

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED MULTISERVICIOS PARA
PROVEER INTERNET A 60 UNIDADES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE
LA PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS
MEDIANTE SISTEMAS DE TELEEDUCACIÓN E INCORPORAR A
ALUMNOS Y MAESTROS A LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN

MÓNICA PAMELA ZEA VELASCO

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2009

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado: " ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED MULTISERVICIOS PARA PROVEER INTERNET A 60 UNIDADES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE LA PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS MEDIANTE SISTEMAS DE TELEEDUCACIÓN E INCORPORAR A ALUMNOS Y MAESTROS A LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN ", ha sido desarrollado en su totalidad por la señorita MÓNICA PAMELA ZEA VELASCO con CC: 1803481066, bajo nuestra dirección.

Atentamente

Ing. Fabián Sáenz

DIRECTOR

Ing. Carlos Romero

CODIRECTOR

RESUMEN

En el presente proyecto se desarrolla el diseño técnico de la red que permitirá la conectividad al Internet de 60 unidades educativas, repartidas en toda la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas en las zonas urbana, rural y urbano – marginal.

La institución ejecutora del proyecto es el FODETEL, que es el Fondo de Desarrollo para las Telecomunicaciones, organismo gubernamental encargado de promover el desarrollo de las telecomunicaciones en el país e interesado en llevar a cabo proyectos sociales de conectividad.

Antes de realizar el diseño, se realizó una visita de campo convenida con el Gobierno Provincial de la provincia para conocer las localidades beneficiarias, su ubicación, coordenadas geográficas e infraestructura, además de obtener información socio – económica sobre la población estudiantil y docente de las unidades educativas.

El diseño de la red comprende el *backbone* o red de transporte, la red de acceso y la red de área local, también la implementación de un centro de gestión que será ubicado en el edificio del Gobierno Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Adicionalmente se elaboró el análisis del costo total del proyecto que incluye: equipamiento, infraestructura, uso del espectro radioeléctrico, mantenimiento, entre otros. Además de planes de sostenibilidad aplicables a futuro y los aspectos legales y regulatorios que solicita el Estado ecuatoriano para la operación de la red.

DEDICATORIA

A mi papá que en paz descansa, porque a pesar de no estar físicamente conmigo sé que siempre ha estado a mi lado y ahora celebrando conmigo este logro personal.

AGRADECIMIENTO

A Dios, porque sin Él a mi lado nada hubiera sido posible y es a Él a quien debo este logro.

A mi hermano por acompañarme siempre en el camino de la vida como si fuese mi padre y le doy gracias a Dios por darme el honor de tenerlo como tal.

A los Ing. Fabián Sáenz, Ing. Carlos Romero, Ing. Johan Garzón e Ing. Adolfo Asqui, por facilitarme la información, los contactos y haberme permitido trabajar en forma conjunta en el desarrollo de un proyecto social.

A mi madre, mi padrastro que ha llegado a ser como un padre para mí, mi hermana porque siempre han sido un gran apoyo para mí durante toda mi vida, por sembrar en mí valores éticos y morales que los aplicaré toda mi vida y por brindarme la confianza y la comprensión para solucionar mis problemas.

A Felipe Urresta, la persona que amo y su familia por ser para mí un constante en apoyo en el desarrollo de este proyecto.

A mis grandes amigos, casi hermanos y sus familias por apoyarme siempre en los momentos más difíciles de mi vida personal y universitaria y haber sido para mí como una segunda familia.

PRÓLOGO

El FODETEL con el objetivo de brindar a estudiantes y maestros la posibilidad de acceder a información virtual gratuita plantea la elaboración de un proyecto de telecomunicaciones para permitir la interconexión a Internet a 60 centros educativos de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas beneficiando a un total aproximado de 24758 alumnos y 1107 docentes.

Mediante la ejecución de este proyecto se pretende potenciar el desarrollo cognitivo y el aprendizaje innovador en los estudiantes mediante nuevos entornos que favorezcan el desarrollo de habilidades, destrezas y adquisición de conocimientos, así como también la capacidad de acceder, organizar y tratar la información a través de nuevos medios informáticos. Además impulsar el uso racional y crítico del servicio de Internet, capacitando a los alumnos para entender y expresarse a través de él.

Con este proyecto los docentes también juegan un papel muy importante, ya que ellos ayudarán a proporcionar soporte técnico y formación adecuada para utilizar la computadora como recurso didáctico, y como medio de renovación de la metodología educativa para mejorar la calidad de la enseñanza.

