Tabla 4. 3. Número de alumnos, computadoras y ancho de banda de las entidades beneficiarias de la parroquia “El Triunfo”.**

#	Institución	#Alum.	#PC's (actual)	#PC's (añadir)	Total PC's	Ancho Banda
1	6 de Diciembre	42	0	3	3	128 Kbps
2	America	19	0	2	2	128 Kbps
3	C.E.I. San Jacinto	14	0	2	2	128 Kbps
4	Escuela Amazanga	22	0	2	2	128 Kbps
5	Escuela Tarqui	99	4	0	4	128 Kbps
6	Juan Pío Montufar	22	0	2	2	128 Kbps

El ancho total que requiere la parroquia de “El Triunfo” viene a ser la suma de los anchos de banda de diseño de cada una de las instituciones teniendo así un resultado de: 768 Kbps.

## PARROQUIA EL TRIUNFO:

**Tabla 4. 4. Número de alumnos, computadoras y ancho de banda de las entidades beneficiarias de la parroquia “El Triunfo”.**

#	Institución	#Alum.	#PC's (actual)	#PC's (añadir)	Total PC's	Ancho Banda
1	Esc. Ángel Manzano	35	1	2	3	128 Kbps
2	12 de Febrero	230	7	3	10	128 Kbps

El ancho total que requiere la parroquia de “El Triunfo” viene a ser la suma de los anchos de banda de diseño de cada una de las instituciones teniendo así un resultado de: 256 Kbps.

#### PARROQUIA DIEZ DE AGOSTO:

**Tabla 4. 5. Número de alumnos, computadoras y ancho de banda de las entidades beneficiarias de la parroquia “Diez de Agosto”.**

#	Institución	#Alum.	#PC's (actual)	#PC's (añadir)	Total PC's	Ancho Banda
1	Dr. Camilo Gallegos	17	0	2	2	128 Kbps
2	José María Urbina	38	2	1	3	128 Kbps
3	Luís A. Martínez	25	1	1	2	128 Kbps
4	Machinaza	20	0	2	2	128 Kbps
5	Republica de Argentina	77	5	0	5	128 Kbps
6	San Ramón	77	1	2	3	128 Kbps

El ancho total que requiere la parroquia de “El Triunfo” viene a ser la suma de los anchos de banda de diseño de cada una de las instituciones teniendo así un resultado de: 768 Kbps.

El ancho de banda necesario para cubrir las necesidades de Internet en el cantón Pastaza es la suma de los anchos de banda de cada una de las cuatro parroquias que da un equivalente a 5248 Kbps más 128 Kbps que el Municipio usará para gestionar la red, se tiene un total de 5376 Kbps es decir una capacidad de 6 Mbps con compartición 4 a 1, los canales serán de 1,5 Mbps que por seguridad y por proyección podría optarse por canales de 2Mbps.



Se debe direccionar cada red, y cada subred. Los anexos 1 y 2 muestran la tabla de direcciones para cada red y subred, y, un esquema general de todas las redes y subredes con sus direcciones.

## 4.2 DISEÑO DE LA RED

El [siguiente diseño](#) consta de dos soluciones. La Primera es un escenario inalámbrico para le RED WAN (Red de área extendida) por las siguientes razones:

- Mayor flexibilidad
- Menor Costo
- Fácil Acceso
- Cobertura muy amplia

La segunda solución es un escenario LAN (red de área local) y WLAN (Red de área local inalámbrica).

Para las instituciones con menos de 10 computadoras se ha escogido una Red LAN cableada por las siguientes razones:

- Seguridad al tener información enviada por cables
- Red interna cableada por que no precisa de movilidad
- Fácil administración de la red.
- Bajo costo y simple mantenimiento por ser redes con pocas computadoras.

Para las instituciones que cuentan con más de 10 computadoras se ha escogido una Red WLAN basada en Wi-fi por las siguientes razones:

- Fácil instalación y administración
- Movilidad
- Fácil detección de errores a nivel físico
- No requiere ningún cableado lo que ahorra en mantenimiento a largo plazo.

Para el diseño de la RED WAN se usará el software Radio Mobile que permitirá analizar las redes inalámbricas, estudios de cobertura, perfiles de los radio enlaces, ganancias y pérdidas, entre otras.

Se usan las coordenadas obtenidas de cada una de las instituciones educativas beneficiarias para establecer los puntos de enlace con las elevaciones de importancia que son “Santa Rosa” y “El Triunfo”, cuyas coordenadas fueron obtenidas en una visita al cantón Pastaza por medio del uso del GPS marca Magellan modelo Explorist 600 que trabaja con 12 satélites y posee un margen de error de +-5 cuando se conectan de 10 a 12 satélites. Un punto de enlace muy importante es el Ilustre Municipio del Cantón Pastaza que esta situado en la ciudad de “El Puyo”, en las coordenadas geográficas siguientes: 1°29'15”S - 77°59'55”O.

#### **4.2.1 Red LAN y WLAN**

Cada una de las instituciones beneficiarias contará con una Red Local ya sea alámbrica o inalámbrica.

## Red LAN

La red LAN correrá en Ethernet que es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD (Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Detección de Colisiones según sus siglas en inglés *Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection*). 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.

Ethernet es un protocolo que usa cable UTP categoría 5e como medio de transmisión que da una velocidad de conexión de hasta 1Gbps pero en la actualidad se usa hasta 100Mbps. La figura 4.1 muestra un esquema básico de la Red LAN operable bajo este protocolo.

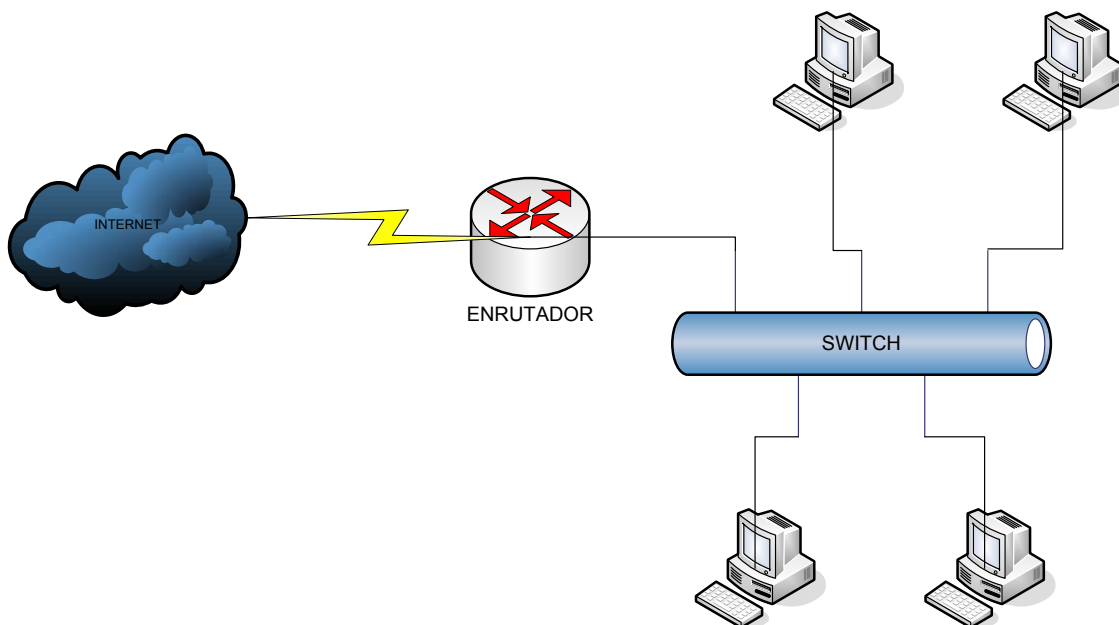


Figura 4. 1. Esquema de una Red LAN

La red LAN debe contar con un router que reciba Internet desde el CPE, desde la antena exterior de la red de acceso, un Switch que reciba la señal del Router y la reparta a las computadoras las mismas que deberán contar con un adaptador de Red que soporte Ethernet. En la actualidad las computadoras ya

vienen con un puerto de Red que funciona en Ethernet eso beneficia al proyecto al reducir costos de implementación.

Los routers por lo general tienen pocos puertos Ethernet donde se conectarían directamente las computadoras pero en el caso de necesitar más puertos se debe usar Switchs que tienen 6, 12, 24 puertos para Ethernet.

La tabla 4.6 muestra las entidades educativas que usarán una Red Interna LAN.

**Tabla 4. 6. Unidades Educativas que harán uso de una Red LAN.**

PUYO			
Institución	#Alum.	Total PC's	Ancho Banda
Carlos Luís Plaza Aray	40	3	128 Kbps
Teniente Hugo Ortiz	53	3	128 Kbps
Francisco de Orellana	32	3	128 Kbps
Gabriela Mistral	37	3	128 Kbps
Jardín Ciudad de Puyo	70	3	128 Kbps
Las Palmas	17	2	128 Kbps
Nazareno	40	3	128 Kbps
Pinto Grande	48	3	128 Kbps
Plaza Aray	16	2	128 Kbps
Semillitas	98	3	128 Kbps
Simón Bolívar	30	2	128 Kbps
Sinaí	21	2	128 Kbps
TARQUI			
Institución	#Alum.	Total PC's	Ancho Banda
6 de Diciembre	42	3	128 Kbps
America	19	2	128 Kbps
C.E.I. San Jacinto	14	2	128 Kbps
Escuela Amazanga	22	2	128 Kbps
Escuela Tarqui	99	4	128 Kbps

Juan Pío Montufar	22	2	128 Kbps
EL TRIUNFO			
Institución	#Alum.	Total PC's	Ancho Banda
Esc. Ángel Manzano	35	3	128 Kbps
DIEZ DE AGOSTO			
Institución	#Alum.	Total PC's	Ancho Banda
Dr. Camilo Gallegos	17	2	128 Kbps
José María Urbina	38	3	128 Kbps
Luís A. Martínez	25	2	128 Kbps
Machinaza	20	2	128 Kbps
Republica de Argentina	77	5	128 Kbps
San Ramón	77	3	128 Kbps

## Red WLAN

La red WLAN se basará en Wi-Fi que es el estándar 802.11 para redes locales inalámbricas. La figura 4.2 muestra un esquema de una red WLAN

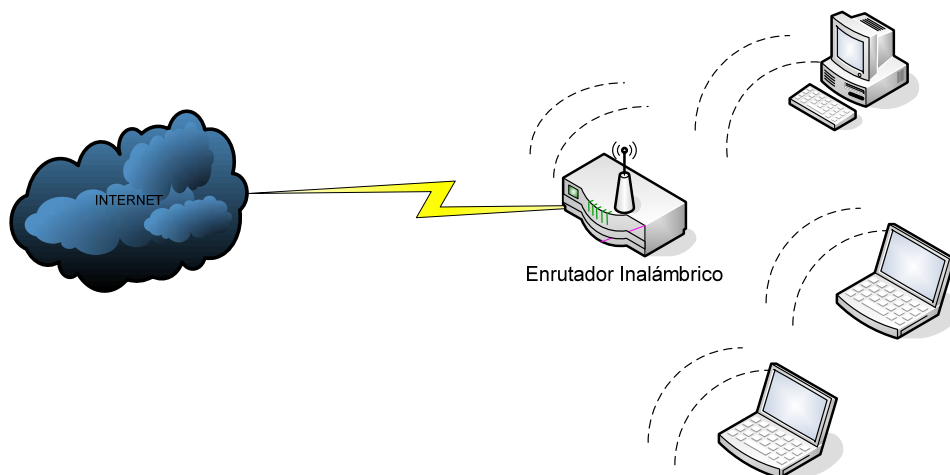


Figura 4. 2. Esquema de una Red LAN

Por lo general, los equipos portátiles ya vienen con una tarjeta de Red inalámbrica que trabaja con Wi-Fi por lo que no es necesario realizar alguna inversión adicional. Eso no sucede con las computadoras de escritorio en las cuales se debe colocar un adaptador de red inalámbrico para que trabaje con Wi-Fi el mismo que no es muy costoso y da la oportunidad de movilidad a las computadoras de escritorio. El router debe ser un router capaz de enviar la señal de Internet que recibe directamente del CPE, de la antena exterior, a las computadoras inalámbricamente.

La tabla 4.7 muestra las unidades educativas que harán uso de una red WLAN.

**Tabla 4. 7. Unidades Educativas que harán uso de una Red WLAN.**

PUYO			
Institución	#Alum.	Total PC's	Ancho Banda
Esc. de Niñas Andoas	587	15	256
Octavio Zurita	110	12	128
Jardín Libertad	114	10	128
José Joaquín de Olmedo	104	10	128
Juan Montalvo	55	10	128
Ñukanchik Allpa	102	14	256
Primero de Mayo	563	15	256
Santo Domingo	648	20	512
Unidad educativa Ing. Eduardo Vásconez	221	10	128
EL TRIUNFO			
Institución	#Alum.	Total PC's	Ancho Banda
12 de Febrero	230	10	128 Kbps

### 4.2.2 Red WAN

Se ha escogido Wi-Fi como la tecnología apropiada para este diseño porque no produce interferencia entre otros sistemas inalámbricos que usen la misma frecuencia debido a que las redes inalámbricas, usarán las bandas no licenciadas de 2.4Ghz y 5.8Ghz, y otra razón importante que permitió que la tecnología Wi-Fi sea la escogida es que requiere bajos niveles de potencia para funcionar.

Una de las elevaciones importantes que posee una ubicación geográfica que beneficia a este proyecto es el cerro “Santa Rosa”, ubicación que poseerá la radio base principal y recibirá directamente del Municipio de Pastaza en la ciudad de “El Puyo” todo el ancho de Banda que posteriormente será repartido a las instituciones beneficiarias. Este cerro es de fácil acceso terrestre, cuenta con energía eléctrica, cubre una zona correspondiente al 70% de la ubicación en donde se encuentran las unidades educativas beneficiarias y las torres de transporte. Cuenta con torres, antenas, generadores de operadores celulares.

Para cubrir el 30% restante de la zona en donde se encuentran las entidades educativas beneficiarias se hará uso del cerro “El Triunfo” que de igual manera cuenta con energía eléctrica, radio bases de operadoras celulares y acceso vehicular.

Las coordenadas de estas dos elevaciones así como su altura se muestran en la tabla 4.8.

**Tabla 4. 8. Información geográfica de los cerros “Abitagua” y “El Triunfo”**

<b>Nombre</b>	<b>Altitud (msnm)</b>	<b>Latitud (sur)</b>	<b>Longitud (oeste)</b>
El Triunfo	1099	1°24'55”	77°45'31”
Santa Rosa	1370,4	1°27'56”	78°02'28”

Con el objetivo de minorar los costos en la implementación, sería factible arrendar un espacio en las estructuras, en las torres que ya existen en estas elevaciones así no se deberá armar una nueva torre para las antenas.

Para asegurar que los enlaces tengan un buen desempeño y baja pérdida de la señal, se seguirán los siguientes consejos:

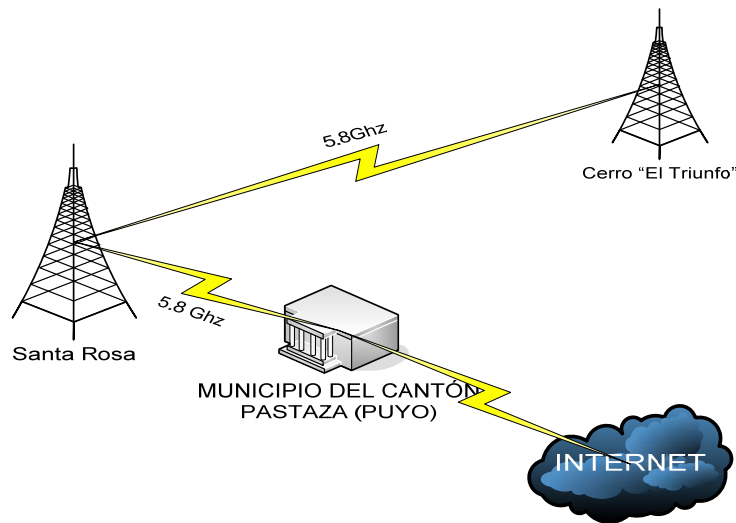
- Ganancia de 16 y 24dBi para las antenas direccionales que trabajarán en la red de transporte
- Ganancia de 12 y 16 dBi para las antenas parabólicas sectoriales que trabajaran en la red de acceso.
- Potencia de salida de 500mW para los equipos
- Una sensibilidad de recepción de -93dBm
- *Spread Spectrum* (Espectro Ensanchado)
- Línea de vista de hasta un 60% de despeje en la primera zona de Fresnel
- 20m de altura entre el haz radioeléctrico y el nivel del suelo como altura de claridad para evitar pérdidas por la gran vegetación de la zona en los cerros
- Altura de las antenas variables de acuerdo a la claridad de los enlaces en los receptores en los establecimientos educativos.

### **Red de Transporte**

Esta red usará un enlace punto-punto con una frecuencia de 5.8Ghz que es una banda no licenciada y antenas direccionales de 24dBi de ganancia. El Internet esta centralizado en el Municipio de Pastaza en la ciudad del “El Puyo”



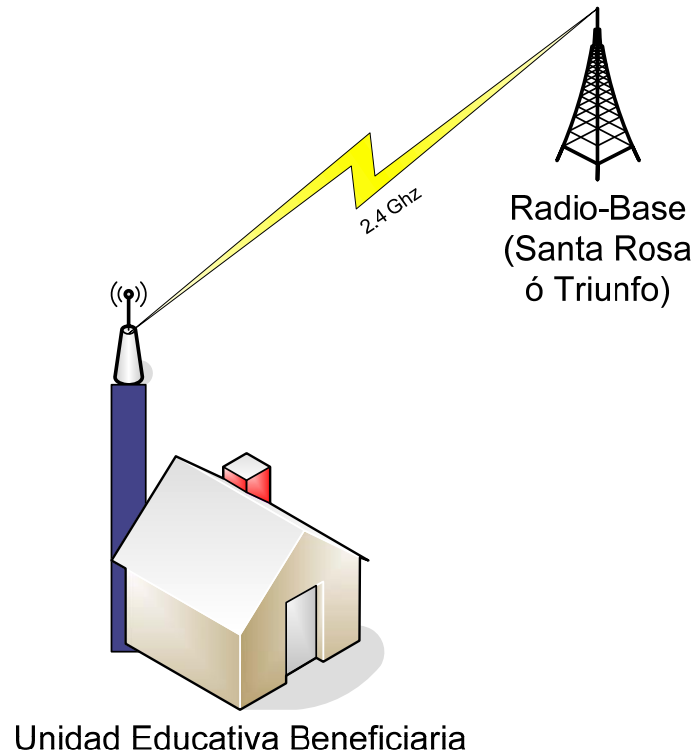
que envía mediante un enlace de radio al cerro “Santa Rosa” quien reparte al cerro “El Triunfo”, así lo indica la figura 4.3.



**Figura 4. 3. Red de Transporte**

### **Red de Acceso**

La red de acceso es una red punto – multipunto con modulación spread spectrum (espectro ensanchado), que trabajará a la frecuencia de 2,4 Ghz que corresponde a una frecuencia no licenciada. La figura 4.4 indica un esquema de la red de acceso.



**Figura 4. 4. Red de Acceso**

En la figura 4.5, las entidades educativas con resalte amarillo pertenecen a la parroquia “Tarqui”, las entidades sin resalte pertenecen a “El Puyo”, y el punto de enlace con resalte negro es el cerro “Santa Rosa”. Se muestra toda la red de Acceso para “El Puyo” y “Tarqui”.

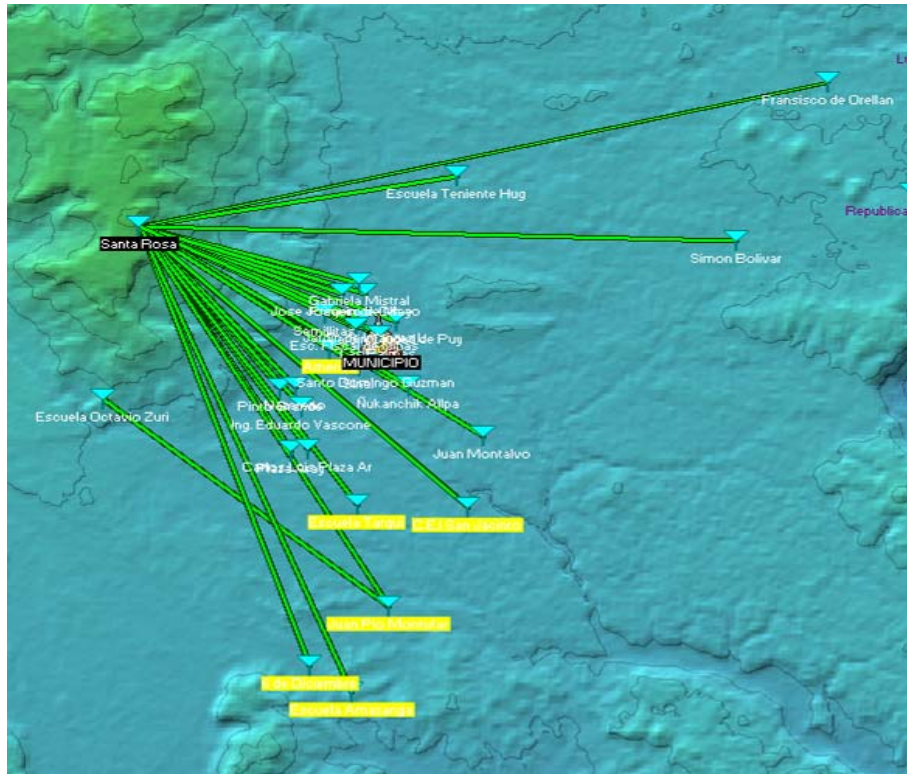


Figura 4. 5. Red de Acceso para “El Puyo” y “Tarqui”

La radio Base ubicada en el cerro “El Triunfo” será la encargada de proveer Internet a las unidades educativas de las parroquias “Diez de Agosto” y “El Triunfo”. La figura 4.6 muestra la red punto-multipunto para estas dos Parroquias.

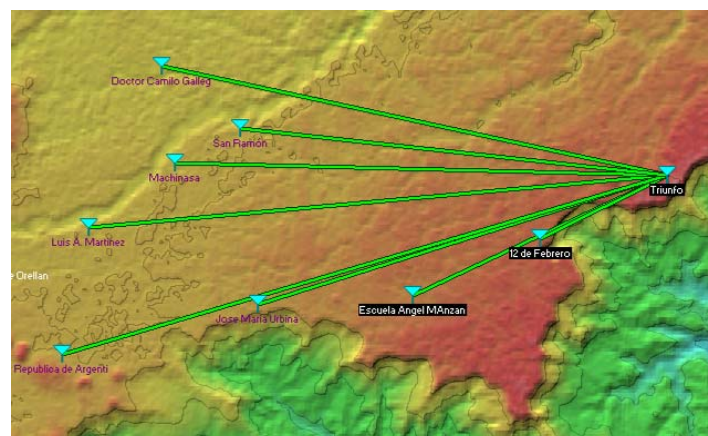


Figura 4. 6. Enlace punto – multipunto desde el cerro “El Triunfo” a las entidades beneficiarias de la parroquia “El Triunfo” y “Diez de Agosto”







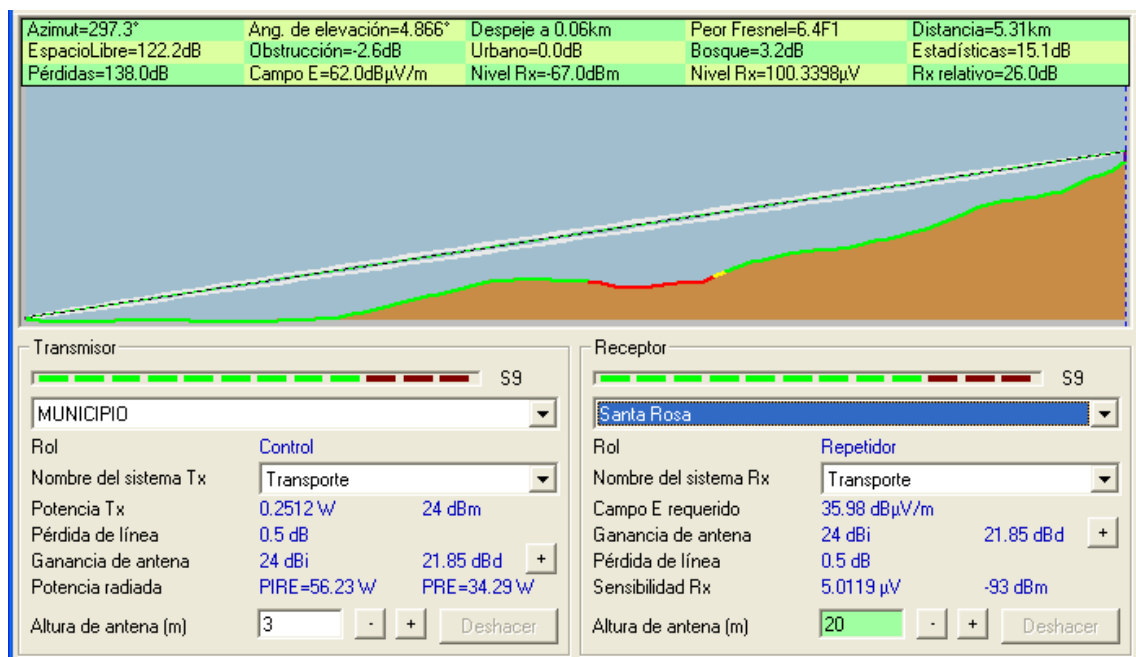
### Municipio – Santa Rosa

Distancia del enlace: 5.31 Km.