La implementación del servicio traerá consigo grandes beneficios para el país ya que podrá ser una realidad el acceso a una educación gratuita y de calidad para las personas de escasos recursos económicos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| CAPITULO 1 | 1 |
| FODETEL INSTITUCIÓN EJECUTORA DEL PROYECTO | 1 |
| 1.1 ANTECEDENTES [1] | 1 |
| 1.2 INTRODUCCIÓN | 2 |
| 1.3 OBJETIVOS INSTITUCIONALES [2] | 3 |
| 1.4 MISIÓN Y VISIÓN [2] | 4 |
| 1.4.1 Misión | 4 |
| 1.4.2 Visión | 4 |
| CAPITULO 2 | 5 |
| ESTUDIO DE CAMPO DE LAS INSTITUCIONES BENEFICIARIAS | 5 |
| 2.1 LOCALIDADES BENEFICIARIAS | 5 |
| 2.2 ESTUDIO DE CAMPO | 9 |
| 2.3 INFORMACIÓN SOCIO - ECONÓMICA | 10 |
| 2.3.1 Infraestructura y ubicación | 11 |
| 2.3.2 Estudiantes y maestros | 12 |
| 2.3.3 Infraestructura de telecomunicaciones | 14 |
| 2.3.4 Conocimiento de Internet | 16 |
| 2.4 POSIBLES UBICACIONES PARA ESTACIONES REPETIDORAS | 25 |
| 2.5 UBICACIÓN GEOGRÁFICA | 25 |
| 2.5.1 Mapa Santa María Toachi | 26 |
| 2.5.2 Mapa Bocana de Búa | 26 |
| 2.5.3 Mapa Monterrey | 27 |
| 2.5.4 Mapa Cristóbal Colón | 28 |
| 2.5.5 Mapa Alluriquín | 29 |
| 2.5.6 Mapa Santo Domingo de los Colorados | 30 |
| 2.5.7 Mapa El Carmen | 32 |
| 2.5.8 Mapa Luz de América | 33 |
| CAPITULO 3 | 35 |
| DISEÑO TÉCNICO DE LA RED | 35 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1 | ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS | 35 |
| 3.1.1 | Tecnologías de Acceso | 35 |
| 3.2 | ELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS | 54 |
| 3.2.1 | Enlaces de par de cobre | 54 |
| 3.2.2 | Enlaces de fibra óptica | 55 |
| 3.2.3 | Enlaces <i>Wifi</i> | 55 |
| 3.2.4 | Enlaces <i>WIMAX</i> | 56 |
| 3.2.5 | Enlaces con tecnología celular | 57 |
| 3.2.6 | Enlaces satelitales | 57 |
| 3.3 | REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LA RED | 58 |
| 3.4 | RED DE <i>BACKBONE</i> | 58 |
| 3.5 | RED DE ACCESO..... | 62 |
| 3.5.1 | Cerro Bombolí..... | 63 |
| 3.5.2 | Cerro Congona | 67 |
| 3.5.3 | Cerro Mirador del Toachi | 69 |
| 3.5.4 | Cerro Chiguilpe..... | 70 |
| 3.5.5 | Cerro Bijahual..... | 71 |
| 3.5.6 | Estaciones VSAT | 73 |
| 3.6 | RED LAN (<i>LOCAL AREA NETWORK</i>)..... | 73 |
| 3.6.1 | Grupo 1 | 74 |
| 3.6.2 | Grupo 2..... | 75 |
| 3.6.3 | Grupo 3..... | 76 |
| 3.6.4 | Grupo 4..... | 78 |
| 3.6.5 | Grupo 5..... | 80 |
| 3.6.6 | Grupo 6..... | 81 |
| 3.6.7 | Grupo 7..... | 82 |
| 3.7 | DISEÑO DEL CENTRO DE GESTIÓN | 84 |
| 3.7.1 | Servidor de control de contenido | 85 |
| 3.7.2 | Servidor de control de ancho de banda | 86 |
| 3.7.3 | Software de gestión..... | 86 |
| 3.8 | ESTUDIO DE TRÁFICO..... | 87 |

| | | |
|--|--|------------|
| 3.9 | SELECCIÓN DE RUTAS | 88 |
| 3.10 | ZONAS DE INFLUENCIA..... | 89 |
| 3.10.1 | Cerro Bombolí..... | 90 |
| 3.10.2 | Cerro Chiguilpe..... | 90 |
| 3.10.3 | Cerro Congona | 91 |
| 3.10.4 | Cerro Mirador del Toachi | 91 |
| 3.10.5 | Cerro Bijahual..... | 92 |
| 3.11 | DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE UTILIZADO | 92 |
| 3.11.1 | Instalación | 93 |
| 3.11.2 | Configuración de mapas..... | 94 |
| 3.11.3 | Creación de las unidades | 96 |
| 3.11.4 | Creación de las Redes | 97 |
| 3.11.5 | Evaluación de los enlaces | 99 |
| 3.11.6 | Gráficos de Cobertura | 100 |
| CAPITULO 4 | | 101 |
| FACTIBILIDAD ECONÓMICA | | 101 |
| 4.1 | COSTO TOTAL DEL EQUIPAMIENTO..... | 101 |
| 4.1.1 | Equipos..... | 101 |
| 4.1.2 | Infraestructura..... | 102 |
| 4.2 | COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | 104 |
| 4.3 | COSTO TOTAL DEL PROYECTO | 106 |
| 4.4 | PLANES DE SOSTENIBILIDAD | 106 |
| 4.5 | FLUJO DE CAJA..... | 107 |
| 4.5.1 | Variables económicas VAN y TIR..... | 111 |
| CAPITULO 5 | | 114 |
| ASPECTOS LEGALES Y REGULATORIOS | | 114 |
| 5.1 | PLAN NACIONAL DE FRECUENCIAS..... | 115 |
| 5.2 | NORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL..... | 115 |
| 5.3 | REQUISITOS LEGALES PARA LA UTILIZACIÓN DE LAS FRECUENCIAS | 117 |

| | | |
|-------|--|------------|
| 5.3.1 | Información legal | 117 |
| 5.3.2 | Información Técnica | 117 |
| 5.3.3 | Formularios..... | 117 |
| 5.4 | REGLAMENTO DE DERECHOS POR CONCESIÓN Y TARIFAS POR USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO..... | 118 |
| 5.4.1 | Enlace Punto – Punto | 118 |
| 5.4.2 | Enlaces Punto – Multipunto | 119 |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 123 |
| | ANEXO 1 | 125 |
| | LISTADO DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS BENEFICIARIAS | 126 |
| | ANEXO 2 | 128 |
| | FOTOGRAFÍAS DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS BENEFICIARIAS | 129 |
| | ANEXO 3 | 131 |
| | FOTOGRAFÍAS DE LOS LABORATORIOS DE COMPUTACIÓN DE ALGUNAS UNIDADES EDUCATIVAS | 132 |
| | ANEXO 4 | 133 |
| | MODELO DE LA ENCUESTA REALIZADA..... | 134 |
| | ANEXO 5 | 135 |
| | ROUTER INALÁMBRICO 3COM OFFICE CONNECT..... | 136 |
| | ANEXO 6 | 137 |
| | LOBOMETRICS..... | 138 |
| | ANEXO 7 | 140 |
| | EQUIPOS LOBOMETRICS ACCESS POINT LOBO 924TS..... | 141 |
| | ANEXO 8 | 144 |
| | ANTENA OMNIDIRECCIONAL DE 17DBI..... | 145 |
| | ANEXO 9 | 146 |
| | EQUIPO LOBOMETRICS CPE MIURA OSB PLUS..... | 147 |
| | ANEXO 10 | 150 |
| | EQUIPO LOBOMETRICS CPE MIURA OSB FIVE | 151 |
| | ANEXO 11 | 154 |
| | ANTENA DIRECCIONAL PARABÓLICA DE 15 DBI..... | 155 |