Altura de las antenas:

Municipio: 3m

Santa Rosa: 20 m



**Figura 4. 9. Enlace de radio Municipio – Santa Rosa**

## El Triunfo – Santa Rosa

Distancia del enlace: 31.88 Km.

Altura de las antenas:

El Triunfo: 18m

Santa Rosa: 26m

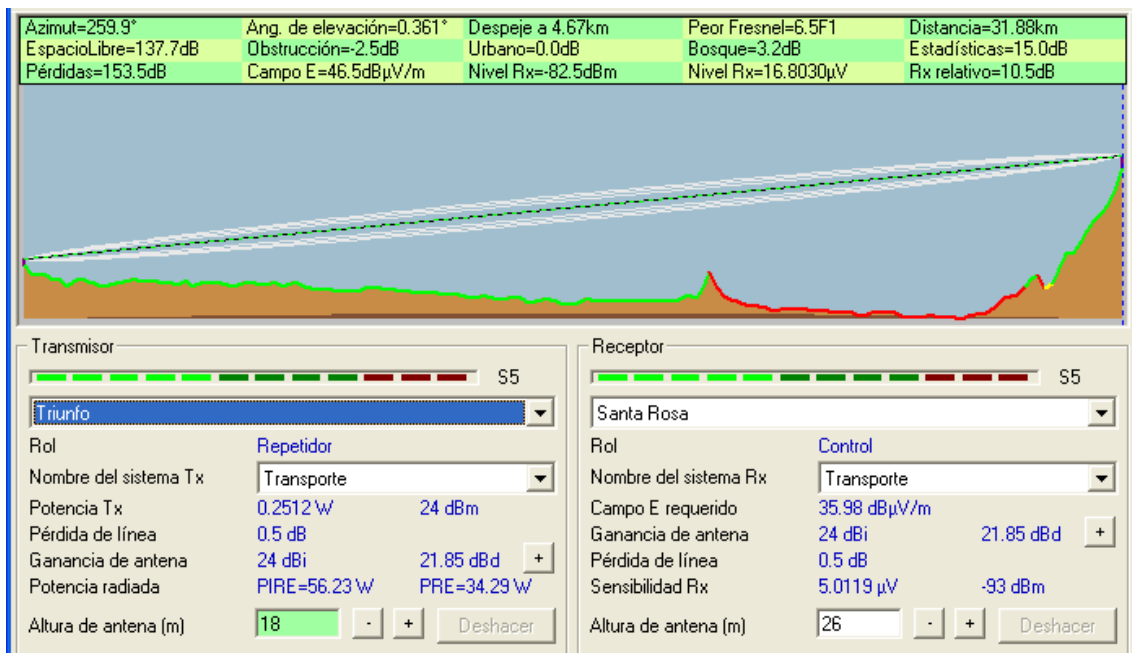


Figura 4. 10. Enlace de radio El Triunfo – Santa Rosa.

#### 4.4.2 Perfiles de los enlaces de la Red de Acceso

Para la red de Acceso se tienen dos tipos de antenas. Las ubicadas en las radio-bases y las ubicadas en las entidades educativas beneficiarias. Las primeras son de tipo omnidireccional y las segundas parabólicas. Las siguientes características son de las antenas en las radio-bases:

- 2.4 Ghz de Frecuencia
- 24 dBm de Potencia
- -93 dBm de Umbral de recepción
- 16 dBi de Ganancia.

Las características de las antenas en las unidades educativas son:

- 2.4 Ghz de Frecuencia
- 27 dBm de Potencia
- -93 dBm de Umbral de recepción
- 16 dBi de Ganancia.

La altura de las antenas en los cerros “Santa Rosa” es de 20m y en el cerro “El Triunfo” de 30m.

La altura de las antenas en las entidades educativas varían por motivos de recepción, esta variación esta en el rango de 2 a 35 metros que se especifican en las figuras que muestran los perfiles de los enlaces.



**PUYO**

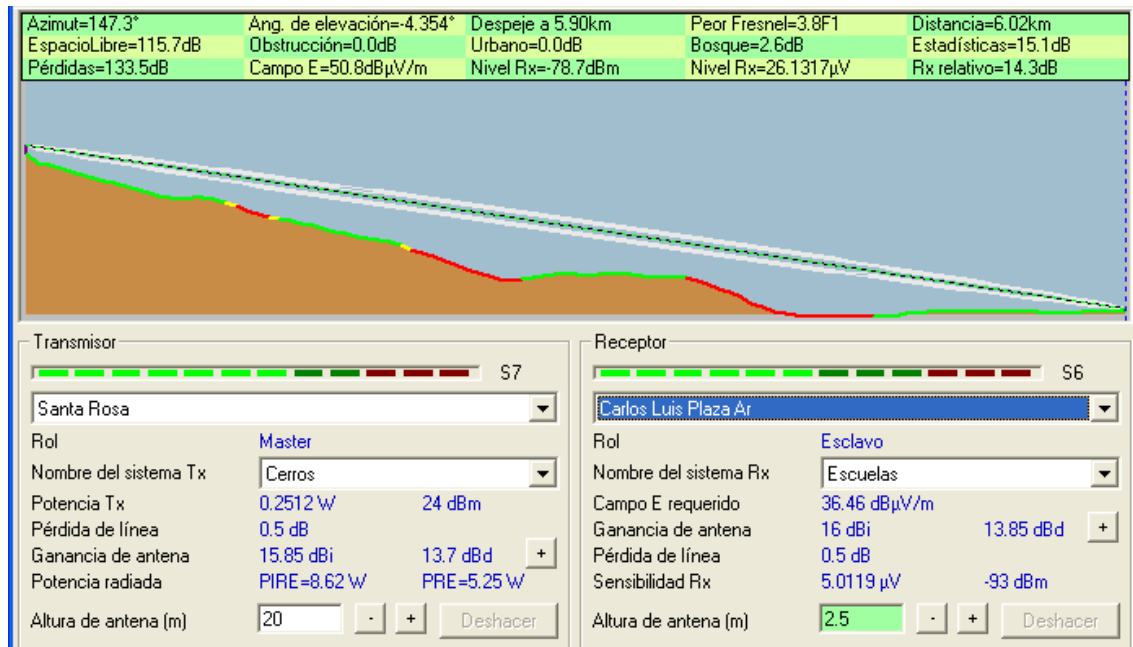
**SANTA ROSA – CARLOS LUIS PLAZA ARAY**

Distancia del enlace: 6.02 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 2,5 m



**Figura 4. 11. Enlace de radio Santa Rosa – Carlos Luís Plaza Aray**

## SANTA ROSA – ESCUELA FISCAL DE NIÑAS ANDOAS

Distancia del enlace: 4.78 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 2 m

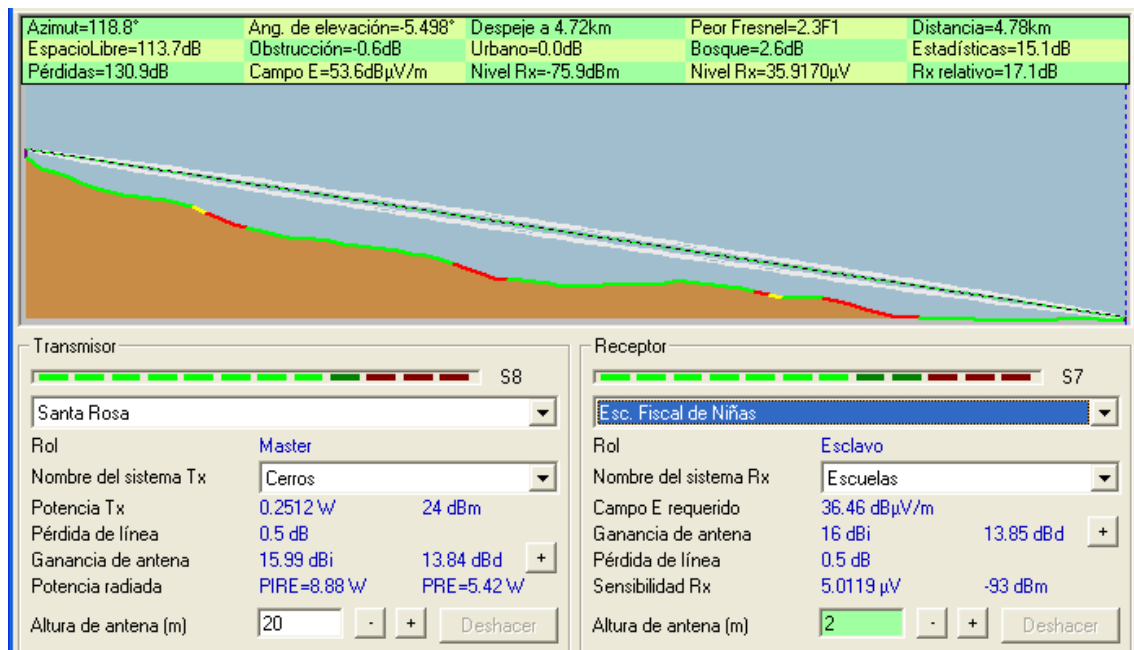


Figura 4. 12. Enlace de radio Santa Rosa – Escuela Fiscal de niñas Andoas

## SANTA ROSA – ESCUELA TENIENTE HUGO ORTIZ

Distancia del enlace: 6.25 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 3 m

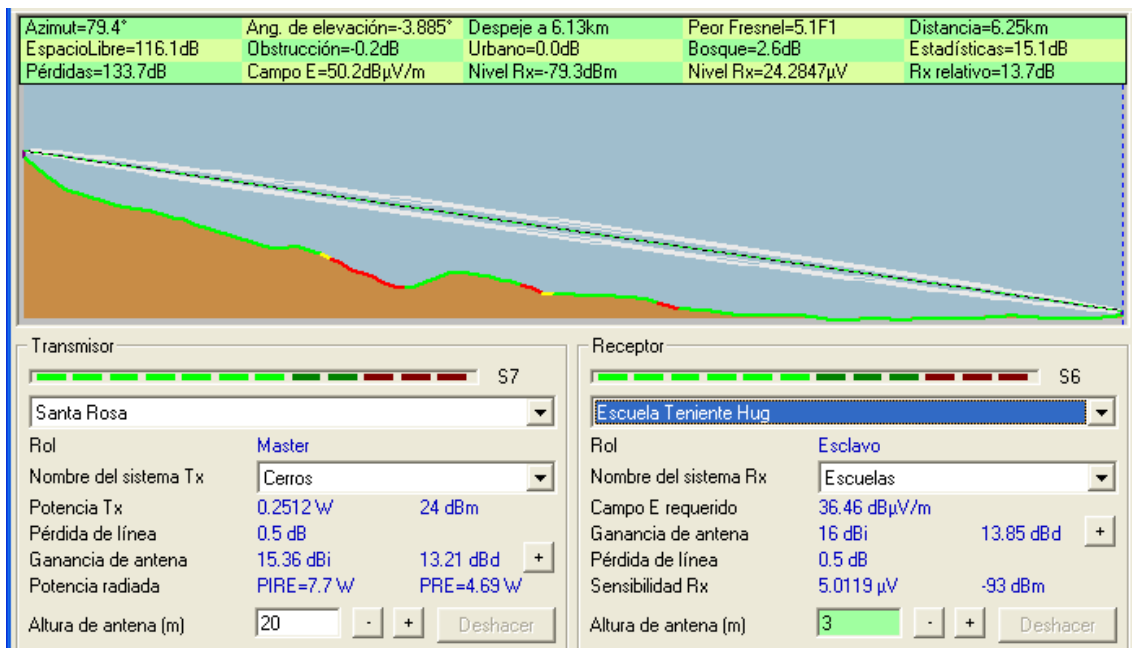


Figura 4. 13. Enlace de radio Santa Rosa – Escuela Teniente Hugo Ortiz

## SANTA ROSA – FRANCISCO DE ORELLANA

Distancia del enlace: 13.73 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 13 m

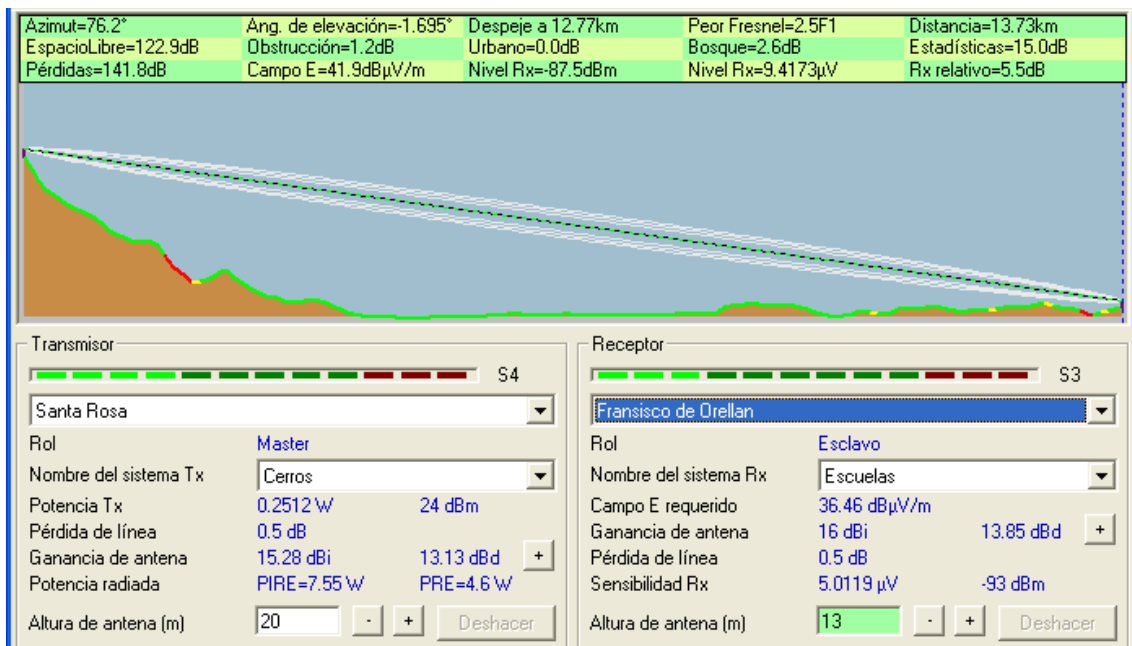


Figura 4. 14. Enlace de radio Santa Rosa – Francisco de Orellana

## SANTA ROSA – GABRIELA MISTRAL

Distancia del enlace: 4.43 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 2 m

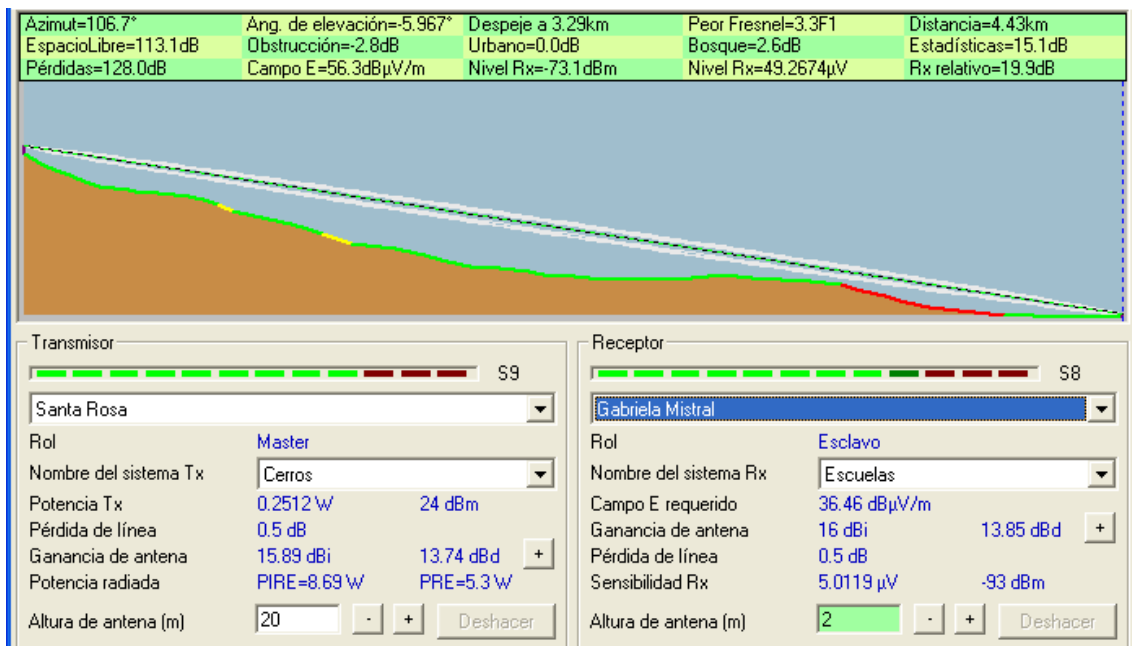


Figura 4. 15. Enlace de radio Santa Rosa – Gabriela Mistral

### SANTA ROSA – JARDIN CIUDAD DE PUYO

Distancia del enlace: 5.42 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 2.5 m

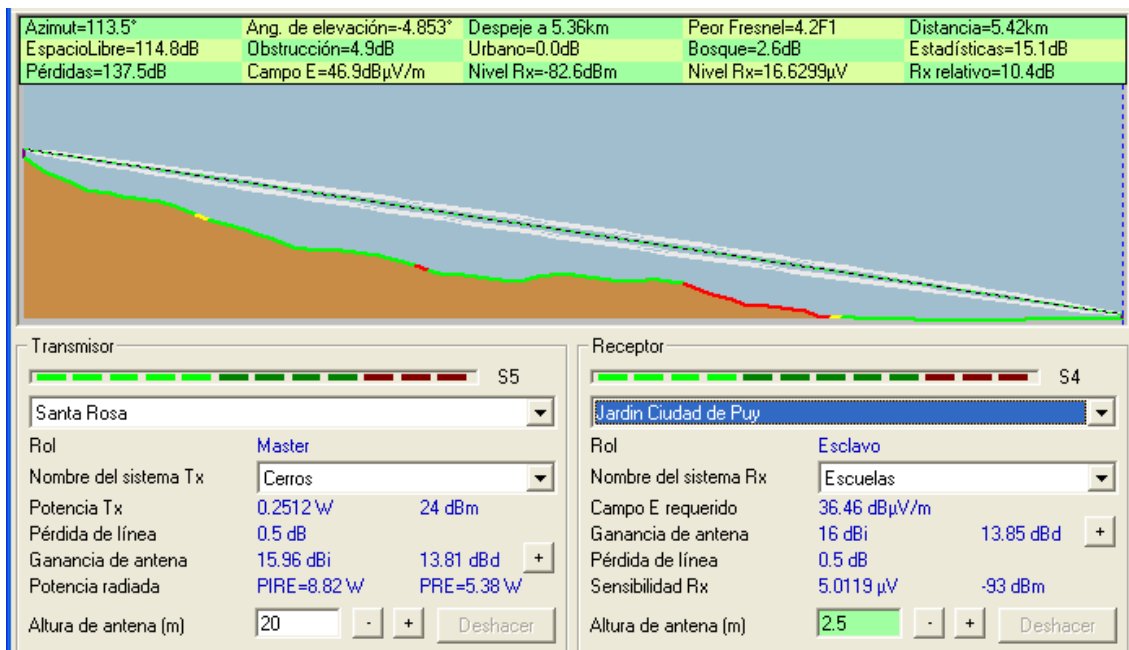


Figura 4. 16. Enlace de radio Santa Rosa – Jardín Ciudad de Puyo

## SANTA ROSA – JARDIN DE INFANTES LIBERTAD

Distancia del enlace: 4.82 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 3,5 m

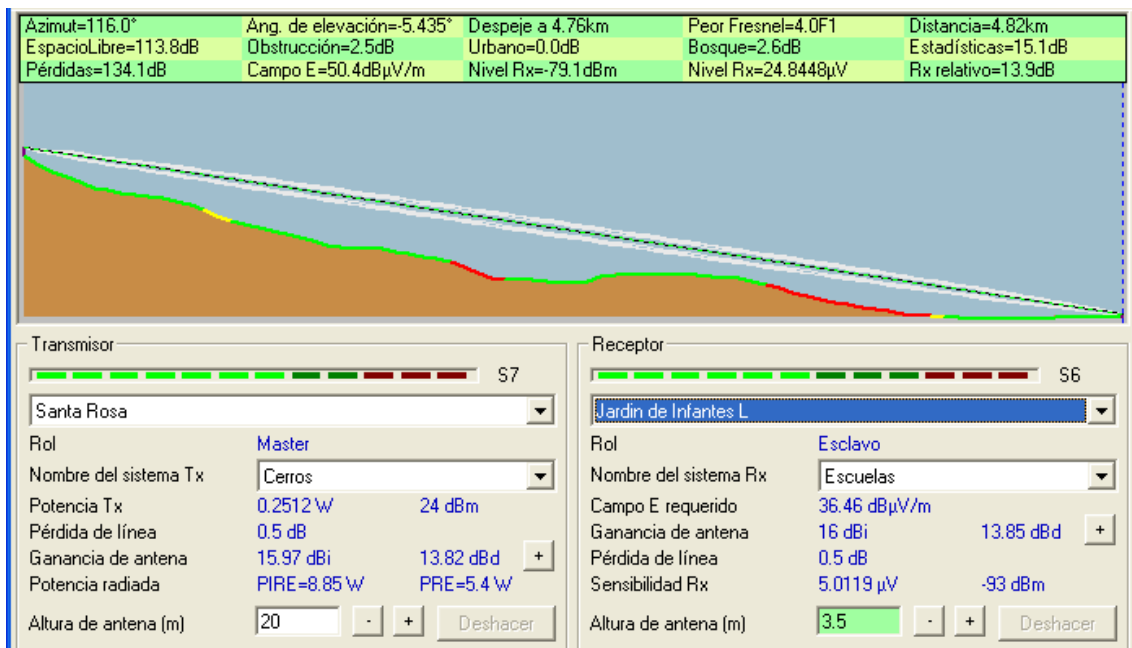


Figura 4. 17. Enlace de radio Santa Rosa – Jardín de Infantes Libertad

## SANTA ROSA – JOSÉ JOAQUÍN DE OLMEDO

Distancia del enlace: 4.20 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 3 m

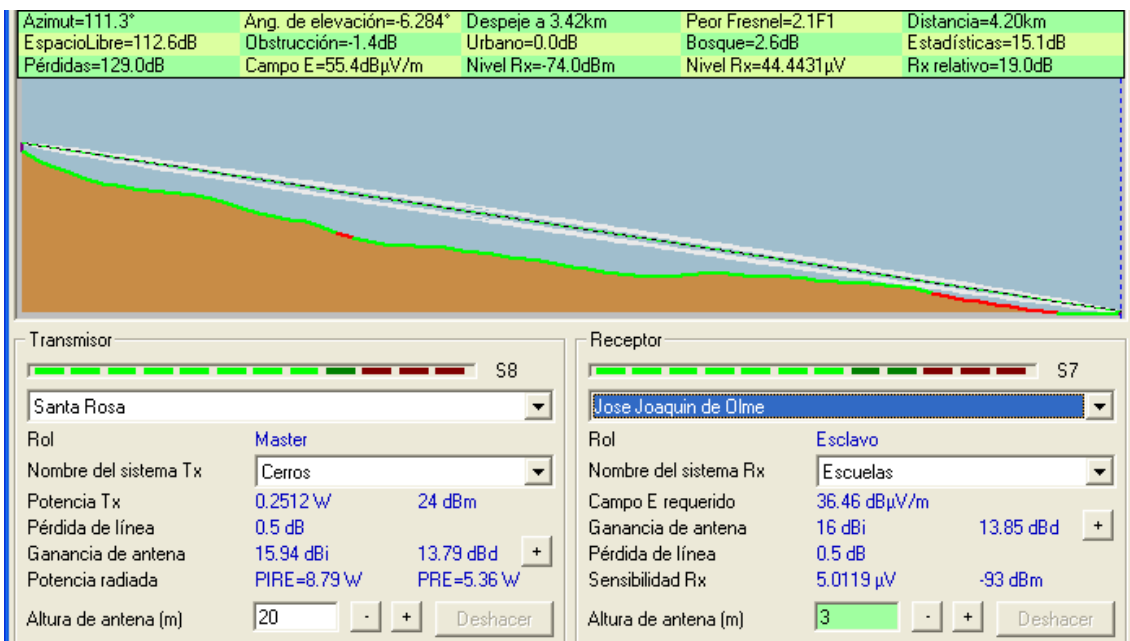


Figura 4. 18. Enlace de radio Santa Rosa – José Joaquín de Olmedo



## SANTA ROSA – JUAN MONTALVO

Distancia del enlace: 8.20 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 15 m

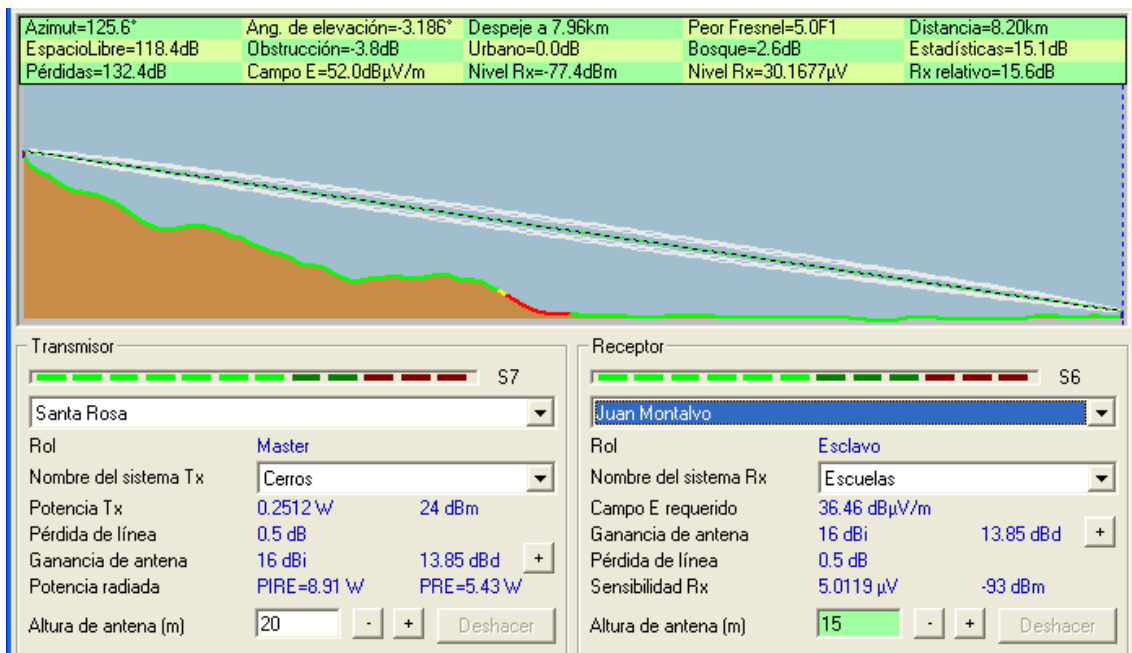


Figura 4. 19. Enlace de radio Santa Rosa – Juan Montalvo

## SANTA ROSA – LAS PALMAS

Distancia del enlace: 5.27 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 2 m

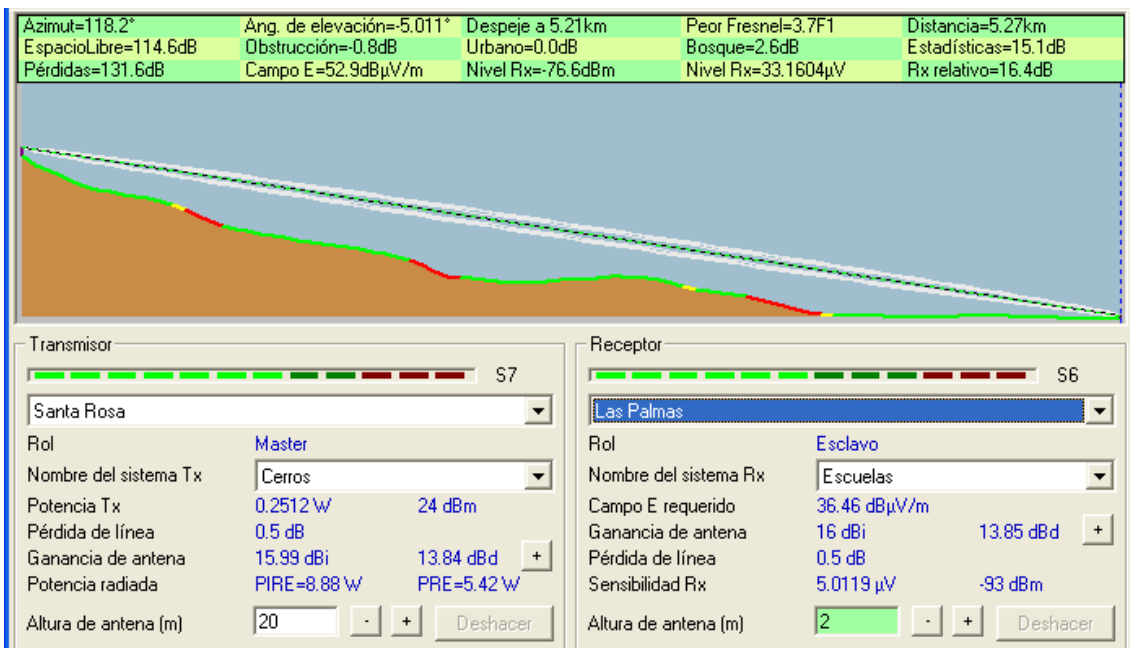


Figura 4. 20. Enlace de radio Santa Rosa – Las Palmas

## SANTA ROSA – NAZARENO

Distancia del enlace: 4.73 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 6m

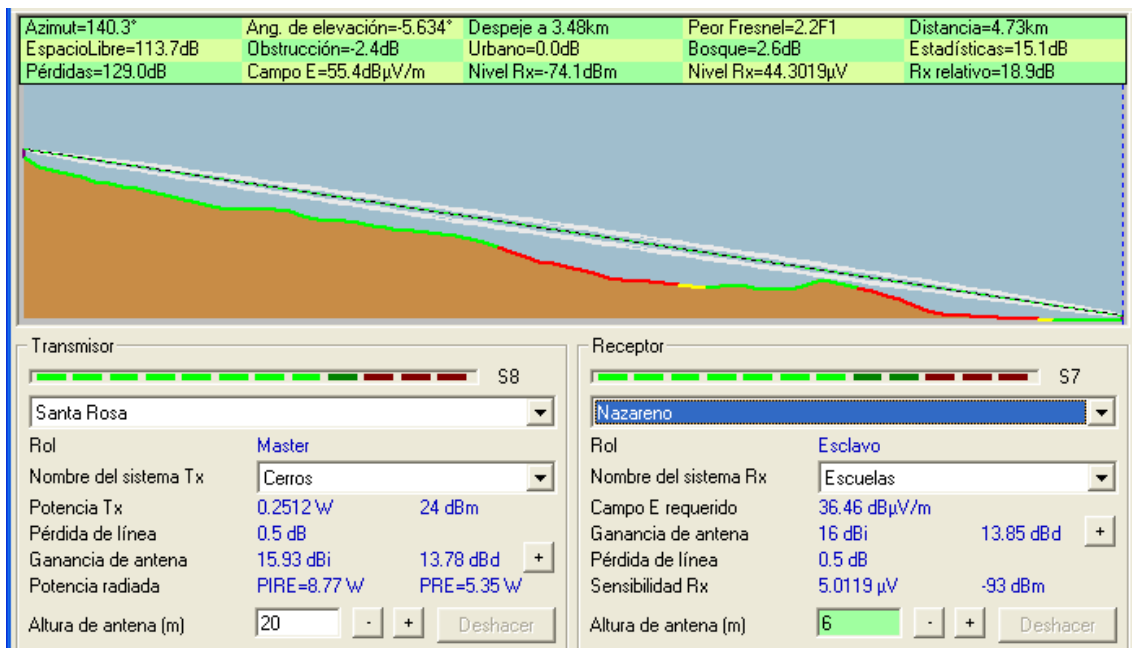


Figura 4. 21. Enlace de radio Santa Rosa – Nazareno

## SANTA ROSA – ÑUKANCHIK ALLPA

Distancia del enlace: 6.36 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 3,5m

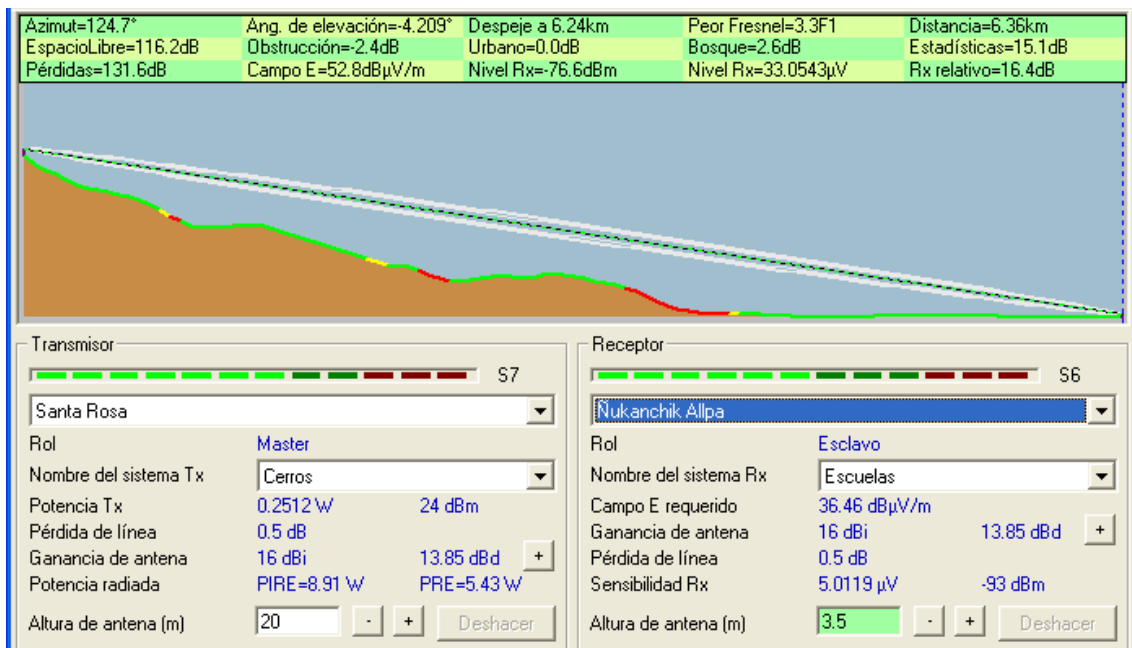


Figura 4. 22. Enlace de radio Santa Rosa – Ñukanchik Allpa

## SANTA ROSA – PINTO GRANDE

Distancia del enlace: 4.59 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 4m

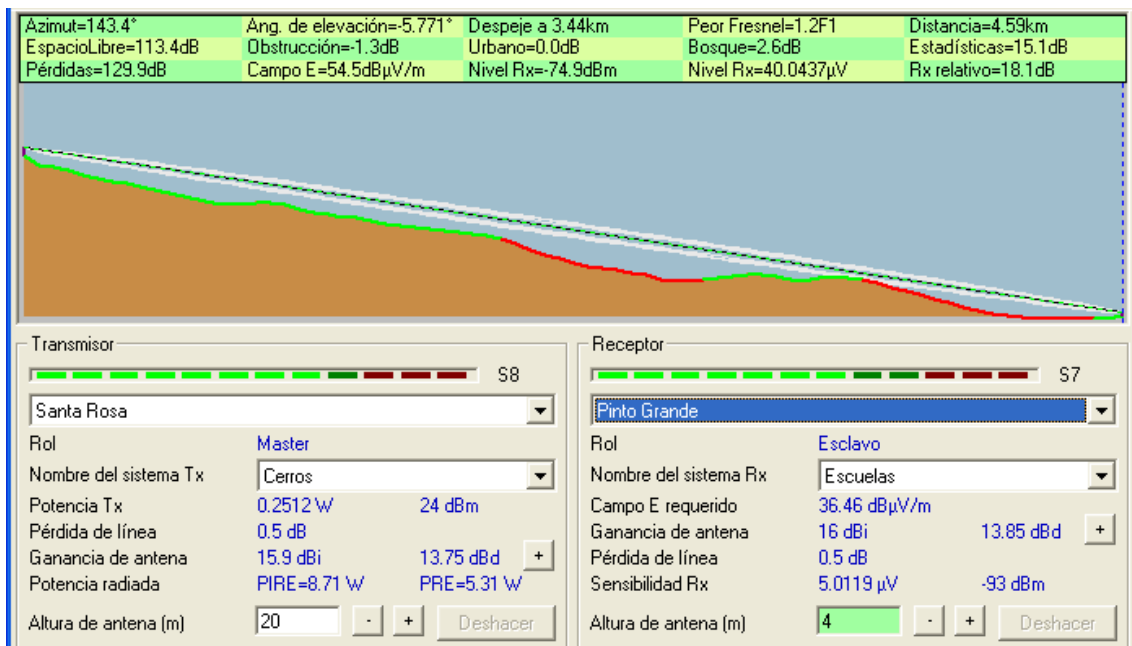


Figura 4. 23. Enlace de radio Santa Rosa – Pinto Grande

### SANTA ROSA – PLAZA ARAY

Distancia del enlace: 5.87 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 4m



Figura 4. 24. Enlace de radio Santa Rosa – Plaza Aray

## SANTA ROSA – PRIMERO DE MAYO

Distancia del enlace: 4.64 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 2m

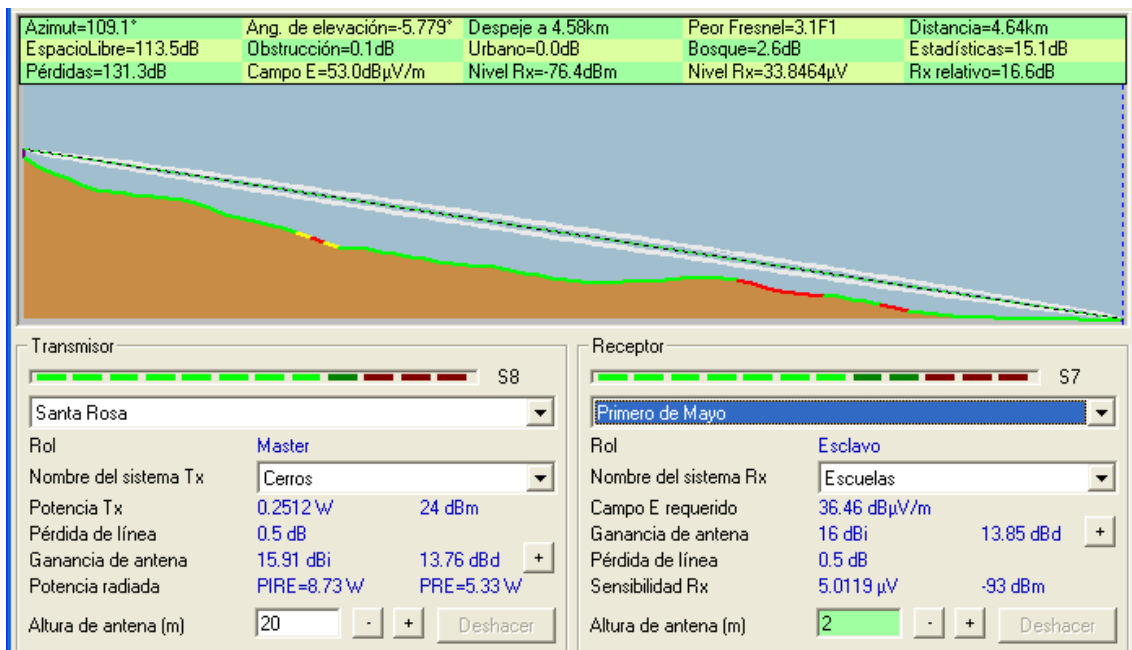


Figura 4. 25. Enlace de radio Santa Rosa – Primero de Mayo

## SANTA ROSA – SANTO DOMINGO DE GUZMAN

Distancia del enlace: 5.55 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 5m

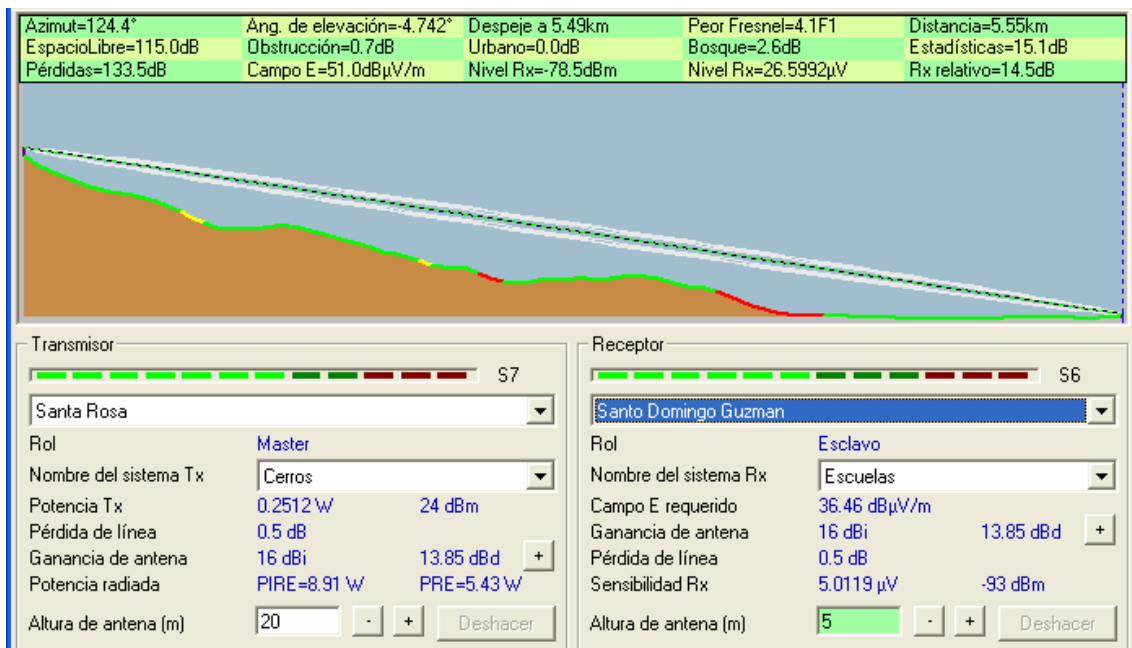


Figura 4. 26. Enlace de radio Santa Rosa – Santo Domingo de Guzman



## SANTA ROSA – SEMILLITAS

Distancia del enlace: 4,11 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 2m

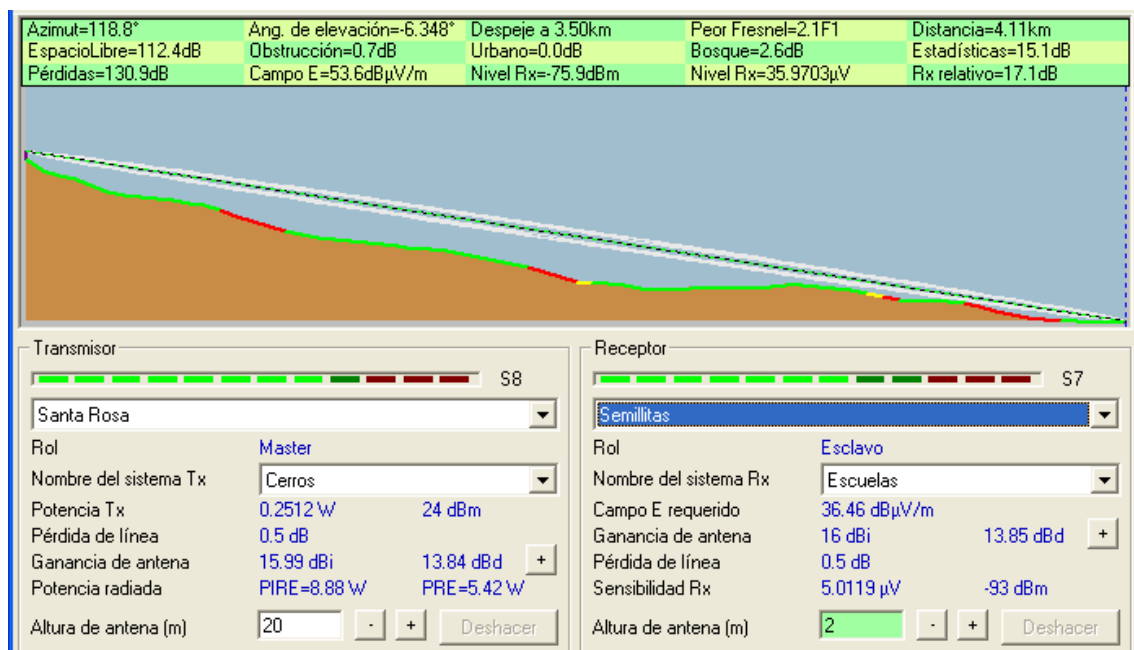


Figura 4. 27. Enlace de radio Santa Rosa – Semillitas

## SANTA ROSA – SIMON BOLIVAR

Distancia del enlace: 11.55 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 7m



Figura 4. 28. Enlace de radio Santa Rosa – Simón Bolívar

## SANTA ROSA – SINAI

Distancia del enlace: 5.31 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 2m

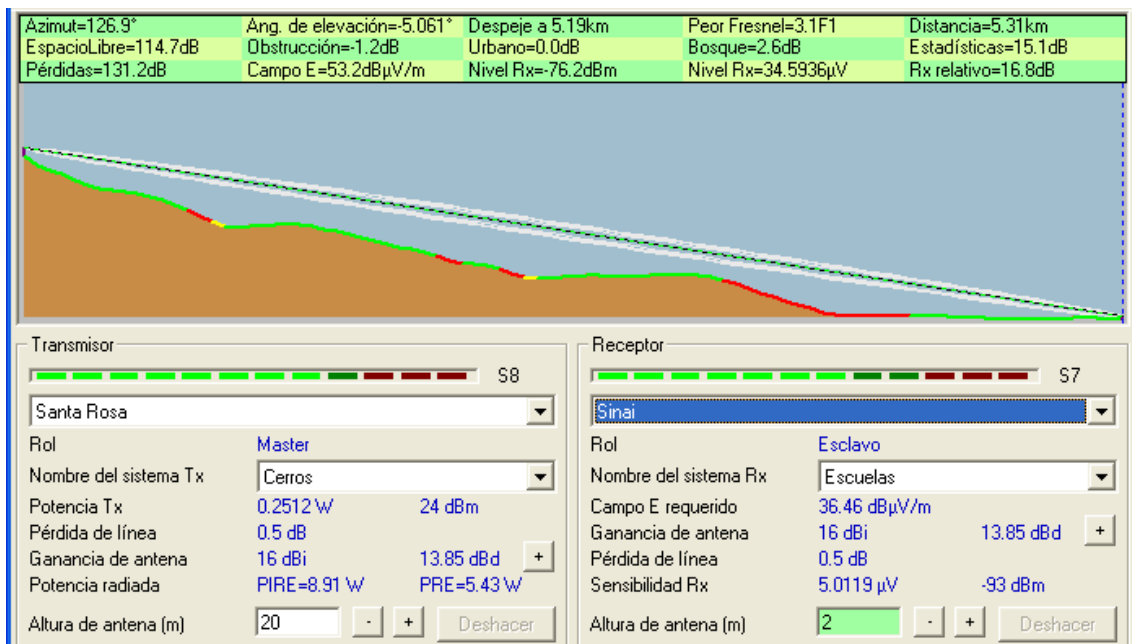


Figura 4. 29. Enlace de radio Santa Rosa – Sinai

## SANTA ROSA – UNIDAD EDUCATIVA ING. EDUARDO VASCONEZ

Distancia del enlace: 5.17 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 2m

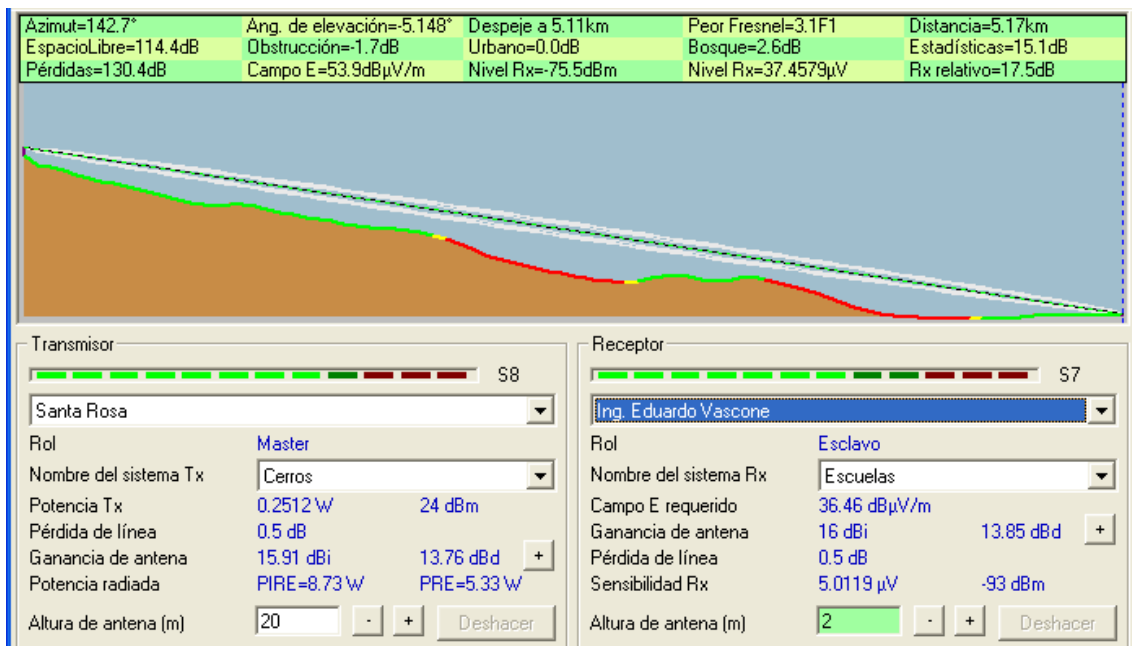


Figura 4. 30. Enlace de radio Santa Rosa – Unidad Educativa Ing. Eduardo Vásconez

Para el enlace de la unidad educativa “Octavio Zurita” será necesario usar la torre de la unidad educativa Juan Pío Montufar de la parroquia “Tarqui” por la razón de que no existe línea de vista con ninguno de los cerros pero si con dicha unidad.