| | |
|---|-----|
| ANEXO 12 | 156 |
| PERFILES DE LOS ENLACES | 157 |
| ANEXO 13 | 188 |
| LISTADO DE LA INSTITUCIONES EDUCATIVAS CON EL NÚMERO DE COMPUTADORAS | 189 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 191 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 2.1. Posibles ubicaciones para estaciones repetidoras | 25 |
| Tabla 2.2. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa Santa María Toachi | 26 |
| Tabla 2.3. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa Bocana de Búa..... | 27 |
| Tabla 2.4. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa Monterrey | 28 |
| Tabla 2.5. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa Cristóbal Colón..... | 29 |
| Tabla 2.6. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa Alluriquín | 29 |
| Tabla 2.7. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa Sto. Domingo de los Colorados | 30 |
| Tabla 2.8. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa El Carmen | 32 |
| Tabla 2.9. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa Luz de América | 34 |
| Tabla 3.1. Velocidades y grosor del cable para ADSL | 38 |
| Tabla 3.2. Velocidades de VDSL..... | 39 |
| Tabla 3.3. Velocidades de transmisión en una red HFC | 44 |
| Tabla 3.4. Estándares Wifi | 48 |
| Tabla 3.5. Distancias y velocidades del estándar 802.11 | 49 |
| Tabla 3.6. Bandas de frecuencia para enlaces satelitales | 54 |
| Tabla 3.7. Equipos a utilizarse en las estaciones repetidoras | 61 |
| Tabla 3.8. Equipos a utilizarse en las localidades conectadas al cerro Bombolí..... | 65 |
| Tabla 3.9. Equipos a utilizarse en las localidades a conectarse al cerro Congona ... | 68 |
| Tabla 3.10. Equipos a utilizarse en las localidades a conectarse al cerro Mirador del Toachi | 70 |
| Tabla 3.11. Equipos a utilizarse en las localidades a conectarse al cerro Chiguilpe. | 71 |
| Tabla 3.12. Equipos a utilizarse en las localidades a conectarse al cerro Bijahual ... | 72 |
| Tabla 3.13. Número de computadoras y ancho de banda en función del número de alumnos | 74 |
| Tabla 3.14. Direccionamiento IP para el grupo 1 | 75 |
| Tabla 3.15. Direccionamiento IP para el grupo 2 | 76 |
| Tabla 3.16. Direccionamiento IP para el grupo 3 | 77 |
| Tabla 3.17. Direccionamiento IP para el grupo 4 | 78 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 3.18. Direccionamiento IP para el grupo 5 | 80 |
| Tabla 3.19. Direccionamiento IP para el grupo 6 | 82 |
| Tabla 3.20. Direccionamiento IP para el grupo 7 | 83 |
| Tabla 4.1. Costo total equipos..... | 102 |
| Tabla 4.2. Costo total infraestructura | 103 |
| Tabla 4.3. Costo total del equipamiento | 103 |
| Tabla 4.4. Costos por el uso del espectro radioeléctrico | 105 |
| Tabla 4.5. Costos operacionales y de mantenimiento | 105 |
| Tabla 4.6. Costo total de operación y mantenimiento | 105 |
| Tabla 4.7. Costo total del proyecto | 106 |
| Tabla 4.8. Egresos del proyecto..... | 107 |
| Tabla 4.9. Estimación del flujo de caja | 109 |
| Tabla 5.1. Cálculos de la Tarifa A | 120 |
| Tabla 5.2. Valor de F_d para Sistemas de MDBA | 121 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.1. Mapa de Santo Domingo de los Tsáchilas | 6 |
| Figura 2.2. Población por áreas – Censos 1974 – 2001 | 7 |
| Figura 2.3. Población por sexo..... | 7 |
| Figura 2.4. Índices de analfabetismo..... | 8 |
| Figura 2.5. Población según niveles de instrucción..... | 8 |
| Figura 2.6. Porcentaje de Instituciones de acuerdo a su infraestructura | 11 |
| Figura 2.7. Porcentaje de acuerdo a la ubicación de las instituciones | 12 |
| Figura 2.8. Porcentaje de instituciones educativas con su cantidad de alumnos | 12 |
| Figura 2.9. Tipos de instituciones..... | 13 |
| Figura 2.10. Porcentaje de maestros por tipo de institución educativa | 13 |
| Figura 2.11. Porcentaje de cantidad de alumnos por maestro | 14 |
| Figura 2.12. Porcentaje de instituciones con servicio telefónico | 14 |
| Figura 2.13. Porcentaje de instituciones, en base al número de estudiantes por computadora | 15 |
| Figura 2.14 Porcentaje de acceso al Internet..... | 15 |
| Figura 2.15. Porcentaje de instituciones que poseen equipos | 16 |
| Figura 2.16. Establecimientos con 1 o 2 laboratorios de computación..... | 16 |
| Figura 2.17. Resultados, pregunta 1 de la encuesta. | 17 |
| Figura 2.18. Resultados, pregunta 2 de la encuesta. | 17 |
| Figura 2.19. Resultados, pregunta 3 de la encuesta. | 18 |
| Figura 2.20. Resultados, pregunta 4 de la encuesta. | 18 |
| Figura 2.21. Resultados, pregunta 5 de la encuesta, acceso al Internet en un solo lugar | 19 |
| Figura 2.22. Resultados, pregunta 5 de la encuesta, acceso al Internet en más de un lugar | 19 |
| Figura 2.23. Resultados, pregunta 6 de la encuesta | 20 |
| Figura 2.24. Resultados, pregunta 7 de la encuesta. | 21 |
| Figura 2.25. Resultados, pregunta 8 de la encuesta, una sola aplicación..... | 21 |
| Figura 2.26. Resultados, pregunta 8 de la encuesta, dos aplicaciones..... | 22 |