### OCTAVIO ZURITA – JUAN PIO MONTUFAR

Distancia del enlace: 7.27 Km.

Altura de las antenas:

Octavio Zurita: 4m

Juan Pío Montufar: 5m

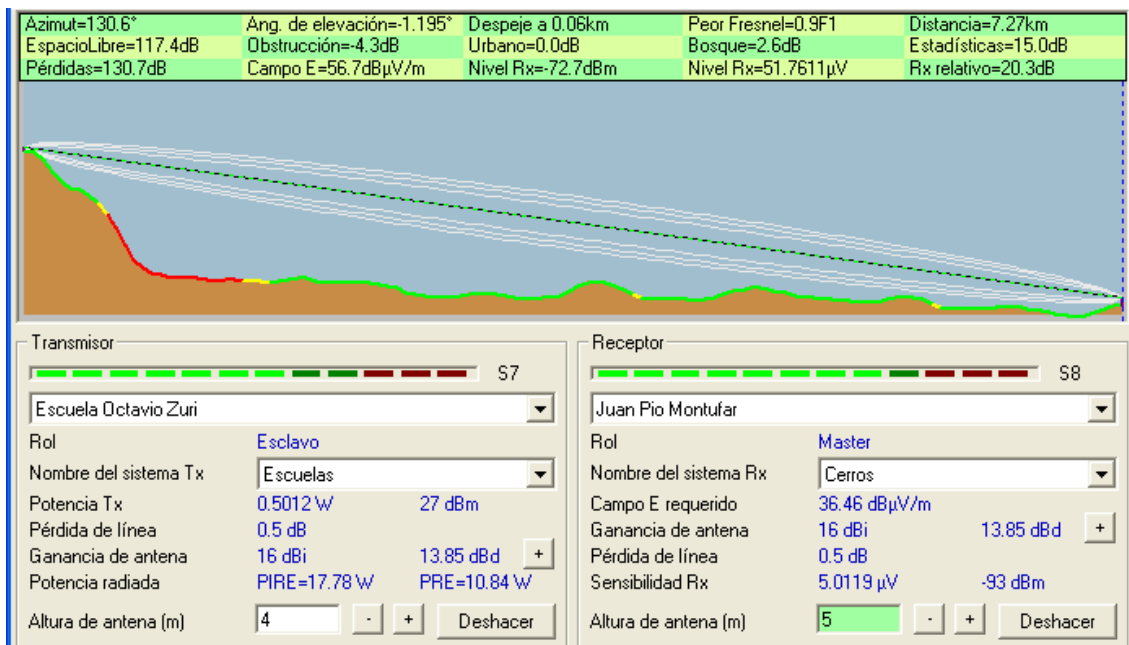


Figura 4. 31. Enlace de radio Octavio Zurita – Juan Pío Montúfar

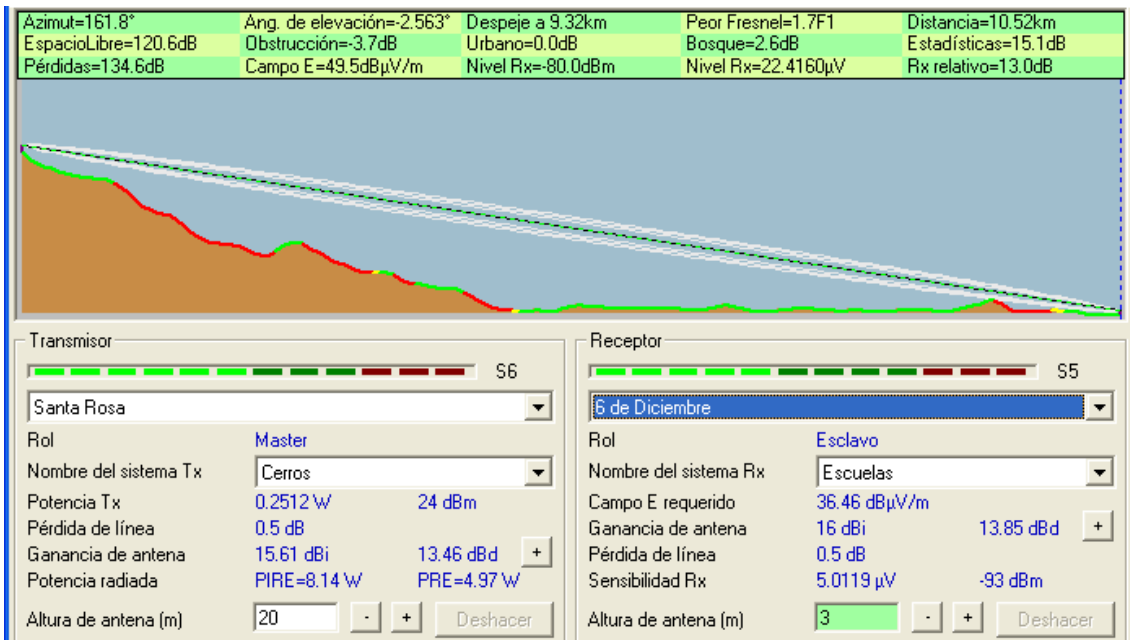
**TARQUI****SANTA ROSA – UNIDAD EDUCATIVA 6 DE DICIEMBRE**

Distancia del enlace: 10.52 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 3m



**Figura 4. 32. Enlace de radio Santa Rosa – Unidad Educativa 6 de Diciembre**

## SANTA ROSA – AMERICA

Distancia del enlace: 4.62 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 3m

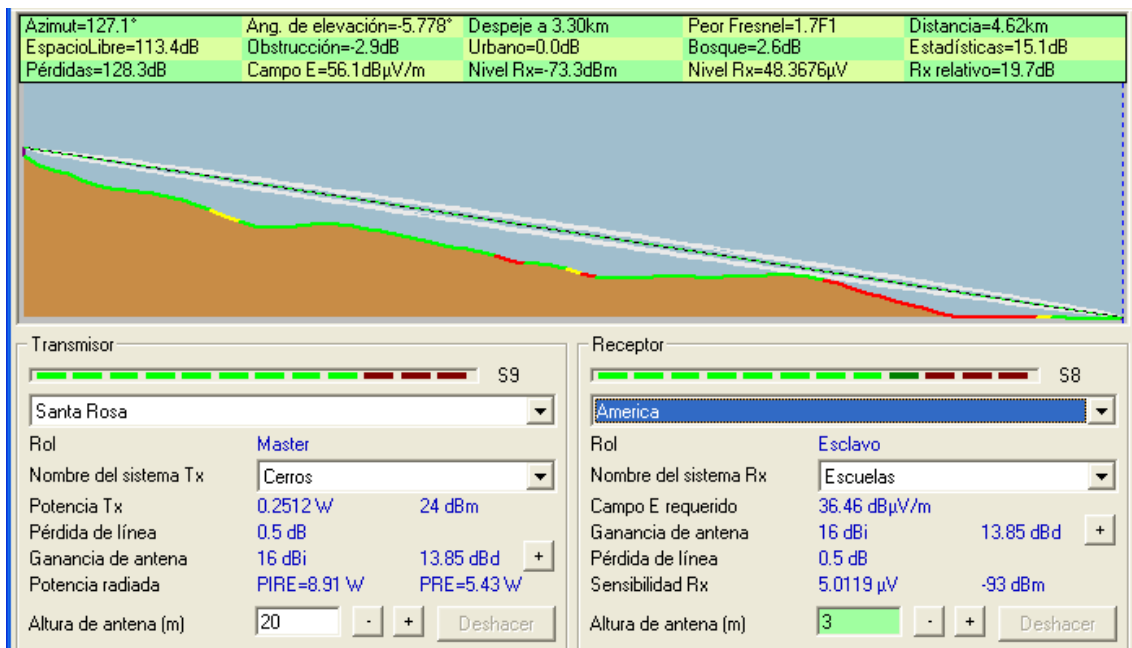


Figura 4. 33. Enlace de radio Santa Rosa – América

## SANTA ROSA – C.E.I SAN JACINTO

Distancia del enlace: 9,03 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 5m

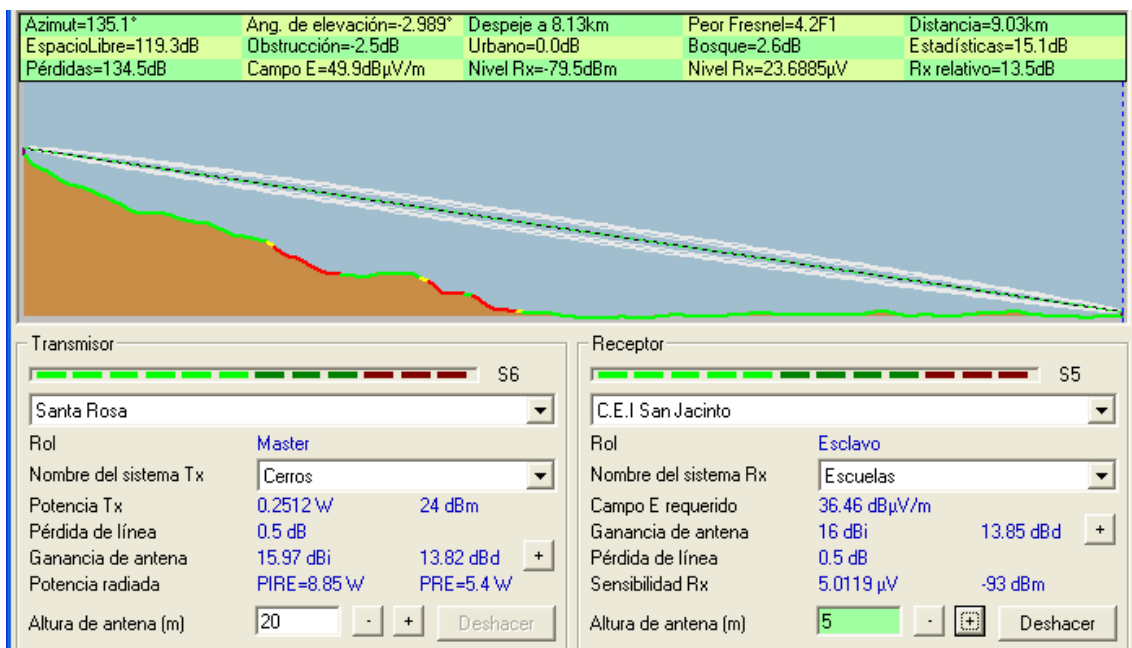


Figura 4. 34. Enlace de radio Santa Rosa – C.E.I San Jacinto



## SANTA ROSA – ESCUELA AMAZANGA

Distancia del enlace: 11.36 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 8m

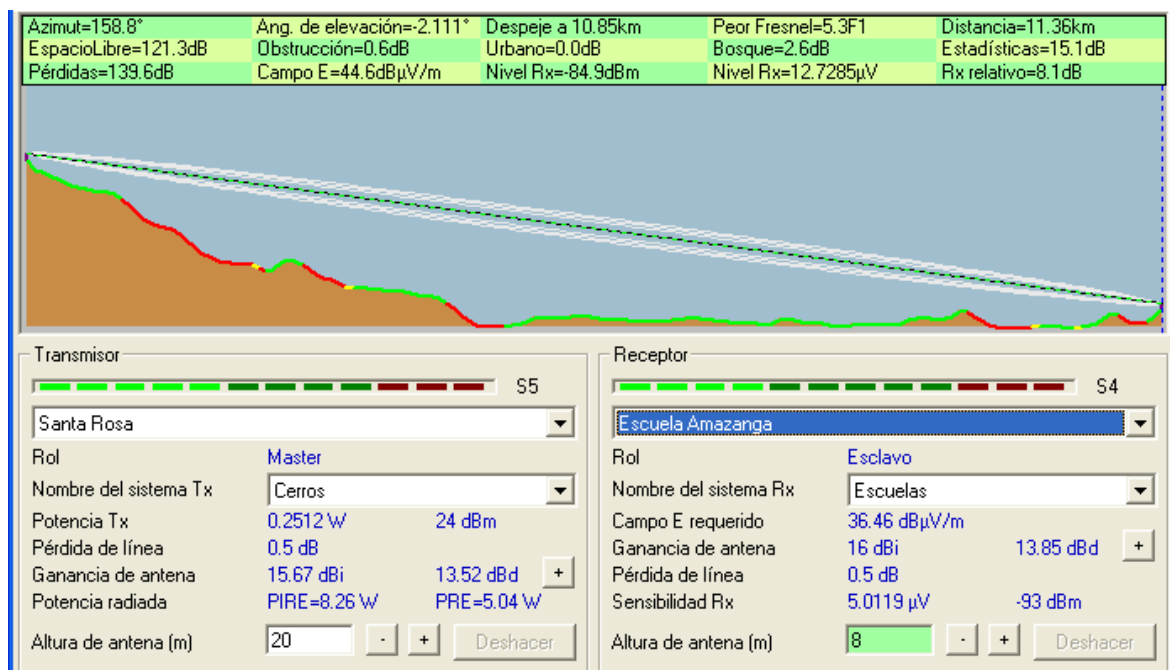


Figura 4. 35. Enlace de radio Santa Rosa – Escuela Amazanga

## SANTA ROSA – ESCUELA TARQUI

Distancia del enlace: 7.60 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 4,5m

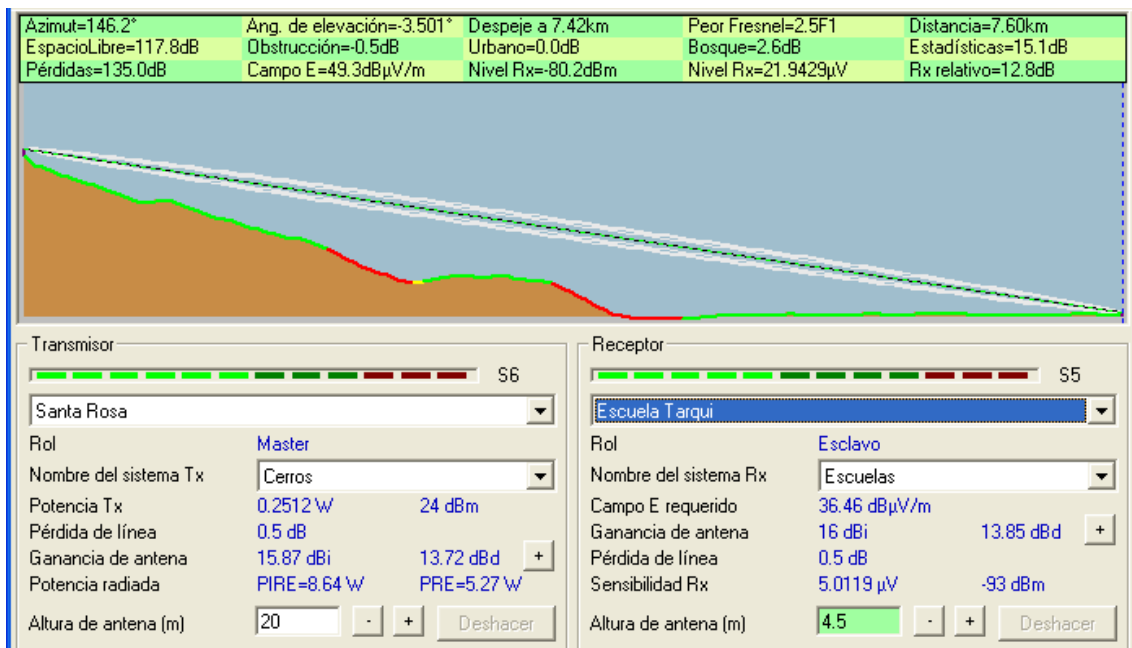


Figura 4. 36. Enlace de radio Santa Rosa – Escuela Tarqui

## SANTA ROSA – JUAN PIO MONTUFAR

Distancia del enlace: 9.90 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 20m

Unidad Educativa: 8m

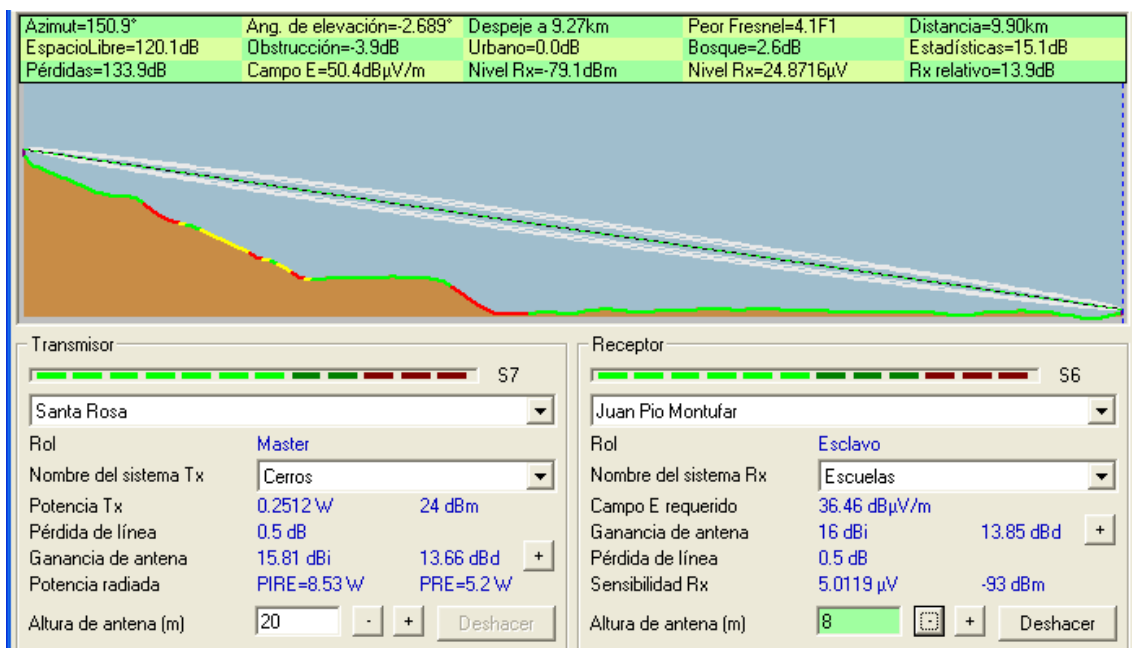


Figura 4. 37. Enlace de radio Santa Rosa – Juan Pío Montufar

## EL TRIUNFO

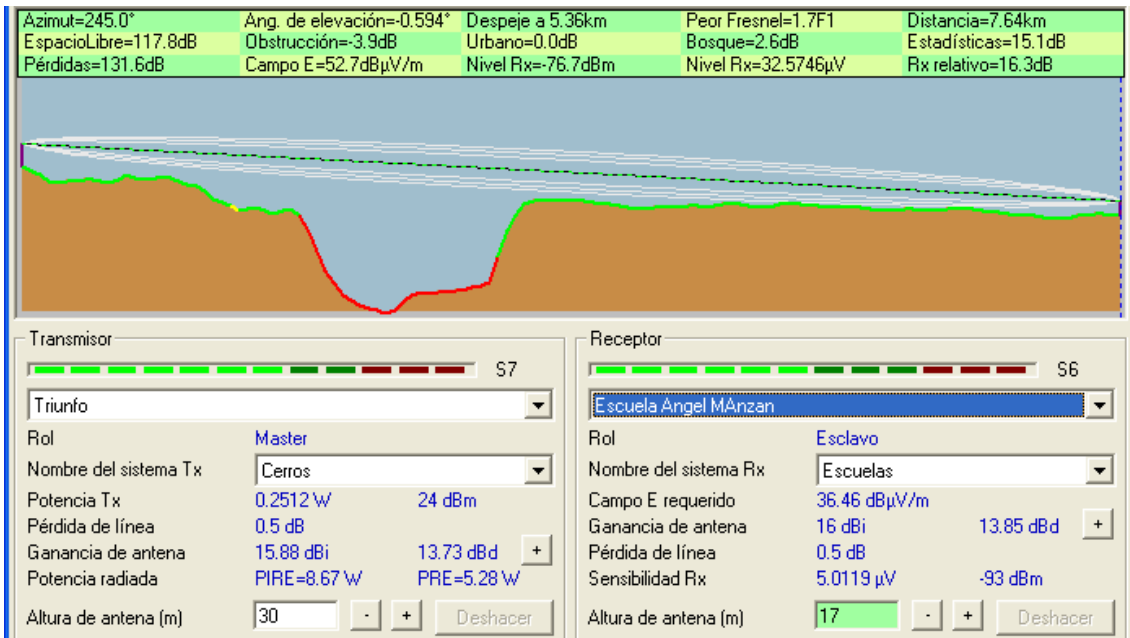
### EL TRIUNFO – ESCUELA ANGEL MANZANO

Distancia del enlace: 7.64 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 30m

Unidad Educativa: 17m



**Figura 4. 38. Enlace de radio cerro “El Triunfo” – Escuela Ángel Manzano**

## EL TRIUNFO – 12 DE FEBRERO

Distancia del enlace: 3.85 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 30m

Unidad Educativa: 2m

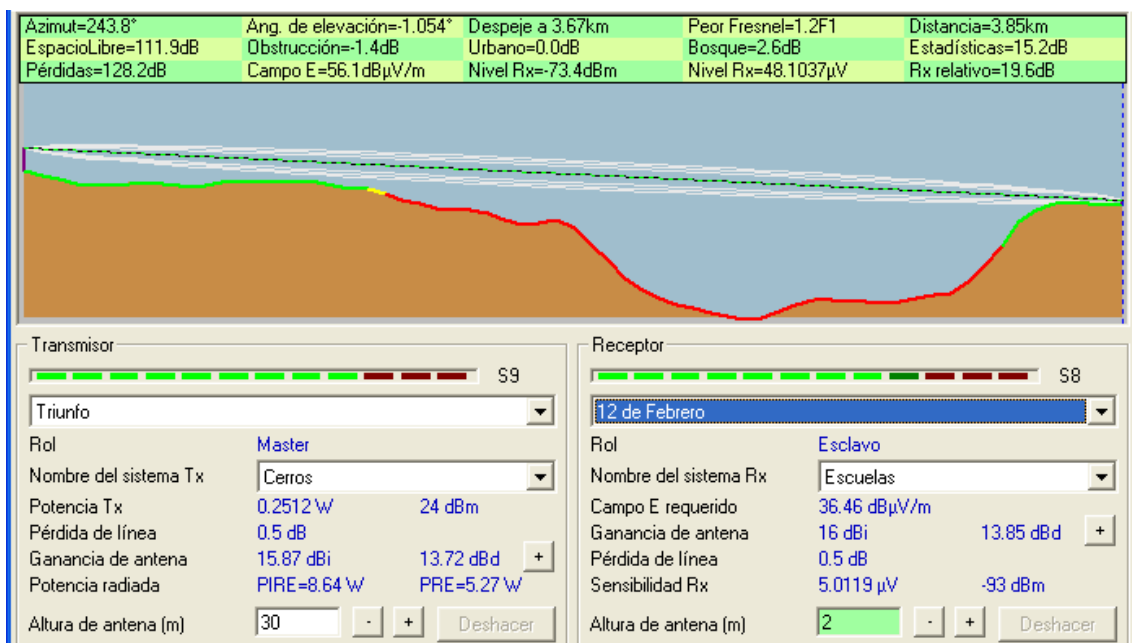


Figura 4. 39. Enlace de radio cerro “El Triunfo” – 12 de Febrero

## 10 DE AGOSTO

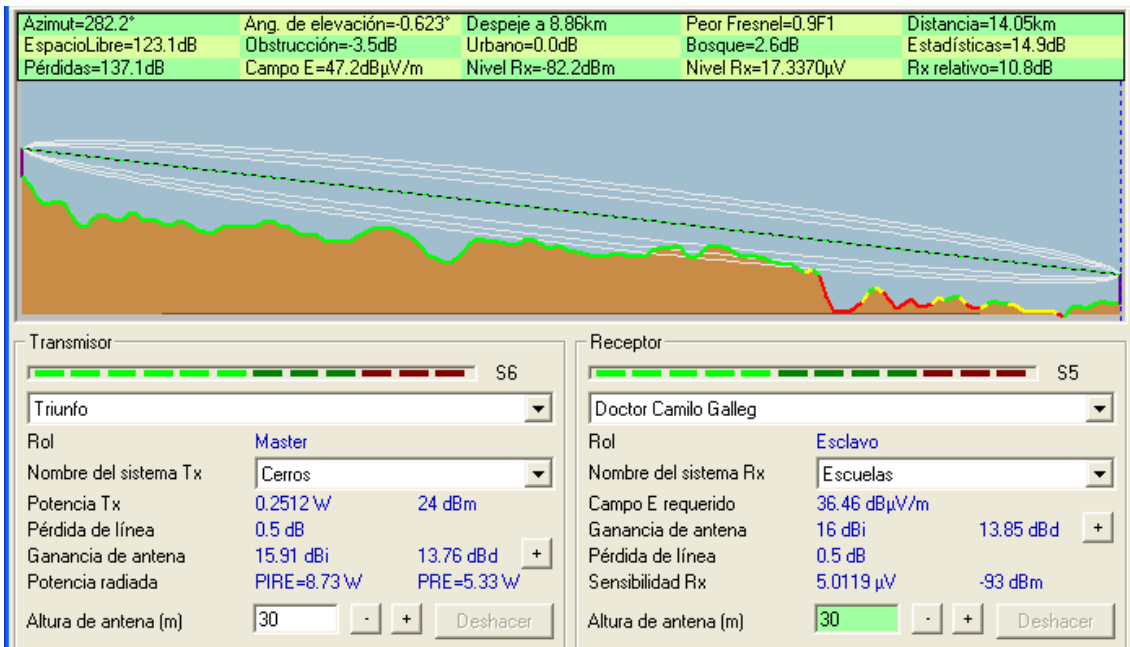
### EL TRIUNFO – DOCTOR CAMILO GALLEGOS

Distancia del enlace: 14,05 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 30m

Unidad Educativa: 30m



**Figura 4. 40. Enlace de radio cerro “El Triunfo” – Doctor Camilo Gallegos**

## EL TRIUNFO – JOSÉ MARÍA URBINA

Distancia del enlace: 11.65 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 30m

Unidad Educativa: 20m

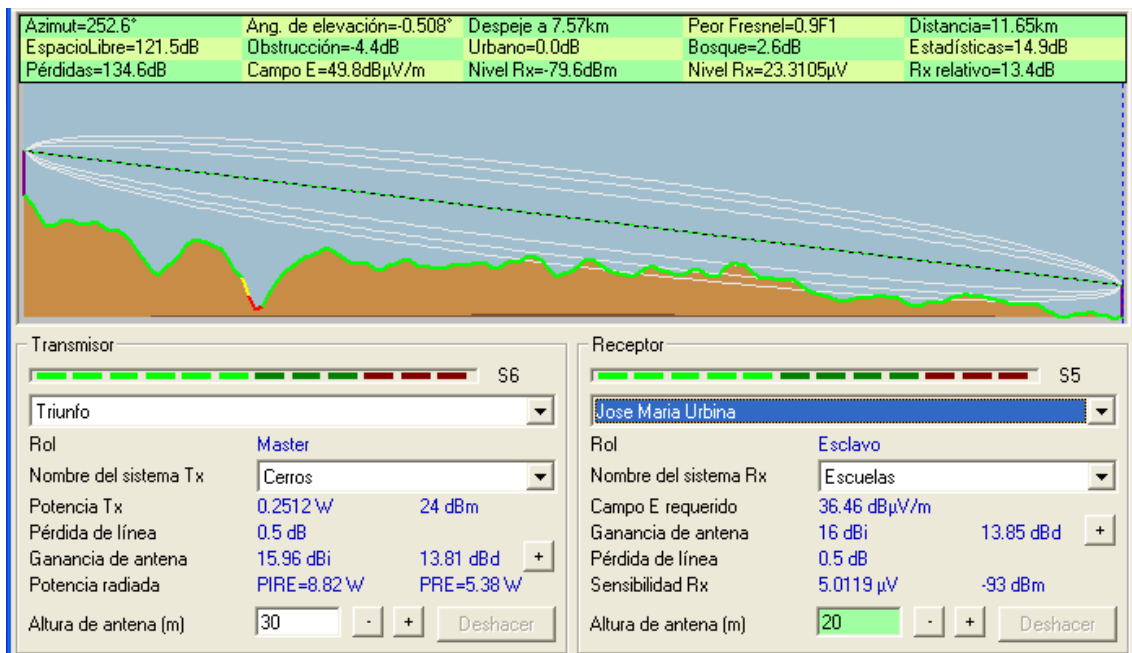


Figura 4. 41. Enlace de radio cerro “El Triunfo” – José María Urbina

## EL TRIUNFO – LUIS A. MARTINEZ

Distancia del enlace: 15.77 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 30m

Unidad Educativa: 25m

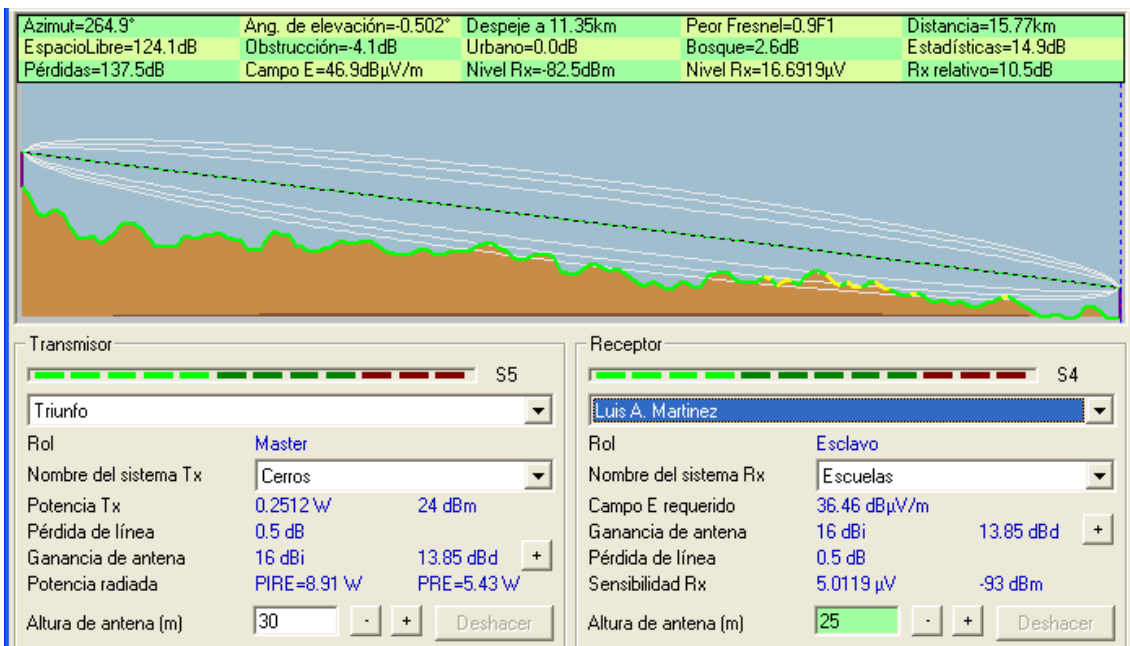


Figura 4. 42. Enlace de radio cerro “El Triunfo” – Luís A. Martínez



## EL TRIUNFO – MACHINASA

Distancia del enlace: 13.38 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 30m

Unidad Educativa: 23m

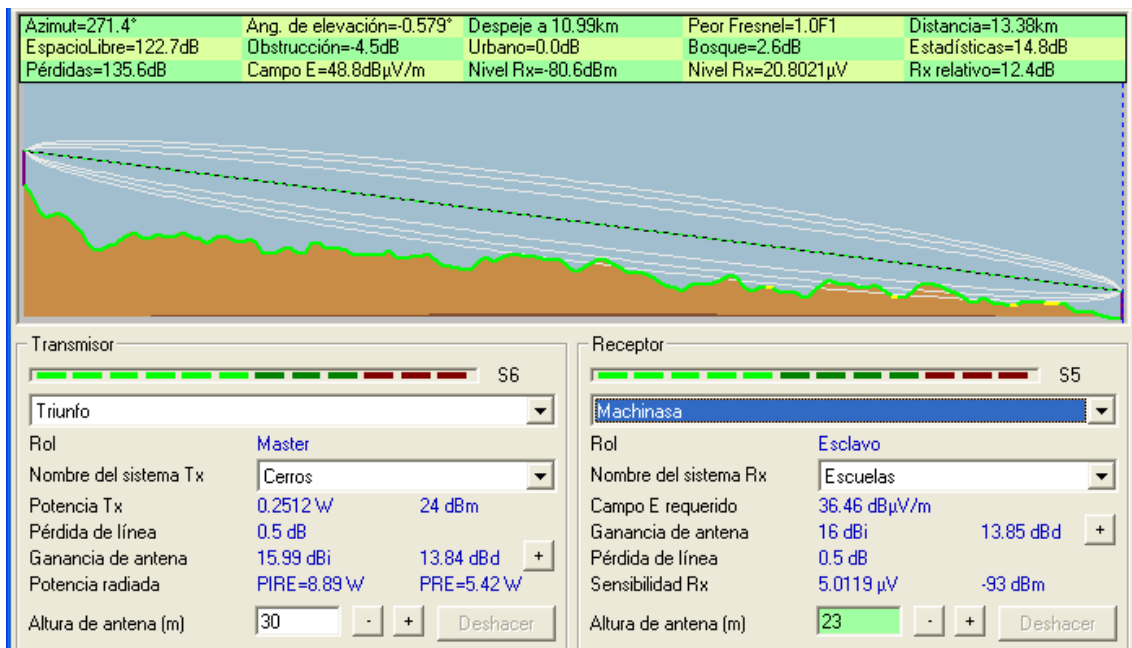


Figura 4. 43. Enlace de radio cerro “El Triunfo” – Machinaza

## EL TRIUNFO – REPUBLICA DE ARGENTINA

Distancia del enlace: 17.12 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 30m

Unidad Educativa: 17m

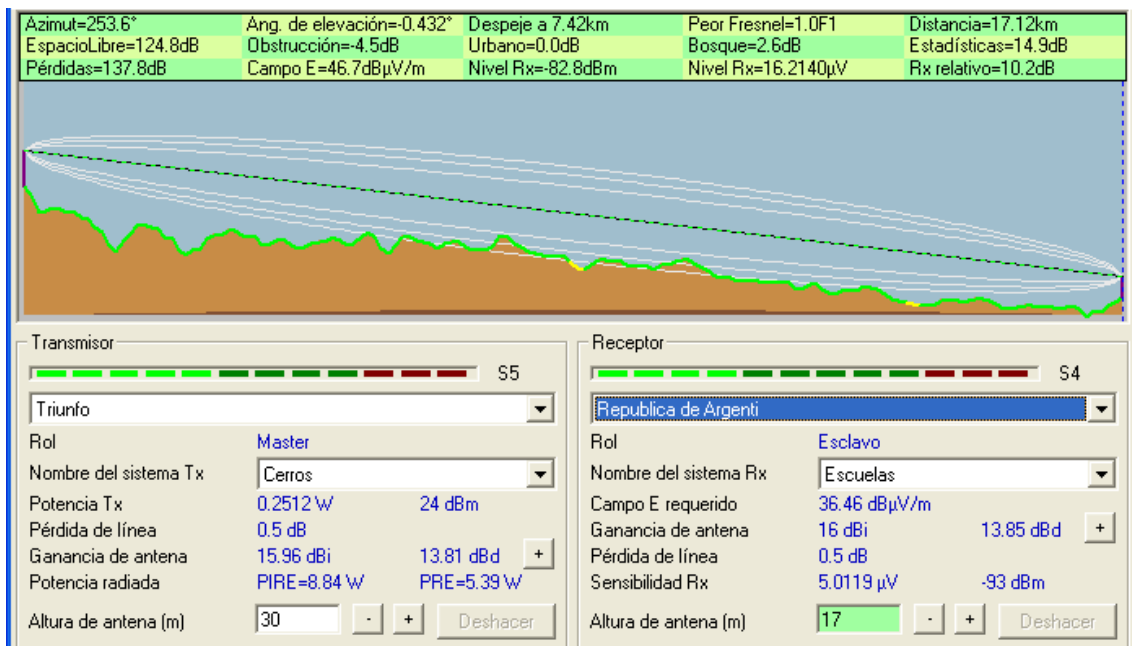


Figura 4. 44. Enlace de radio cerro “El Triunfo” – Republica de Argentina

## EL TRIUNFO – SAN RAMÓN

Distancia del enlace: 11.68 Km.

Altura de las antenas:

Radio-Base: 30m

Unidad Educativa: 25m

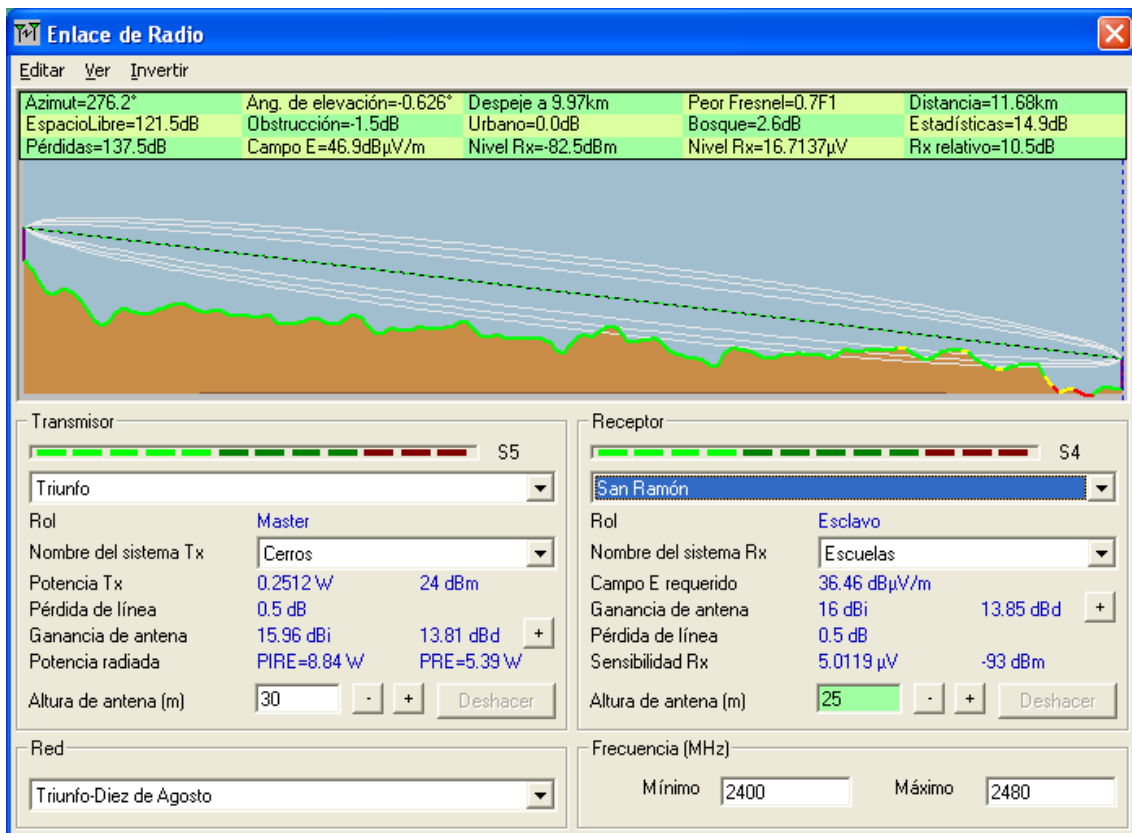


Figura 4. 45. Enlace de radio cerro “El Triunfo” – San Ramón

#### 4.5 SEGMENTO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO A UTILIZAR

Atendiendo a su longitud de onda, la radiación electromagnética recibe diferentes nombres, y varía desde los energéticos rayos gamma (con una longitud de onda del orden de picómetros) hasta las ondas de radio (longitudes de onda del orden de kilómetros), pasando por el espectro visible (cuya longitud de onda está en el rango de las décimas de micrómetro). El rango completo de longitudes de onda es lo que se denomina el espectro electromagnético.

El espectro visible es un minúsculo intervalo que va desde la longitud de onda correspondiente al color violeta (aproximadamente 400nanómetros) hasta la longitud de onda correspondiente al color rojo (aproximadamente 700 nm).

En telecomunicaciones se clasifican las ondas mediante un convenio internacional de frecuencias en función del empleo al que están destinadas.

En la tabla 4.9 y 4.10 se muestra el uso de las frecuencias ultra altas y súper altas en cuyos rangos se encuentran las frecuencias escogidas para el proyecto que son 2.400 Mz y 5.000MHz.

**Tabla 4. 9. Usos de las frecuencias ultra altas**

<b>UHF</b>	<b>Servicios</b>
322-400.15 MHz	Fijo, móvil, radionavegación aeronáutica y por satélite, radioastronomía, frecuencias patrón y señales horarias
400.15-410 MHz	Ayuda a la meteorología, meteorología por satélite (espacio – tierra , Tierra – espacio ), móvil ( salvo aeronáutico ), investigación espacial ( espacio – Tierra ), operaciones espaciales ( espacio – Tierra ), exploración de la Tierra por satélite ( Tierra – espacio ), fijo, radioastronomía
410-455 MHz	Móvil, fijo, radiolocalización, investigación espacial ( espacio – espacio ), aficionados
455-470 MHz	Fijo, móvil, meteorología por satélite ( espacio – Tierra )
470-890 MHz	Fijo, móvil ( salvo el aeronáutico ), radiodifusión
890-1240 MHz	Móvil ( salvo el aeronáutico ), radiolocalización, radionavegación aeronáutica y por satélite ( espacio – Tierra )

1240-1452 MHz	Móvil ( salvo el aeronáutico ), radiolocalización, radionavegación aeronáutica y por satélite ( espacio – Tierra ), fijo, aficionados, exploración de la Tierra por satélite ( pasivo ), radioastronomía, operaciones espaciales ( Tierra - espacio ), investigación espacial ( pasivo )
1452-1530 MHz	Radiodifusión, móvil ( salvo móvil aeronáutico ), operaciones espaciales ( espacio – Tierra ), exploración de la Tierra por satélite
1530-1535 MHz	Operaciones espaciales ( espacio – Tierra ), móvil ( salvo el aeronáutico ), exploración de la Tierra por satélite
1535-1610.6 MHz	Móvil marítimo por satélite (espacio – Tierra ), móvil terrestre por satélite ( espacio – Tierra ), Tierra - espacio), móvil aeronáutico por satélite ( espacio – Tierra ), fijo, radionavegación aeronáutica, radionavegación por satélite (espacio – Tierra ),
1610.6-1631.5 MHz	Móvil por satélite ( Tierra – espacio, espacio – Tierra ) , móvil marítimo por satélite ( Tierra – espacio ), fijo, radionavegación aeronáutica, radioastronomía, móvil terrestre por satélite ( Tierra – espacio )
1631.5-1670 MHz	Móvil ( salvo móvil aeronáutico ), radioastronomía, investigación espacial ( pasivo ), fijo, ayudas a la meteorología
1670-1700 MHz	Fijo, meteorología por satélite ( espacio – Tierra ), ayudas a la meteorología, móvil, fijo,
1700-2010 MHz	Fijo, meteorología por satélite ( espacio – Tierra ), móvil
2010-2170 MHz	Fijo, móvil, operaciones espaciales ( Tierra – espacio, espacio - espacio ), exploración de la Tierra por satélite ( Tierra – espacio, espacio – espacio ), investigación espacial ( Tierra – espacio, espacio – espacio, espacio lejano )
2170-2450 MHz	Aficionados, radiolocalización, móvil, fijo, operaciones espaciales ( Tierra – espacio, espacio - espacio ), exploración de la Tierra por satélite ( Tierra – espacio, espacio – espacio ), investigación espacial ( espacio - Tierra, espacio – espacio, espacio lejano )
2450-2520 MHz	Fijo, móvil, radiolocalización
2520-2670 MHz	Radiodifusión por satélite, fijo, móvil ( salvo móvil aeronáutico), exploración de la Tierra por satélite ( pasivo ), radioastronomía, investigación espacial ( pasivo )
2670-3300 MHz	Radiolocalización, radionavegación, fijo, móvil ( salvo móvil aeronáutico ), exploración de la Tierra por satélite ( pasivo ), radioastronomía, investigación espacial ( pasivo )

Tabla 4. 10. Usos de las frecuencias súper altas

<b>SHF</b>	<b>Servicios</b>
3300-4500 MHz	Radiolocalización, radionavegación aeronáutica, fijo, móvil
4500-5470 MHz	Radiolocalización, radionavegación, fijo, móvil, investigación espacial, radioastronomía
5470-5850 MHz	Radionavegación marítima, radiolocalización, investigación espacial ( espacio lejano ), aficionados, fijo por satélite ( Tierra - espacio )
5850-7450 MHz	Fijo, móvil
7450-8175 MHz	Fijo, móvil, meteorología por satélite ( espacio – Tierra ), exploración de la Tierra por satélite ( espacio – Tierra )
8175-8750 MHz	Fijo, móvil, meteorología por satélite (Tierra - espacio ), exploración de la Tierra por satélite ( espacio – Tierra ), investigación espacial ( espacio – Tierra ), radiolocalización
8750-10000 MHz	Radiolocalización, radionavegación, fijo
10-10.7 GHz	Fijo, móvil, radiolocalización, aficionados, radioastronomía, exploración de la Tierra por satélite ( pasivo ), investigación espacial ( pasivo )
10.7-12.5 GHz	Fijo, móvil ( salvo el móvil aeronáutico ), radiodifusión
12.5-14.25 GHz	Fijo, móvil, investigación espacial ( espacio lejano, espacio – Tierra ), radionavegación, radiolocalización, frecuencia patrón y señales horarias por satélite ( Tierra – espacio ), investigación espacial
14.25-14.8 GHz	Fijo, investigación espacial, radionavegación, móvil ( salvo el móvil aeronáutico )
14.8-17.3 GHz	Fijo, móvil, investigación espacial, exploración de la Tierra por satélite , radioastronomía, radionavegación aeronáutica, radiolocalización
17.3-18.6 GHz	Fijo, radiolocalización, móvil
18.6-20.2 GHz	Fijo, móvil, exploración de la Tierra por satélite ( pasivo ), investigación espacial ( pasivo )
20.2-22.55 GHz	Frecuencia patrón y señales horarias por satélite ( pasivo ), fijo, móvil, investigación espacial ( pasivo ), radiodifusión por satélite, radioastronomía
22.55-24.45 GHz	Fijo, móvil, exploración de la Tierra ( pasivo y por satélite ), radioastronomía, investigación espacial, aficionados, entre satélites
24.45-27 GHz	Fijo, móvil, entre satélites, frecuencia patrón y señales horarias por satélite ( Tierra – espacio ), exploración de la Tierra por satélite ( espacio – Tierra )
27-29.9 GHz	Fijo, móvil, entre satélites, exploración de la Tierra por satélite (Tierra - espacio)
29.9-31.8 GHz	Fijo, móvil, entre satélites, frecuencia patrón y señales horarias por satélite ( espacio – Tierra ), exploración de la Tierra por satélite ( Tierra – espacio, pasivo ), investigación espacial, radioastronomía

El espectro radioeléctrico es un recurso natural limitado compuesto por el conjunto de ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio sin necesidad de guía artificial y utilizado para la prestación de servicios de telecomunicaciones, radiodifusión sonora y televisión, seguridad, defensa, emergencias, transporte e investigación científica, así como para un elevado número de aplicaciones industriales y domésticas. Es, por consiguiente, uno de los elementos sobre los que se basa el sector de la información y las comunicaciones para su desarrollo y, más allá de éste, para el acceso y la adopción de los ciudadanos de la misma sociedad de la información.

En la actualidad, además, existe una demanda creciente de espectro para la consolidación de nuevos servicios inalámbricos como ponen de manifiesto, entre otros, los sistemas de comunicaciones móviles, las redes de difusión de televisión digital terrestre o los diversos sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha.

A esta creciente demanda de espectro hay que añadir que no todas las partes del mismo reúnen las mismas características, lo que se traduce en distintas capacidades de cobertura o en distintas propiedades frente al ruido y las interferencias. Asimismo los diferentes tipos de informaciones (voz, audio, datos, vídeo) requieren márgenes de espectro (bandas de frecuencias) específicos. Todas estas características conducen a que hasta ahora se haya considerado que unas determinadas zonas del espectro están especialmente indicadas para proporcionar unos servicios concretos, incluyendo, en ocasiones, inevitables conflictos entre servicios distintos que pugnan por la misma banda de frecuencias.

En lo referente al enlace WAN de transporte para este proyecto se utiliza la banda de frecuencia de 5.8GHZ que es más inmune a interferencias de otros usuarios por el hecho de ser una banda no licenciada no muy utilizada. Para la WAN de acceso se utiliza la banda de 2.4GHz que es más robusta y trabaja en tecnología Wi-Fi con el estándar 802.11b.

El estándar 802.11b tiene una velocidad máxima de transmisión de 11 Mbit/s y utiliza el mismo método de acceso CSMA/CA definido en el estándar original. El estándar 802.11b funciona en la banda de 2.4 GHz. Debido al espacio ocupado

por la codificación del protocolo CSMA/CA, en la práctica, la velocidad máxima de transmisión con este estándar es de aproximadamente 5.9 Mbit/s sobre TCP y 7.1 Mbit/s sobre UDP.

Aunque también utiliza una técnica de ensanchado de espectro basada en DSSS, en realidad la extensión 802.11b introduce CCK (*Complementary Code Keying*) para llegar a velocidades de 5,5 y 11 Mbps (tasa física de bit). El estándar también admite el uso de PBCC (*Packet Binary Convolutional Coding*) como opcional. Los dispositivos 802.11b deben mantener la compatibilidad con el anterior equipamiento DSSS especificado a la norma original IEEE 802.11 con velocidades de bit de 1 y 2 Mbps.

Como modulación se usa spread spectrum (Espectro Ensanchado), que es una técnica por la cual la señal transmitida se ensancha a lo largo de una banda muy ancha de frecuencias, mucho más amplia, de hecho, que el ancho de banda mínimo requerido para transmitir la información que se quiere enviar. No se puede decir que las comunicaciones mediante espectro ensanchado son medios eficientes de utilización del ancho de banda. Sin embargo, rinden al máximo cuando se los combina con sistemas existentes que hacen uso de la frecuencia. La señal de espectro ensanchado, una vez ensanchada puede coexistir con señales en banda estrecha, ya que sólo les aportan un pequeño incremento en el ruido. En lo que se refiere al receptor de espectro ensanchado, él no ve las señales de banda estrecha, ya que está escuchando un ancho de banda mucho más amplio gracias a una secuencia de código pre-establecido.

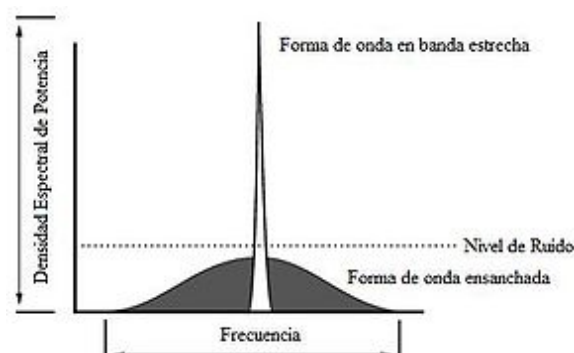


Figura 4. 46. Comparación entre espectro ensanchado y banda estrecha



Todos los sistemas de espectro ensanchado satisfacen dos criterios:

- El ancho de banda de la señal que se va a transmitir es mucho mayor que el ancho de banda de la señal original.
- El ancho de banda transmitido se determina mediante alguna función independiente del mensaje y conocida por el receptor.

Spread Spectrum no se elige por una amplitud de banda lo más pequeña posible, sino justamente por una lo más grande posible. La amplitud de banda es mayor de lo que se necesita estrictamente para la transmisión de la información. Esta mayor amplitud de banda puede obtenerse de dos maneras. La primera es codificar la información con una señal pseudo-aleatoria (aleatoria 1). La información codificada se transmite en la frecuencia en que funciona el emisor para lo cual se utiliza una amplitud de banda mucho mayor que la que se usa sin codificación (secuencia directa). La segunda posibilidad es codificar la frecuencia de trabajo con una señal pseudo-aleatoria (aleatoria), por lo que la frecuencia de trabajo cambia permanentemente. En cada frecuencia se envía un trocito de información (*Frecuencia Hopping*).

Esta difusión a través del Spread Spectrum puede ser tan grande que un receptor-radio sólo capta un zumbido. Un receptor-radio escucha sólo una pequeña parte de la banda de frecuencia. Para poder captar la señal dispersa se necesitan receptores con amplitud de banda especial que transformen el zumbido recibido en información. Este receptor de banda ancha tiene que disponer del decodificador apropiado para transformar la señal del emisor en información.

Es difícil interferir un emisor de este tipo. Si se interfiere toda la banda de frecuencia, se vuelve imposible cualquier radiocomunicación. Determinados emisores de escuchas hacen uso también del principio Spread Spectrum. Las ondas de radio están sumergidas en el zumbido (ruido de fondo), en el Spread Spectrum, por lo cual el emisor no es fácil de descubrir con la ayuda de los aparatos de detección corrientes.

La expectativa general es que comercialmente se vaya a ir haciendo cada vez más uso de Spread Spectrum para la transmisión de datos. A causa de que la potencia de emisión se difunde sobre una banda ancha, puede ser usada por encima de bandas de frecuencia existentes, sin interferir la recepción de banda angosta. Por eso es posible admitir más usuarios en una banda de frecuencia. Otra ventaja es la seguridad de la comunicación. Al fin y al cabo, la información se envía cifrada. En un sistema RLAN con 100 usuarios que utilizan Spread Spectrum es suficiente con 1 frecuencia emisora y 100 señales-codificadoras diferentes. La información se codifica, entonces, directamente.

A continuación se describen cinco técnicas de espectro ensanchado.

- La secuencia directa es quizás uno de los sistemas de espectro ensanchado más ampliamente conocido, utilizado y relativamente sencillo de implementar. Una portadora en banda estrecha se modula mediante una secuencia pseudo aleatoria (es decir, una señal periódica que parece ruido pero que no lo es). Para la secuencia directa, el incremento de ensanchado depende de la tasa de bits de la secuencia pseudo aleatoria por bit de información. En el receptor, la información se recupera al multiplicar la señal con una réplica generada localmente de la secuencia de código.
- En los sistemas de salto de frecuencia, la frecuencia portadora del transmisor cambia (o salta) abruptamente de acuerdo con una secuencia pseudo aleatoria. El orden de las frecuencias seleccionadas por el transmisor viene dictado por la secuencia de código. El receptor rastrea estos cambios y produce una señal de frecuencia intermedia constante.
- Un sistema de salto temporal es un sistema de espectro ensanchado en el que el periodo y el ciclo de trabajo de una portadora se varían de forma pseudo aleatoria bajo el control de una secuencia pseudo aleatoria. El salto temporal se usa a menudo junto con el salto en frecuencia para formar un sistema híbrido de espectro ensanchado mediante acceso múltiple por división de tiempo (TDMA).

- Se trata de una técnica de modulación en espectro ensanchado menos común que las anteriores, en la que se emplea un pulso que barre todas las frecuencias, llamado *chirp*, para expandir la señal espectral. El *chirping*, como también es conocido, suele usarse más en aplicaciones con radares que en la comunicación de datos.
- Los sistemas híbridos usan una combinación de métodos de espectro ensanchado para beneficiarse de las propiedades más ventajosas de los sistemas utilizados. Dos combinaciones comunes son secuencia directa y salto de frecuencia. La ventaja de combinar estos dos métodos está en que adopta las características que no están disponibles en cada método por separado.

Espectro ensanchado tiene muchas ventajas entre las que podemos citar las siguientes:

- Resiste todo tipo de interferencias, tanto las no intencionadas como las malintencionadas (más conocidas con el nombre de *jamming*), siendo más efectivo con las de banda estrecha.
- Tiene la habilidad de eliminar o aliviar el efecto de las interferencias multisenda.
- Se puede compartir la misma banda de frecuencia con otros usuarios.
- Confidencialidad de la información transmitida gracias a los códigos pseudo aleatorios (multiplexación por división de código)

#### 4.6 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DE OPERADORES EN LA ZONA DE INFLUENCIA

La provincia de Pastaza tiene cerros importantes para infraestructura de Telecomunicaciones los cuales poseen torres de servicio celular, telefonía fija, radio, televisión entre otros servicios, así lo muestra la tabla 3.26.

**Tabla 4. 11. Infraestructura existente en la provincia de Pastaza**

<b>CERRO</b>	<b>INFRESTRUCTURA</b>
SANTA ROSA	MOVISTAR (60 mts), PORTA, RADIO Y TELEVISIÓN, ANDINATEL
CALVARIO	POLICIA, EJERCITO, RADIO, PORTA, SONOVISION TV PUYO, MOVISTAR, TELESISTEMA, LLEGAN AL TENA CON LA SEÑAL
SANTA CLARA	POLICIA, EJERCITO, RADIO, TELEVISION, PORTA, MOVISTAR, LLEGAN AL TENA CON LA SEÑAL
COLONIA BOLIVAR (TRIUNFO)	SOLO PORTA
MERA	SOLO PORTA
ABITAGUA	RADIO, TELEVISION
CASHURCO	RADIO, TELEVISION

Los cerros que usamos para el presente estudio son el cerro “Santa Rosa” y “El Triunfo” que poseen torres de telefonía móvil y fija, radio y televisión las cuales usan bandas licenciadas lo que asegura que no exista interferencia con las antenas que usarán bandas no licenciadas tanto para la red de transporte como para la de acceso.

## **CAPITULO 5**

### **5. ANALISIS REGULATORIO**

#### **5.1 ASPECTOS LEGALES Y REGULATORIOS**

##### **5.1.1 Marco Legal**

La Constitución Política del Ecuador establece en su artículo 249 que “Será responsabilidad del Estado, la provisión de servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, fuerza eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, facilidades portuarias y otros de naturaleza similar. Podrá prestarlos 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. Las condiciones contractuales acordadas no podrán modificarse unilateralmente por leyes u otras disposiciones.

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 velará para que sus precios o tarifas sean equitativos.”

En tal razón, el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones cobró especial importancia en la política de gobierno a partir del 2001, año en que se

dictaron una serie de medidas orientadas a impulsar su expansión. Entre ellas destaca la promulgación mediante Decreto Ejecutivo No. 1790 el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones, publicada en el Registro Oficial 404 el 4 de septiembre del 2001.

El Artículo 22 del Reglamento General a la Ley, dispone que la implementación de los proyectos del servicio universal en áreas rurales y urbano-marginales, que no hayan sido contemplados en los planes de expansión de los prestadores de servicios de telecomunicaciones aprobados por el CONATEL, serán financiada con recursos provenientes del FODETEL.

El Artículo 23 del reglamento General a la Ley, establece que el CONATEL definirá el conjunto de servicios que constituyen el servicio universal y establecerá, conforme al reglamento correspondiente, el Plan de Servicio Universal, señalando las metas específicas a alcanzarse así como los procedimientos para su aplicación.

El Plan Nacional de Servicio Universal contemplará los planes de expansión de los prestadores de servicios de telecomunicaciones y los proyectos para zonas rurales y urbano-marginales financiados por el FODETEL.

El Artículo 24 del Reglamento General a la Ley, establece que los prestadores de servicios de telecomunicaciones deberán asumir, de conformidad con los términos de sus respectivos títulos habilitantes, la provisión de servicios en las áreas rurales y urbano-marginales que abarca el territorio de su concesión. El Plan Nacional de Servicio Universal establecerá también otras obligaciones de servicio universal a cargo de los proveedores de servicios de telecomunicaciones, tales como llamadas de emergencia, provisión de servicios auxiliares para actividades relacionadas con seguridad ciudadana, defensa nacional o protección civil.

El artículo 58 de la Ley para la Transformación Económica del Ecuador reforma el artículo 38 de la Ley Especial de Telecomunicaciones y establece que todos los servicios de telecomunicaciones se brindarán en régimen de libre

competencia; y, dispone que el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, en uso de sus facultades, expedirá el Reglamento pertinente, el que deberá contener las disposiciones necesarias para la creación de un Fondo para el desarrollo de las telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano marginales, con aportes que se determinen en función de los ingresos de las empresas operadoras de telecomunicaciones.

Mediante Resolución No. 379-17-CONATEL-2000, el 5 de septiembre del 2000 se aprobó el Plan de Desarrollo de las Telecomunicaciones, en el que se estableció como política de Estado fomentar la difusión del Internet, como una prioridad nacional, ya que constituye un medio para el desarrollo económico, social y cultural del país, también pretende fomentar la prestación de los servicios de telecomunicaciones, para lograr el servicio y acceso universal a través de Plan de Servicio Universal, de tal forma que los proyectos del FODETEL se enmarcan dentro de los objetivos y lineamientos del Plan de Desarrollo de las Telecomunicaciones.

Mediante Resolución No. 380-17-CONATEL-2000 del 5 de septiembre del 2000, se resuelve declarar como política de Estado el acceso universal y el servicio universal dentro de los servicios de telecomunicaciones, e impulsar la promoción del uso de la red de Internet, como herramienta para el desarrollo cultural, social, político y económico del Estado ecuatoriano.

Mediante Resolución No. 394-18-CONATEL-2000 (R.O. 193, 27-X-2000), el 28 de septiembre del 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 (R.O. 235, 2-I-2001).

Mediante Resolución No. 589-22-CONATEL-2000 (R.O. 235, 2-I-2001), el 28 de noviembre del 2000 se expide el Reglamento de Ejecución de Proyectos y Contratación de Servicios del FODETEL, reformado mediante resolución 075-03-CONATEL-2002 (R.O. 528, 02-03-06).

Mediante Decreto Ejecutivo No. 1781, publicado en el Registro Oficial 400 del 29 de agosto de 2001, se constituye a la Comisión Nacional de Conectividad y le faculta la conformación de las Comisiones Técnicas Especiales, con la participación de funcionarios de alto nivel de las instituciones competentes para la definición de programas nacionales como son: Teleducación, Telesalud, Comercio Electrónico, Infraestructura de Conectividad y Gobierno en Línea.

Mediante Resolución No. 07-02-CONNECTIVIDAD-2001 del 21 de noviembre del 2001, se aprueba el instructivo para la constitución y funcionamiento de las comisiones técnicas especiales.

El Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) incorpora a la telefonía pública, en la categoría de servicio público mediante Registro oficial No. 493 del 14 de enero del 2002.

Mediante Resolución No. 05-03-CNC-2002, del 5 de septiembre del 2002, la Comisión Nacional de Conectividad aprobó la Agenda nacional de Conectividad.

Mediante Decreto Ejecutivo No. 3393 del 27 de noviembre del 2002 y publicado en el R.O. 719 el 5 de diciembre de 2002, el Presidente de la República estableció como política de Estado la Agenda Nacional de Conectividad.

### **5.1.2 Plan Internet para todos**

Artículo 13.- Dentro del “Plan de difusión y masificación del uso de Internet” y de las políticas del Consejo Nacional de Telecomunicaciones para la conectividad en el Ecuador se crea el Plan “Internet para todos”, bajo los siguientes principios de operación:

1. El objetivo del Plan “Internet para todos” es promocionar, facilitar y permitir el acceso de los sectores más vulnerables de la sociedad, que por su



- condición económica, social, cultural, étnica o localización geográfica tienen escasa posibilidad de acceder a la red de Internet.
2. Los centros de información y Acceso a la red Internet o “Ciber cafés” que deseen formar parte del Plan “Internet para Todos” podrán manifestar su voluntad expresa de hacerlo al momento de registrarse en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, o en cualquier momento posterior una vez obtenido el correspondiente registro.
  3. Como prestación social al ser parte del Plan deberá permitir el uso del 40% del total de los terminales para navegación gratuita y correo electrónico a los miembros de gremios, asociaciones, fundaciones o instituciones que sean designadas por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones como beneficiarios del Plan.
  4. La aplicación de este Plan para la navegación gratuita y correo electrónico se realizará por 4 horas diarias, de conformidad con el horario establecido en el Registro, el cual deberá ser debidamente difundido.
  5. En casos especiales la Secretaría podrá autorizar a los Centros de Información y Acceso a la Red Internet a conectarse a los Proveedores del Servicio de Internet mediante enlaces propios, siempre y cuando se verifique la imposibilidad de medios de acceso de empresas debidamente autorizadas o que la calidad de los servicios finales o portadores en dicha localidad no garantiza la calidad del servicio.
  6. Aquellos Centros de Información y Acceso a la Red Internet que participen del Plan “Internet para todos” se encuentran exentos del pago de derechos establecidos en el artículo diez de la presente resolución.
  7. Sin perjuicio de que en el futuro, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) incluya otros gremios, asociaciones, fundaciones o instituciones, se consideran beneficiarios del Plan “Internet para todos” a:

- a. Alumnos de instituciones de educación primaria, secundaria y superior.
- b. Docentes de instituciones educativas.
- c. Médicos colegiados.
- d. Personal de Fuerzas Armadas y Policía Nacional."

### **5.1.3 Reglamento del Fodetel**

El reglamento oficial del Fodetel que entró en vigencia el 28 de Septiembre del año 2000 y que sigue en vigencia en la actualidad, esta expuesto textualmente en el Anexo 3. El reglamento fue adquirido en la página Web del Fodetel en lo referente a marco legal.<sup>18</sup>

### **5.1.4 Reglamento de concesión y tarifas por el uso del espectro radioeléctrico**

Este reglamento fue creado para establecer 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:

---

<sup>18</sup> Página web CONATEL reglamento FODETEL:

[http://www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&id=103%3Areglamento-del-fodetel&Itemid=104](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=103%3Areglamento-del-fodetel&Itemid=104)

“**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:

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

Donde:

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

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

**α<sub>5</sub>** = Coeficiente de valoración del espectro para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha (De acuerdo a la Tabla 1, Anexo 5).

**β<sub>6</sub>** = 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.

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

Los valores de  $K_a$  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:

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

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

Para sistemas punto – punto se tiene dos estaciones por enlace por lo que  $NTE=2$  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:

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

“Donde:

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

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

**$\alpha_4$**  = Coeficiente de valoración del espectro para el servicio fijo y móvil (multiacceso).

**$\beta_4$**  = 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.”<sup>19</sup>

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.

**Tabla 5. 1 Valor de la tarifa A para rangos de frecuencias**

<b>Bandas de Frecuencias(MHz)</b>	<b>Ancho de Banda</b>	<b><math>\alpha_4</math></b>	<b>D</b>	<b>Valor Tarifa A</b>
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:

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

<sup>19</sup> Art. 11. del Reglamento de derechos por concesión y tarifas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico

“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).

**Fd** = Factor de capacidad (De acuerdo al Servicio Fijo y Móvil (multiacceso)).<sup>20</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.

**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.

<sup>20</sup> Art. 13. del Reglamento de derechos por concesión y tarifas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico

## **CAPITULO 6**

### **6. ESTUDIO ECONÓMICO**

#### **6.1 ESTUDIO ECONÓMICO DE LOS ESCENARIOS PROPUESTOS**

Este capítulo trata sobre los costos de implementación y mantenimiento de la red que es motivo de estudio para un periodo de 5 años. El análisis de la factibilidad económica pretende dar una idea del costo de la inversión y mantenimiento así como también de posibles planes de sostenibilidad para que la red siga estando operativa después de los 5 años que es el tiempo establecido de concesión entre el municipio de Pastaza y el FODETEL.

El escenario propuesto para la red WAN es de tipo inalámbrico, y para las redes locales en cada escuela se ha optado por escenarios alámbricos (LAN) e inalámbricos (WLAN). El punto más costoso de este escenario para lo referente a WAN es la necesidad de construir o alquilar torres que soporten los equipos de las radio-bases así como construir torres que soporten las antenas receptoras ubicadas en cada una de las instituciones beneficiarias. Estos costos de construcción o alquiler implican otros costos muy importantes como son transporte de equipos, instalación y configuración de los mismos, entre otros.

Para aminorar el costo de inversión al evitar construir torres en los puntos altos que servirán como radio-bases, se ha optado por tratar de localizar estos puntos en cerros en los cuales ya exista una infraestructura de telecomunicaciones que puede ser torres de telefonía fija o celular, servicio de televisión, entre otros, así se optaría por rentar un espacio en dichas torres y de esta manera se reducirían los costos. Los dos cerros tomados en cuenta en el proyecto son “Santa Rosa” y “El Triunfo” que en capítulos anteriores se detalla la infraestructura existente de operadores en la zona de influencia.

### 6.1.1 Escenario Inalámbrico WAN

La red WAN consta de dos subredes, la red de transporte y la red de acceso. La red de transporte esta conformada por el Ilustre Municipio de Pastaza y los cerros “Santa Rosa” y “El Triunfo”. La red de acceso esta conformada por las 35 instituciones y los dos cerros antes mencionados.

La tabla 6.1 muestra los equipos necesarios para la red de transporte

**Tabla 6. 1. Costos de Equipos para la red de transporte**

<u>LUGAR</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>PRECIO TOTAL</u>
MUNICIPIO	Servidor de red LINUX	1	\$1730,00	\$1730,00
	Administrador de ancho de banda	1	\$120,00	\$120,00
	Switch	1	\$45,00	\$45,00
	Access point (5.8 Ghz) (Back Haul)	1	\$724,00	\$724,00
	Antena directiva 24dBi de Ganancia (parabólica)	1	\$250,00	\$250,00
T A R	Access point (5.8 Ghz)	2	\$724,00	\$1448,00

	(Back Haul)			
	Antena directiva 24dBi de Ganancia (parabólica)	2	\$250,00	\$500,00
	Switch	1	\$45,00	\$45,00
EL TRIUNFO	Access point (5.8 Ghz) (Back Haul)	1	\$724,00	\$724,00
	Antena directiva 24dBi de Ganancia (parabólica)	1	\$250,00	\$250,00
<b>TOTAL</b>				<b>\$5.836,00</b>

La tabla 6.2 muestra los equipos necesarios para la red de acceso

**Tabla 6. 2. Costos de Equipos para la red de acceso**

<u>LUGAR</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>PRECIO TOTAL</u>
INSTITUCIONES BENEFICIARIAS	Equipo CPE con antena de 16 dBi (2,4 Ghz)	36	\$661,00	\$23.796,00
	Mástil de 3m	5	\$90,72	\$453,60
	Mástil de 9m	17	\$373,00	\$6.341,00
	Torre de 20m	3	\$876,00	\$2.628,00
SANTA ROSA	Access point con antena de 16dBi sectorial de 120 <sup>0</sup> (2,4 Ghz)	1	\$4.586,00	\$4.586,00
	Switch	1	\$45,00	\$45,00
EL TRIUNFO	Access point con antena de 16dBi sectorial de 120 <sup>0</sup> (2,4	1	\$4586,00	\$4586,00



	Ghz)			
	Switch	1	\$45,00	\$45,00
<b>TOTAL</b>				<b>\$42.480,60</b>

La tabla 6.3 muestra los equipos necesarios para la red de acceso

**Tabla 6. 3. Costos de Instalación y mantenimiento e infraestructura**

<u>LUGAR</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>PRECIO TOTAL</u>
INSTITUCIONES BENEFICIARIAS	Instalación y configuración de equipos	36	\$134,00	\$4.824,00
	Instalación a tierra	36	\$200,00	\$7200,00
SANTA ROSA	Gabinetes para exteriores	1	\$1687,00	\$1687,00
	Sistema de respaldo energético	1	\$1885,00	\$1885,00
EL TRIUNFO	Gabinetes para exteriores	1	\$1687,00	\$1687,00
	Sistema de respaldo energético	1	\$1885,00	\$1885,00
<b>TOTAL</b>				<b>\$19.168,00</b>

La red WAN de transporte y acceso tiene un costo total de \$67.484,60 dólares incluyendo instalación y configuración de equipos.

### 6.1.2 Escenario LAN y WLAN

Se ha optado por crear redes LAN y WLAN en las instituciones dependiendo del número de computadoras que contengan cada una de ellas.

La tabla 6.4 muestra los costos de los equipos necesarios para las redes LAN y WLAN

**Tabla 6. 4. Costos de equipos para LAN y WLAN**

<u>LUGAR</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>PRECIO TOTAL</u>
INSTITUCIONES BENEFICIARIAS	Router wireless	11	\$70,00	\$770,00
	Switch	25	\$24,00	\$600,00
	Tarjetas Wi-Fi	126	\$25,00	\$3.150,00
	Computadoras	191	\$443,56	\$84.719,96
	Instalación de los equipos	36	\$58,90	\$647,90
	Materiales de instalación	25	\$13,49	\$337,19
	Impresoras Multifunción	36	\$86,89	\$3.128,04
			<b>TOTAL</b>	<b>\$93.353,09</b>

El costo de las redes locales en cada una de las instituciones beneficiarias del proyecto es de \$93.353,09 dólares incluyendo instalación y configuración de equipos.

### 6.1.3 Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación son los referidos a: pago mensual por el servicio de Internet, pago por el uso del espectro radio-eléctrico y mantenimiento de la red.

El ancho de banda que se requiere para dar servicio de Internet a las instituciones del cantón Pastaza es un canal dedicado de 2Mbps, su costo aproximado es de \$1500 dólares mensuales más \$500 dólares de instalación<sup>21</sup>. Este precio se debe considerar por los cinco años de concesión (60 meses) dando un total de \$90.000,00 dólares.

El precio total de Internet por los 5 años da un total de \$90.500,00 dólares

En el capítulo anterior, análisis regulatorio, se dan a conocer las ecuaciones que se debe usar para calcular los costos por uso del espectro radio eléctrico en sistemas punto – punto y punto – multipunto. La tarifa para los enlaces punto – punto es de \$12,80 dólares, al haber en la red de transporte dos redes punto – punto y considerando los 5 años de concesión (60 meses), el valor del uso del espectro radio eléctrico es de:

Costo del espectro radio eléctrico para la red de transporte:

$$\$12,80 * 2 * 60 = \$1536,00$$

La tarifa para los enlaces punto – multipunto depende del número de puntos de la red. Para la red de acceso del cerro “Santa Rosa”, se tienen 25 puntos lo que corresponde, según la tabla 5.2 del capítulo anterior (valores de Fd), a \$10 dólares y para la red de acceso del cerro el triunfo que consta de 8 puntos se tiene un valor de \$3 dólares. El uso de la banda de 2,4 Ghz es de \$23 dólares y considerando los 5 años de proyecto se obtienen los siguientes resultados.

Costo del sistema punto – multipunto “Santa Rosa”:

$$(\text{Tarifa A} + \text{Tarifa C}) * 60 \text{ meses}$$

---

<sup>21</sup> Fuente: Fodetel

$$(\$23 + \$10) * 60 = \$1980,00$$

Costo del sistema punto – multipunto “El Triunfo”:

(Tarifa A + Tarifa C)\*60meses

$$(\$23 + \$3) * 60 = \$1560,00$$

El valor total que se debe pagar por el uso del espectro radio eléctrico viene a ser la suma del costo por los sistemas punto – punto que es de \$1536 más los costos de los sistemas punto – multipunto \$1980 + \$1560. Sumando los valores anteriores tenemos un total de \$5.076,00 dólares.

El mantenimiento mensual de la red tiene un valor considerado del 1% de la inversión total que es la suma del costo de implementación de la red WAN, LAN y WLAN. Esto es \$1.608,38. Considerando los 5 años tenemos:

$$\text{Costo de mantenimiento: } \$1.608,38 * 60 = \$96.502,80$$

#### 6.1.4 Costo total

El costo total del proyecto es la suma del costo de inversión más costo de Internet más mantenimiento y costos por el uso del espectro radio eléctrico. El costo total se muestra en la tabla 6.5

**Tabla 6. 5 Costo total del proyecto**

	<b>Costo Parcial US\$</b>
Inversión	160.837,69
Internet	90.500,00
Espectro RE	5.076,00
Mantenimiento	96.502,80
<b>TOTAL</b>	<b>352.916,49</b>

El costo total del proyecto es de \$352.916,49 dólares (trescientos cincuenta y dos mil novecientos dieciséis dólares con cuarenta y nueve centavos).

## **6.2 SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO**

El proyecto es subsidiado durante 5 años por parte del FODETEL, cumplido ese tiempo, el municipio de Pastaza se encargará totalmente de mantener operativas las redes de transporte y acceso para lo cual deberá crear planes de sostenibilidad.

El pago de una cuota mensual de 1 dólar por cada alumno mientras dure el periodo académico, podría generar un ingreso muy significativo para la sostenibilidad del proyecto. En total se pagaría 10 dólares que corresponderían a los 10 meses que dura el periodo académico.

Se sugiere el cobro de 10 centavos en la planilla del servicio eléctrico, con el fin de que sea la ciudadanía de dicho cantón quien cubra los costos mensuales de Internet y de mantenimiento de la red. Al tratarse de una red social, la población gozará de acceso a Internet porque no solo los estudiantes de las instituciones beneficiarias serán los consumidores finales, también la población porque las escuelas se abrirán por la tarde para que la ciudadanía haga uso de la red.

Los pobladores que requieran usar Internet en las instituciones beneficiarias, podrían pagar una cuota mínima de un dólar sin necesidad de controlar el tiempo de consumo. Las escuelas podrían dar este servicio en la tarde o en la mañana dependiendo de si su horario escolar es diurno, vespertino o nocturno.

Otra solución podría ser crear centros de copiado e impresión en los mismos establecimientos educativos con el propósito de generar una empresa en cada uno de ellos y tener ingresos al dar servicio de impresión, copiado, transcripción de textos entre otros.

## **6.3 FLUJO EFECTIVO**

Analizando los egresos e ingresos que el proyecto puede tener, se establece un flujo de caja que pretende dar una idea de la factibilidad económica del mismo, es decir, se estudia como egresos los costos de Internet, uso del espectro radio eléctrico y el mantenimiento que se debe dar a la red en periodos anuales, y, los ingresos constan de valores estimados de algunos de los planes de sostenibilidad mencionados en el ítem anterior.

Para este análisis en particular, no se toma en cuenta costos de inversión porque los costos de equipos, instalación, configuración, están totalmente subsidiados por el FODETEL sin espera de retribución alguna.

La tabla 6.6 indica los egresos en periodos mensual y anual.

**Tabla 6. 6 Egresos (Costos de operación t mantenimiento)**

<b>Egresos</b>	<b>Costo Mensual US\$</b>	<b>Costo Anual US\$</b>
Internet	1.500,00	18000,00
Uso del Espectro Radioeléctrico	84,60	1015,20
Mantenimiento	1.608,38	19300,56
Salario del personal	8.000,00	96000,00
<b>TOTAL</b>	<b>11.192,98</b>	<b>134.315,76</b>

Una vez analizados los egresos, es necesario analizar los ingresos para lo cual se tomará en cuenta dos planes de sostenibilidad de los expuestos anteriormente.

Siendo el caso de tener un centro de Internet, copiado e impresión en cada uno de los centros educativos beneficiarios, se espera un mensual de \$350,00 dólares que cada uno de ellos pueda generar. Los centros educativos en total son 35 teniendo así un ingreso de \$ 12.250,00

Con el pago de \$1,00 dólar mensual por cada alumno se tiene un ingreso mensual de \$3743,00 dólares correspondientes a los 3743 alumnos directamente beneficiarios de este proyecto.

La tabla 6.7 muestra los ingresos mensuales y anuales de estos dos planes de sostenibilidad expuestos.

**Tabla 6. 7 Ingreso mensual y anual**

<b>Ingreso</b>	<b>Costo Mensual US\$</b>	<b>Costo Anual US\$</b>
Centros de copiado, impresión e Internet	12.250,00	147.000,00
Cuota alumnos	3.743,00	37.430,00
<b>TOTAL</b>	<b>15.993,00</b>	<b>184.430,00</b>

Las tablas 6.6 y 6.7 dan una idea general de que el proyecto es sustentable y se puede mantener a si mismo a partir del 5 año de concesión. Las variables económicas TIR (Tasa interna de retorno) y VAN (Valor actual neto) muestran la rentabilidad del proyecto. Para el análisis de dichas variable económicas se hace uso de una tasa de descuento del sector que está al 16%.

Tabla 6. 8 Flujo Efectivo

		ESTIMACION DEL FLUJO DE CAJA LIBRE PROYECTO PASTAZA					
		0	1	2	3	4	5
		2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>1 Ingresos</b>			<b>539346.49</b>	<b>186430.00</b>	<b>186430.00</b>	<b>186430.00</b>	<b>186430.00</b>
	Cuota alumnos		37430.00	37430.00	37430.00	37430.00	37430.00
	Aporte por auspicios de empresas privadas		2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00
	Ingreso del centro de copiado e impresiones		147000.00	147000.00	147000.00	147000.00	147000.00
	Aporte FODETEL		352916.49				
<b>2 Costos</b>			<b>-134315.76</b>	<b>-134315.76</b>	<b>-133815.76</b>	<b>-133815.76</b>	<b>-133315.76</b>
	Internet		-18000.00	-18000.00	-17500.00	-17500.00	-17000.00
	Uso del Espectro Radioeléctrico		-1015.20	-1015.20	-1015.20	-1015.20	-1015.20
	Mantenimiento de la red		-19300.56	-19300.56	-19300.56	-19300.56	-19300.56
	Salarios		-96000.00	-96000.00	-96000.00	-96000.00	-96000.00
	<b>MARGEN OPERACIONAL BRUTO</b>		<b>405030.73</b>	<b>52114.24</b>	<b>52614.24</b>	<b>52614.24</b>	<b>53114.24</b>
<b>3 Gastos no desembolsables</b>			<b>-53607.20</b>	<b>-53607.20</b>	<b>-53607.20</b>	<b>-53607.20</b>	<b>-53607.20</b>
	Depreciación equipos		-53607.20	-53607.20	-53607.20	-53607.20	-53607.20
	<b>MARGEN OPERACIONAL FINAL</b>		<b>351423.53</b>	<b>-1492.96</b>	<b>-992.96</b>	<b>-992.96</b>	<b>-492.96</b>



<b>Ajuste por Gastos no desembolsables</b>						
<b>4 Depreciación por equipamiento</b>		<b>53607.20</b>	<b>53607.20</b>	<b>53607.20</b>	<b>53607.20</b>	<b>53607.20</b>
		53607.20	53607.20	53607.20	53607.20	53607.20
<b>5 Inversión</b>	<b>-251337.69</b>			<b>-35420.00</b>		
	<b>251337.69</b>					
Inversión	160837.69					
Internet subsidio	90500.00					
				-35420.00		
<b>Total US\$</b>	<b>-251337.69</b>	<b>405030.73</b>	<b>52114.24</b>	<b>17194.24</b>	<b>52614.24</b>	<b>53114.24</b>

<b>Tasa de descuento para actualización</b>	<b>16.0%</b>
<b>Tasa Interna de Retorno (TIR)</b>	<b>80.3%</b>
<b>Valor Actual Neto (VAN) (US\$)</b>	<b>201,918</b>

Las variables TIR y VAN muestran el porcentaje de rentabilidad del proyecto, entre mayores sean este será más rentable.

Tasa Interna de Retorno (TIR) = 80.3%

Valor Actual Neto (VAN) (US\$) = \$201.918

El proyecto es altamente rentable y sostenible, sin embargo se debe tomar en cuenta que los gastos de inversión y los costos de mantenimiento y operación por cinco años son subsidiados por el estado mediante el FODETEL.

## **CAPITULO 7**

### **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1 CONCLUSIONES**

Se realizó el diseño de una Red Comunal para brindar servicio de Internet a las unidades educativas fiscales del cantón Pastaza de la provincia de Pastaza.

Es una gran labor del Gobierno Nacional trabajar en el desarrollo académico del país suministrando equipamiento para telecomunicaciones en el cantón Pastaza porque con esa ayuda los estudiantes podrán acceder a la tecnología al contar con computadores nuevos, equipos audiovisuales, e Internet.

Wi-Fi es la tecnología elegida para este proyecto porque es eficiente y cumple con las especificaciones de cobertura, frecuencias no licenciadas, relación costo/beneficio, entre otras características que son suficientes para satisfacer los requerimientos de la red comunal.

El carácter social de este proyecto no permite generar ingresos suficientes para recuperar la inversión inicial, sin embargo, las ganancias reales se pueden ver a futuro en la calidad de educación que tendrán los niños y jóvenes del país.

## 7.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda llevar a cabo los planes de sostenibilidad a partir de la instalación de la red de datos con el propósito de que el municipio cuente con un capital ahorrado para futuras inversiones en la red ya sea con fines de ampliarla o mejorarla.

Es importante que los costos de Internet disminuyan a futuro, así, el municipio tendrá un reembolso que podrá usarlo para adquirir nuevas computadoras, aumentar la velocidad de conexión, implementar equipos audiovisuales como proyectores entre otros.

Con un ancho de banda mayor, se podrían implementar nuevos servicios como video-conferencias, telefonía IP entre las instituciones, que facilitarían la comunicación y la transmisión de datos entre estas unidades educativas.

Se recomienda realizar al menos dos veces por año mantenimiento en los equipos de telecomunicaciones para garantizar la operabilidad y funcionamiento de los mismos.

## BIBLIOGRAFÍA

- **Grupo de Telecomunicaciones Rurales, Pontificia Universidad Católica del Perú**, *Redes Inalámbricas Para Zonas Rurales*, Primera Edición, Lima, Enero 2008.
- **Haykin, Simon**, *Modern Wireless Communication*, Pearson Education, 2005.
- Wikipedia. [En línea], WiMAX, <http://es.wikipedia.org/wiki/WiMAX>. [Citado el: 3 diciembre de 2008.]
- Wikipedia. [En línea], CDMA2000, <http://es.wikipedia.org/wiki/CDMA2000>. [Citado el: 3 diciembre de 2008.]
- Monografias.com. [En línea], CDMA2000, <http://www.monografias.com/trabajos11/cdma/cdma.shtml>, 26 de septiembre de 2008. [Citado el: 3 de enero de 2008.]
- Wikipedia. [En línea], OFDM, <http://es.wikipedia.org/wiki/OFDM>. [Citado el: 15 de diciembre de 2008.]
- Kioskea.net. [En línea], Técnicas de transmisión de datos en redes inalámbricas Wi-Fi, <http://es.kioskea.net/contents/wifi/wifitech.php3>. [Citado el: 12 de diciembre de 2008.]
- Fabila. [En línea], Redes PON: Redes ópticas pasivas, <http://www.fabila.com/noticia.asp?id=674>. [Citado el: 3 de enero de 2009.]
- Hispasat, Redes VSAT, <http://www.hispasat.com/Detail.aspx?SectionsId=37&lang=es>, [Citado el: 4 de enero de 2009.]

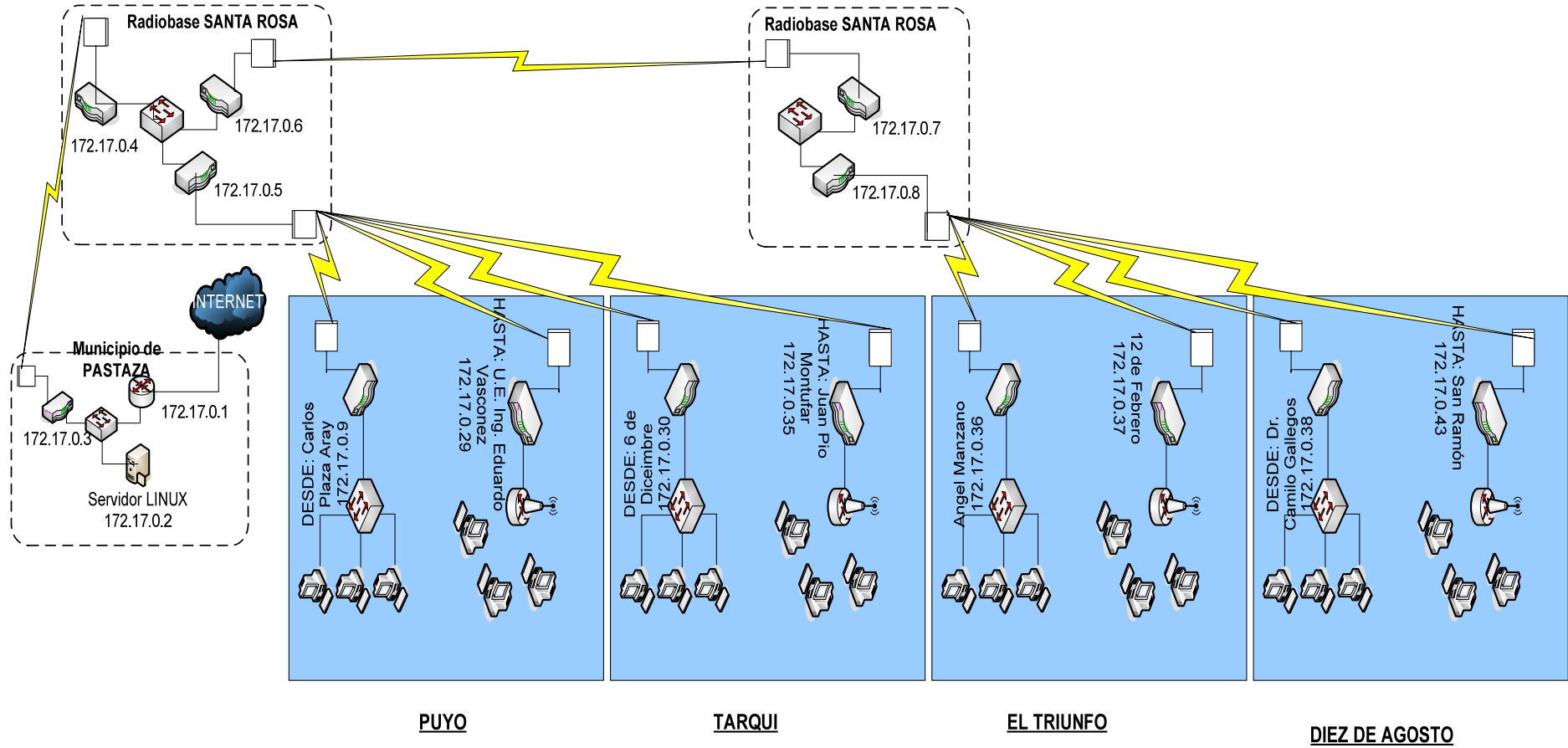
# **ANEXOS**

**ANEXO 1: Tabla de direcciones IP de la Red**

	<b>UBICACIÓN</b>	<b>PUNTO</b>	<b>DIRECCION IP</b>
	MUNICIPIO DE PASTAZA	Router municipio	172.17.0.1
		Servidor LINUX	172.17.0.2
		CPE de conexión (Red de Transporte)	172.17.0.3
	CERRO SANTA ROSA	CPE recepción (Red de Transporte)	172.17.0.4
		Access Point sectorial (Red de acceso)	172.17.0.5
		CPE transmisión (Red de Transporte)	172.17.0.6
	CERRO EL TRIUNFO	CPE recepción (Red de Transporte)	172.17.0.7
		Access Point sectorial (Red de acceso)	172.17.0.8
PUYO	Carlos Luís Plaza Aray	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.9
	Esc. de Niñas Andoas	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.10
	Octavio Zurita	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.11
	Teniente Hugo Ortiz	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.12
	Francisco de Orellana	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.13
	Gabriela Mistral	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.14
	Jardín Ciudad de Puyo	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.15
	Jardín Libertad	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.16
	José Joaquín de Olmedo	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.17
	Juan Montalvo	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.18
	Las Palmas	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.19
	Nazareno	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.20

	Ñukanchik Allpa	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.21
	Pinto Grande	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.22
	Plaza Aray	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.23
	Primero de Mayo	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.24
	Santo Domingo	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.25
	Semillitas	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.26
	Simón Bolívar	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.27
	Sinai	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.28
	Unidad educativa Ing. Eduardo Vásconez	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.29
TARQUI	6 de Diciembre	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.30
	America	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.31
	C.E.I. San Jacinto	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.32
	Escuela Amazanga	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.33
	Escuela Tarqui	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.34
	Juan Pío Montufar	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.35
EL TRIUNFO	Esc. Ángel Manzano	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.36
	12 de Febrero	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.37
DIEZ DE AGOSTO	Dr. Camilo Gallegos	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.38
	José María Urbina	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.39
	Luis A. Martínez	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.40
	Machinasa	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.41
	Republica de Argentina	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.42
	San Ramón	CPE (Red de Acceso)	172.17.0.43

### ANEXO 2: Esquema de direcciones IP de la Red





### **ANEXO 3: Esquema de direcciones IP de la Red**

#### **“Reglamento del FODETEL**

**(Resolución No. 394-18-CONATEL-2000)**

#### **CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CONATEL**

Considerando:

Que, el artículo 58 de la Ley para la Transformación Económica del Ecuador reforma el artículo 38 de la Ley Especial de Telecomunicaciones y establece que todos los servicios de telecomunicaciones se brindarán en régimen de libre competencia; y, dispone que el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, en uso de sus facultades, expedirá el reglamento pertinente, el que deberá contener las disposiciones necesarias para la creación de un fondo para el desarrollo de las telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano-marginales, con aportes que se determinen en función de los ingresos de las empresas operadoras de telecomunicaciones;

Que, el Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones que se brindan en régimen de libre competencia, publicado en el Registro Oficial No. 168 del 21 de septiembre del 2000, artículo 49, dispone que para la administración, financiamiento, operación y supervisión del FODETEL, el CONATEL dictará el reglamento correspondiente; y,

En ejercicio de las atribuciones que le confiere el artículo 10 de la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones,

Resuelve:

Expedir el siguiente, **REGLAMENTO DEL FONDO PARA EL DESARROLLO DE LAS TELECOMUNICACIONES EN ÁREAS RURALES Y URBANO MARGINALES**

## Capítulo I

### OBJETIVO, ALCANCE Y DEFINICIONES DEL REGLAMENTO

**Art. 1.-** El presente reglamento norma la administración, financiamiento, operación y fiscalización del fondo para el desarrollo de las telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano marginales, en adelante FODETEL.

#### **Art. 2.- Definiciones.-**

**Servicio universal:** Es la obligación de extender el acceso a un conjunto definido de servicios de telecomunicaciones a todos los habitantes del territorio nacional, sin perjuicio de su condición económica, social, o localización geográfica, a precio asequible y con la calidad debida.

**Acceso universal:** Es la disponibilidad de los servicios de telecomunicaciones a una distancia aceptable con respecto a los hogares o lugares de trabajo.

**Telecentro Comunitario Polivalente:** Es el centro de telecomunicaciones ubicado en comunidades rurales y urbano marginales para la prestación de entre otros, los siguientes servicios y facilidades: voz, datos, video, multimedia y acceso a internet. Además puede contar con instalaciones para teleeducación, telemedicina y otras afines.

**Terminal domiciliario:** Aparato telefónico o aparato terminal de datos, conectado a la red pública de sistemas de telefonía fija o móvil.

**Contrato de financiamiento:** Es el convenio administrativo mediante el cual se otorga financiamiento para infraestructura de programas y proyectos del FODETEL.

Cuando así se establezca en las bases o disposiciones pertinentes, el contrato de financiamiento podrá incluir estipulaciones respecto de la operación, mantenimiento y subsidios directos a los usuarios.

Contrato de concesión: Para efecto del presente reglamento, es el convenio mediante el cual se otorga a una persona natural o jurídica el derecho a explotar los servicios de telecomunicaciones que se financien con recursos del FODETEL.

Términos técnicos: Los términos técnicos usados en el presente reglamento tendrán los significados que les atribuye la Ley Especial de Telecomunicaciones y su Reglamento General, los cuales tendrán prevalencia sobre cualquier otra definición. En caso de no estar definidos en este reglamento y los instrumentos mencionados, tendrán el significado que les atribuye la Unión Internacional de Telecomunicaciones (U.I.T.).

## **Capítulo II**

### **DEL FONDO PARA EL DESARROLLO DE LAS TELECOMUNICACIONES, FODETEL**

**Art. 3.-** El Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano-marginales, contará con recursos económicos cuyo destino exclusivo será el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones para la prestación del servicio universal.

**Art. 4.-** Los fines y objetivos del FODETEL serán los siguientes:

- a. Financiar programas y proyectos destinados a instaurar 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; así como estudios, seguimiento, supervisión y fiscalización de estos programas y proyectos;
- b. Incrementar el acceso de la población en áreas rurales y urbano marginales a los 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 al conocimiento y la información, coadyuvar con la prestación de los servicios de educación,

- salud 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; y,
  - d. Promover la participación del sector privado en la ejecución de sus programas y proyectos.

### **Capítulo III**

#### **DE LA ADMINISTRACIÓN Y ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA DEL FODETEL**

**Art. 5.-** (Reformado por el Art. 1 de la Resolución 588-22-CONATEL-2000, R.O. 235, 2-I-2001) La unidad encargada del manejo del FODETEL, será parte de la estructura administrativa del CONATEL y para el desarrollo de sus planes y programas utilizará, a más de sus propios recursos, los recursos humanos y materiales de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones. Con este propósito la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones creará en el presupuesto de la Institución una actividad con partidas presupuestarias específicas para el FODETEL.

**Art. 6.-** La regulación y el establecimiento de políticas del FODETEL se realizará a través del CONATEL. Su administración estará a cargo del Consejo de Administración.

**Art. 7.-** Corresponde al CONATEL:

- a. Establecer las políticas generales del FODETEL;
- b. Determinar en el orgánico funcional del CONATEL, los cargos y funciones del personal de la unidad administrativa del FODETEL, quienes formarán parte del personal del CONATEL;
- c. Expedir reglamentos y otras normas complementarias para su funcionamiento;

- d. Calificar, a pedido del Consejo de Administración, los programas y proyectos que, previo a la convocatoria a concursos públicos, sean considerados de urgente ejecución; y,
- e. Aprobar y autorizar al Secretario Nacional de Telecomunicaciones la suscripción de los contratos de concesión en telecomunicaciones y financiamiento de los proyectos.
- f. (Agregado por el Art. 2 de la Resolución 588-22-CONATEL-2000, R.O. 235, 2-I-2001) Aprobar el Plan de Inversiones del FODETEL y conocer el resultado de su ejecución".

**Art. 8.-** El Consejo de Administración del FODETEL estará conformado por:

- El Presidente del CONATEL, quien lo presidirá;
- El Secretario Nacional de Telecomunicaciones; y,
- El Director de Planificación de la Presidencia de la República, quien podrá delegar su representación a un funcionario de su dependencia.

El Director del FODETEL actuará como Secretario del Consejo de Administración, con voz pero sin voto.

**Art. 9.-** Corresponde al Consejo de Administración del FODETEL:

- a. Proponer al CONATEL la definición de políticas generales del FODETEL, aprobación de reglamentos y otras normas complementarias;
- b. Seleccionar los programas y proyectos del Plan del Servicio Universal en las áreas rurales y urbano marginales y someterlos a la aprobación del CONATEL;
- c. Seleccionar los programas y proyectos que considere de urgente ejecución y solicitar al CONATEL su calificación como tales;
- d. Emitir informe previo para aprobación del CONATEL respecto de las operaciones de financiamiento para la ejecución de programas y planes con cargo a los recursos del FODETEL;

Emitir informe previo para aprobación del CONATEL respecto de la ejecución de los programas y proyectos mediante concurso público o

cualquier otro mecanismo establecido por el Reglamento de Ejecución de Proyectos y Contratación de Servicios, o por el CONATEL;

- e. (Sustituido por el Art. 3 de la Resolución 588-22-CONATEL-2000, R.O. 235, 2-I-2001) Designar la comisión técnica de evaluación de ofertas para la ejecución de proyectos y contratación de servicios del FODETEL.
- f. Presentar el informe anual de actividades al CONATEL; y,
- g. (Eliminado el literal h) y cambiada la denominación del i) por el h), por el Art. 3 de la Resolución 588-22-CONATEL-2000, R.O. 235, 2-I-2001) Las demás que le asigne el CONATEL.

**Art. 10.-** Corresponde al Secretario Nacional de Telecomunicaciones:

- a. Velar, bajo su responsabilidad, del manejo adecuado de los recursos del FODETEL;
- b. Expedir el nombramiento o contratar, a pedido del Presidente del CONATEL, al personal técnico y administrativo, conforme al Orgánico Funcional del CONATEL las necesidades del FODETEL; y,
- c. Suscribir los contratos de financiamiento y de concesión, autorizados por el CONATEL.

**Art. 11.-** Corresponde al Director del FODETEL:

a) Proponer al Consejo de Administración del FODETEL:

- 1. Proyectos de reglamentos y normas complementarias o modificatorias al presente reglamento;
- 2. Los mecanismos para una adecuada administración de los recursos; y,
- 3. Los programas y proyectos del servicio universal para las áreas rurales y urbano marginales con su respectivo financiamiento;

b) Informar al Consejo de Administración del FODETEL de los resultados de la aplicación de las políticas generales;

c) Preparar los contratos de financiamiento;

- d) Solicitar al Presidente del CONATEL la contratación del personal necesario para la administración y operación de la unidad a su cargo;
- e) Evaluar la ejecución de los proyectos financiados con los recursos del FODETEL;
- f) Preparar las bases técnicas y demás documentos contractuales necesarios para los concursos públicos;
- g) Presentar el informe anual de actividades al Consejo de Administración; y,
- h) Velar por la entrega oportuna de los aportes para el FODETEL, por parte de las operadoras.

## **Capítulo IV**

### **DE LOS RECURSOS**

**Art. 12.-** Serán recursos del FODETEL los que provengan de:

- a. Los aportes de todos los proveedores de servicios de telecomunicaciones y operadores de redes públicas, titulares de concesiones, autorizaciones y permisos de telecomunicaciones en el país, conforme lo establece el Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones que se brindan en régimen de libre competencia;
- b. Los provenientes de donaciones, legados y herencias recibidos, con beneficio de inventario, de personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras;
- c. Los provenientes de convenios de cooperación suscritos con entidades nacionales o internacionales;
- d. Los intereses, beneficios y rendimientos resultantes de la gestión de sus recursos;
- e. Las asignaciones realizadas por el CONATEL para el cumplimiento de sus fines; y,
- f. Otros aportes que le sean entregados para cumplir con sus objetivos.

**Art. 13.-** La liquidación y recaudación de los aportes provenientes de las empresas operadoras de telecomunicaciones se realizará trimestralmente, dentro de los primeros quince días siguientes a la terminación de cada trimestre del año calendario y se calculará sobre la base de los ingresos totales facturados y percibidos.

Sin perjuicio del cobro del porcentaje previsto en el artículo 49 del Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones que se brindan en régimen de libre competencia, en todos los contratos de concesión, permisos y licencias para la prestación de servicios de telecomunicaciones que otorgue la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, se incluirá la obligación de cancelar trimestralmente los valores correspondientes al FODETEL.

**Art. 14.-** (Sustituido por el Art. 4 de la Resolución 588-22-CONATEL-2000, R.O. 235, 2-I-2001) Las inversiones temporales con recursos del FODETEL se harán en entidades financieras debidamente calificadas conforme a la legislación nacional. Para el efecto, el Secretario Nacional de Telecomunicaciones en cumplimiento de la Ley de Mercado de Valores y otras disposiciones aplicables, realizará las inversiones temporales dentro de los principios de seguridad, liquidez y rentabilidad, tendentes a obtener los mejores rendimientos, a través de un contrato de mandato con instituciones financieras del Estado.

**Art. 15.-** Los recursos que el FODETEL entregue al concesionario serán destinados exclusivamente al financiamiento total o parcial de programas y proyectos de servicios de telecomunicaciones en áreas rurales y urbano marginales. Podrán abarcar entre otros: la adquisición de equipos, materiales y accesorios, obras civiles, instalación, pruebas, seguros y transporte.

Los recursos del FODETEL también podrán ser utilizados para la realización de estudios de ingeniería, fiscalización y consultoría para programas y proyectos.

Los gastos de administración, adquisición de bienes, muebles e inmuebles y servicios necesarios para el funcionamiento del FODETEL serán cubiertos con sus propios recursos y se aplicará para el efecto el Reglamento de ejecución de



obras, adquisición de bienes y prestación de servicios, de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

**Art. 16.-** Los recursos del FODETEL no podrán destinarse al pago de las obligaciones de expansión contraídas por las concesionarias de servicios de telecomunicaciones antes de la expedición del presente reglamento ni aquellas que se especifiquen en los contratos de concesión como parte del requisito de expansión de los servicios.

**Art. 17.-** Los recursos del FODETEL podrán ser destinados a cubrir los subsidios directos de determinados usuarios que cumplan función social, previo la realización de estudios y la presentación de las justificaciones correspondientes.

## Capítulo V

### DE LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL FODETEL

**Art. 18.-** El Director del FODETEL, en el marco del Plan de Servicio Universal, elaborará y pondrá a consideración del Consejo de Administración un plan operativo que contenga los proyectos para servir áreas rurales y urbano-marginales, que tendrán prioridad para recibir fondos del FODETEL.

El plan operativo será aprobado hasta el 30 de noviembre de cada año, con las inversiones previstas debidamente financiadas.

**Art. 19.-** Para la elaboración del plan operativo, el Director del FODETEL se basará en su propia investigación, y en las investigaciones e iniciativas de los ministerios de Educación, Salud, Agricultura, Bienestar Social y de otras secretarías de Estado; así como en los planes e iniciativas de los gobiernos seccionales, organismos no gubernamentales; solicitudes de grupos sociales e inversionistas, y otros sectores que demuestren interés en tales proyectos.

**Art. 20.-** El FODETEL, promoverá la demanda del servicio de carácter social y recibirá solicitudes, sugerencias y proposiciones de proyectos específicos por

parte de los actores sociales señalados en el artículo anterior y por los concesionarios de los servicios de telecomunicaciones.

**Art. 21.-** Los programas se establecerán sobre la base de estudios de la mejor relación costo/beneficio económico. Adicionalmente, se tomarán en cuenta los siguientes parámetros de prioridad:

- a. Provisión de servicios en áreas no servidas;
- b. Incremento del servicio en áreas con menor índice de penetración;
- c. Atención a las áreas de educación, salud, producción y medio ambiente; y,
- d. Atención a las zonas fronterizas.

Estos programas podrán ser implementados mediante la instalación, entre otros, de cabinas públicas, telecentros comunitarios polivalentes, centros de atención y terminales domiciliarias.

## **Capítulo VI**

### **DE LA CONVOCATORIA Y CONTRATACIÓN DE LOS PROYECTOS**

**Art. 22.-** (Reformado por el Art. 5 de Resolución 588-22-CONATEL-2000, R.O. 235, 2-I-2001) La contratación de los proyectos de telecomunicaciones, financiados con recursos del FODETEL será realizada mediante concurso público. El Presidente del CONATEL efectuará la convocatoria a través de publicaciones por la prensa, y se sujetará a las disposiciones del Reglamento de Ejecución de Proyectos y Contratación de Servicios del FODETEL que aprobará el CONATEL. Este reglamento establecerá las salvedades para proyectos que, por su monto o por el origen de los recursos, no requieran de concurso público y establecerá los mecanismos para su contratación y ejecución.

Los documentos precontractuales serán aprobados por el CONATEL.

**Art. 23.-** La convocatoria pública corresponderá a programas y proyectos que estén dentro del plan operativo y, a criterio del CONATEL, se podrá convocar la

ejecución de programas y proyectos en conjunto, con el objeto de establecer un equilibrio adecuado entre proyectos que se consideren de diferente rentabilidad.

**Art. 24.-** Podrán participar en los concursos públicos promovidos por el FODETEL, aquellas personas que no tengan impedimento para obtener concesiones.

## Capítulo VII

### OTORGAMIENTO DE LA CONCESIÓN

**Art. 25.-** El Secretario Nacional de Telecomunicaciones, previa autorización del CONATEL y una vez que haya sido notificado de la adjudicación de los contratos procederá al otorgamiento de la concesión en aplicación de las regulaciones correspondientes. En el caso de que el operador adjudicado sea titular de una concesión para el mismo tipo de servicio, el otorgamiento de la concesión se lo realizará mediante la incorporación de un adendum al contrato principal.

**Art. 26.-** Suscrito el contrato de concesión o el adendum correspondiente, se procederá a la suscripción del Contrato de Financiamiento, de ser el caso.

Si el adjudicatario no suscribiere el contrato de concesión o el adendum, en los plazos establecidos en las bases del concurso, el contrato de financiamiento caducará, salvo que el incumplimiento se deba a fuerza mayor, caso fortuito, en cuyo evento el CONATEL podrá prorrogar el plazo para la entrega de los fondos.

En el caso de que el adjudicatario no suscribiera el contrato de concesión o el adendum, el CONATEL podrá adjudicar el contrato al oferente que se encuentre en segundo lugar en el concurso, siempre que éste haya calificado de conformidad con los requisitos del concurso y convenga a los intereses del país. En caso de que el oferente que se encuentre en segundo lugar no suscriba los contratos de financiamiento y concesión o adendum, el Comité declarará desierto el concurso.

En el caso de proyectos o grupos de proyectos que, previo a la convocatoria a concurso, hayan sido declarados por el CONATEL de urgente ejecución, y que no hayan recibido ofertas o el concurso haya sido declarado desierto, el CONATEL, a pedido del Consejo de Administración, podrá autorizar la contratación directa con el operador u operadores que estimare conveniente, sobre la base de la evaluación de su idoneidad determinada en función de su experiencia, capacidad técnica y económica, cercanía de sus instalaciones a los lugares de ejecución de los proyectos y economía en la prestación de los servicios.

**Art. 27.-** La Superintendencia de Telecomunicaciones realizará el control técnico de los servicios prestados a través de las concesiones financiadas por el FODETEL, para lo cual los concesionarios deberán presentar la información requerida para tal efecto, por dicho organismo de control.

## **Capítulo VIII**

### **CONTRATO DE FINANCIAMIENTO**

**Art. 28.-** El contrato de financiamiento será suscrito por el adjudicatario, conjuntamente con el contrato de concesión, salvo que se trate de una concesión ya otorgada, en cuyo caso el contrato de financiamiento se firmará conjuntamente con el adendum.

**Art. 29.-** Las estipulaciones básicas a ser incluidas en los contratos de financiamiento serán las siguientes:

- a. Descripción del proyecto;
- b. Plazo de ejecución;
- c. Responsable de la ejecución;
- d. Forma y cronograma de desembolsos y, en el caso de financiamiento parcial, la contrapartida a cargo del adjudicatario del concurso;
- e. Mecanismos de fiscalización, supervisión y control, los que deberán incluir un compromiso de información periódica de los avances del proyecto;

- f. Periodicidad de la presentación, por el adjudicatario, de informes de avance de obra y ejecución de la inversión;
- g. Compromiso de operación y de mantenimiento y garantías por tales compromisos;
- h. Compromiso de transferir la operación, en caso de no ser posible la continuación de la misma;
- i. Determinación de sanciones, por incumplimientos contractuales;
- j. Mecanismos de solución de conflictos; y,
- k. Compromiso de entregar la información técnica, como también de brindar las facilidades para que la Superintendencia de Telecomunicaciones realice el control de los servicios.

**Art. 30.-** La declaración de incumplimiento de las estipulaciones del contrato de concesión originará la terminación unilateral del contrato de financiamiento por parte de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, previa autorización del CONATEL.

## **Capítulo IX**

### **DESEMBOLSO DE LOS FONDOS**

**Art. 31.-** Los desembolsos de los fondos se harán de acuerdo a lo especificado en el respectivo Contrato de Financiamiento.

**Art. 32.-** El CONATEL a través de la unidad respectiva, supervisará el ciclo del desembolso desde la solicitud hasta la rendición de cuentas final y establecerá los documentos para su entrega, tales como solicitudes de reembolso, resumen periódico de la situación de cuenta y resumen de la ejecución de obras con el monto financiado.

**Art. 33.-** Los desembolsos se harán directamente al concesionario o como reembolso al beneficiario del financiamiento.

## Capítulo X

### DE LA FISCALIZACIÓN

**Art. 34.-** La fiscalización de los proyectos financiados con recursos provenientes del FODETEL, se realizará por administración directa o por contratación de terceros.

**Art. 35.-** La fiscalización comprenderá principalmente lo siguiente:

- a. Fiscalización de los equipos, materiales, instalación y pruebas de operación, de acuerdo con los términos del contrato y sus especificaciones técnicas;
- b. Fiscalización de las condiciones de conexión e interconexión, para lo cual, tanto el adjudicatario cuanto el operador con el que se conectará o interconectará deberán otorgar las facilidades necesarias; y,
- c. Fiscalización financiera y legal.

**Art. 36.-** Corresponde al Fiscalizador del Proyecto presentar informes periódicos al Director del FODETEL sobre todos los aspectos del avance de ejecución de los contratos. En el informe emitirá opinión y, de ser el caso, recomendará la adopción de medidas correctivas pertinentes.

**Art. 37.-** Los exámenes de auditoría del FODETEL se harán por parte de la Contraloría General del Estado, o por firmas auditoras debidamente calificadas por ese organismo de control.

## Capítulo XI

### DE LA COORDINACIÓN Y COOPERACIÓN CON ORGANISMOS NACIONALES E INTERNACIONALES

**Art. 38.-** A fin de coadyuvar en el desarrollo técnico, científico, establecimiento de programas y obtención de recursos para la consecución de metas del servicio universal, el CONATEL fomentará las relaciones de cooperación con organismos

nacionales e internacionales y podrá promover la constitución de organizaciones sin fines de lucro.

## **DISPOSICIONES TRANSITORIAS**

**Primera.-** El cálculo de los aportes establecidos en el Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones que se brindan en régimen de libre competencia, señalados en el artículo 12, literal a) de este reglamento, correspondientes al ejercicio económico del año 2000, deberá realizarse desde la fecha de entrada en vigencia del presente reglamento, y su recaudación se efectuará dentro de los primeros quince días del año 2001.

**Segunda.-** Los gastos necesarios previos para el funcionamiento administrativo del FODETEL serán cubiertos con los recursos del CONATEL o la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

**Tercera.-** El Presidente del CONATEL dispondrá la contratación, en forma provisional del personal necesario para el inicio de la gestión del FODETEL; y, en aplicación del artículo 49 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, podrá solicitar apoyo a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, o a la Superintendencia de Telecomunicaciones, para el inicio del desarrollo de las actividades del FODETEL.

**Cuarta.-** Cuando el CONATEL apruebe los planes de expansión de servicios de las empresas ANDINATEL S.A. y PACIFICTEL S.A., tomará en cuenta que los aportes establecidos en el artículo 20 de la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones, no se contrapongan a los objetivos de los aportes establecidos en el artículo 38 reformado por el artículo 58 de la Ley de Transformación Económica del Ecuador.

El presente reglamento entrará en vigencia a partir de su aprobación sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial.

Dada, en Quito, el 28 de septiembre del 2000.

**FUENTES DE LA PRESENTE EDICIÓN DEL REGLAMENTO DEL FONDO PARA EL DESARROLLO DE LAS TELECOMUNICACIONES EN ÁREAS RURALES Y URBANO MARGINALES**

1.- Resolución 394-18-CONATEL-2000 (Registro Oficial 193, 27-X-2000).

2.- Resolución 588-22-CONATEL-2000 (R.O. 235, 2-I-2001).

Fuente: FIEL Magister 7.1 (c). Derechos Reservados. 2004.

<http://www.edicioneslegales.com/>

Esta versión de la norma legal no equivale ni sustituye o reemplaza a la publicada en el Registro Oficial Ecuatoriano, por lo tanto el usuario asume bajo su entera responsabilidad el uso de esta información.”



## **ANEXO 4: Características de Equipos**

Aquí se detallarán las características básicas de equipos a ser utilizados y las cuales fueron configuradas en la herramienta de simulación para que esta se apegue más a la realidad.

Puesto que este estudio entrará a una licitación o concurso público no podemos favorecer a una empresa o marca por lo que estas no serán utilizadas y las características de los equipos se consideran como referenciales.

### **Equipo CPE/AP**

- Diseño impermeable para uso al aire libre.
- Frecuencia de Operación 2.400 ~ 2.497GHz (Programable de acuerdo a las regulaciones de cada país).
- Integra equipo de radio y router.
- Completa compatibilidad con IEEE 802.11a/b/g que permite la inter-operación entre múltiples proveedores.
- Potencia de hasta 30dBm/1000mW para largas distancias (hasta 50 Km) sin amplificado.
- Tasa de transferencia de datos de hasta 54Mbps.
- Power over Ethernet - PoE.
- Soporta 64/128/152 WEP, WPA y WPA2.
- Administrable via Web.

- Control de Ancho de Banda.
- Firewall SPI y packet/URL filtering.
- Sensibilidad: -93dBm a 1Mbps / -75dBm a 54 Mbps.

### **Antenas para CPE**

- Ganancia de Antena: 12dBi, 15dBi, 24dBi
- Frecuencia de Operación: 2300 ~ 2712MHz.
- Polarización Horizontal o Vertical.
- Directiva.

### **Antenas para AP**

- Ganancia de Antena: 16dBi
- Frecuencia de Operación: 2300 ~ 2712MHz.
- Polarización Horizontal o Vertical.
- Sectorial 90<sup>0</sup>.

### **Switch**

- 8 puertos
- Velocidad 10/100Mbps sobre Ethernet

**ANEXO 5: Respaldo Fotográfico**

 A photograph of a two-story school building with a yellow and blue facade. The name "COLEGIO 12 DE MAYO" is written in white letters on the upper part of the building. There are palm trees and a utility pole in the foreground.	 A tall, lattice-structured communication tower standing against a cloudy sky. The tower is made of metal and has several antennas or equipment mounted on it.
<p>Colegio 12 de Mayo – Puyo – Pastaza.</p>	<p>Torre de comunicaciones en el cerro “El Triunfo”</p>
 A photograph of a man in a striped shirt standing next to a white electrical cabinet or transformer. A tall metal lattice tower is visible in the background.	 A photograph of a man in a striped shirt standing in a large, open area under a large metal roof structure. Other people are visible in the background, some sitting on the ground.
<p>Respaldo eléctrico “El Triunfo”</p>	<p>Escuela Amazanga</p>



Biblioteca Pública Arajuno - Arajuno



Escuela Gabriel López

## **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, 20 de marzo de 2009.

---

MSC. Ing. Gonzalo Olmedo.

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

---

Ricardo David González Pinos

**Autor**