| | |
|---|----|
| Figura 2.27. Resultados, pregunta 8 de la encuesta, más de dos aplicaciones. | 22 |
| Figura 2.28. Resultados, pregunta 9 de la encuesta, una aplicación. | 23 |
| Figura 2.29. Resultados, pregunta 9 de la encuesta, dos aplicaciones. | 24 |
| Figura 2.30. Resultados, pregunta 9 de la encuesta, más de dos aplicaciones. | 24 |
| Figura 2.31. Mapa Santa María Toachi. | 26 |
| Figura 2.32. Mapa Bocana de Búa. | 27 |
| Figura 2.33. Mapa Monterrey. | 28 |
| Figura 2.34. Mapa Cristóbal Colón. | 29 |
| Figura 2.35. Mapa Alluriquín. | 30 |
| Figura 2.36. Mapa Santo Domingo de los Colorados. | 32 |
| Figura 2.37. Mapa El Carmen. | 33 |
| Figura 2.38. Mapa Luz de América. | 34 |
| Figura 3.1. Tecnologías de acceso guiadas. | 35 |
| Figura 3.2. Tecnologías de acceso no guiadas. | 35 |
| Figura 3.3. Arquitectura de la tecnología xDSL. | 37 |
| Figura 3.4. Estructura de la red BPLC. | 42 |
| Figura 3.5. Estructura de una red HFC. | 43 |
| Figura 3.6. Estructura de una red PON. | 46 |
| Figura 3.7. Estructura de una red VSAT. | 53 |
| Figura 3.8. Estructura de la red de <i>backbone</i> | 59 |
| Figura 3.9. Ubicación de los puntos del backbone en Radio Mobile. | 59 |
| Figura 3.10. Coberturas de todas las antenas en la red. | 62 |
| Figura 3.11. Red de acceso desde el Cerro Bombolí. | 63 |
| Figura 3.12. Red de acceso desde el Cerro Bombolí continuación. | 64 |
| Figura 3.13. Cobertura de la antena del Cerro Bombolí. | 64 |
| Figura 3.14. Red de acceso desde el Cerro Congona. | 67 |
| Figura 3.15. Cobertura de la antena en el Cerro Congona. | 68 |
| Figura 3.16. Red de acceso desde el Cerro Mirador del Toachi. | 69 |
| Figura 3.17. Cobertura de la antenas de Mirador del Toachi. | 69 |
| Figura 3.18. Red de acceso desde el Cerro Chiguilpe. | 70 |
| Figura 3.19. Cobertura de la antena del Cerro Chiguilpe. | 71 |

| | |
|---|----|
| Figura 3.20. Red de acceso desde el Cerro Bijahual | 72 |
| Figura 3.21. Cobertura de la antena del Cerro Bijahual | 72 |
| Figura 3.22. Acceso satelital | 73 |
| Figura 3.23. Red LAN para las instituciones del Grupo 1 | 74 |
| Figura 3.24. Red LAN para las instituciones del Grupo 2..... | 75 |
| Figura 3.25. Red LAN para las instituciones del Grupo 3..... | 76 |
| Figura 3.26. Red LAN para las instituciones del Grupo 4..... | 78 |
| Figura 3.27. Red LAN para las instituciones del Grupo 5..... | 80 |
| Figura 3.28. Red LAN para las instituciones del Grupo 6..... | 81 |
| Figura 3.29. Red LAN para las instituciones del Grupo 7..... | 83 |
| Figura 3.30. Estructura de la distribución del Internet desde el Gobierno Provincial. | 84 |
| Figura 3.31. Zona de Fresnel | 88 |
| Figura 3.32. Zona de Influencia del Cerro Bombolí | 90 |
| Figura 3.33. Zona de Influencia del Cerro Chiguilpe | 90 |
| Figura 3.34. Zona de Influencia del Cerro Congona..... | 91 |
| Figura 3.35. Zona de influencia del Cerro Mirador del Toachi..... | 91 |
| Figura 3.36. Zona de influencia del Cerro Bijahual..... | 92 |
| Figura 3.37. Opciones de Internet | 94 |
| Figura 3.38. Extracción de mapas..... | 95 |
| Figura 3.39. Selección de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados | 95 |
| Figura 3.40. Ingreso de las unidades | 96 |
| Figura 3.41. Ventana para ingresar las coordenadas de cada unidad | 96 |
| Figura 3.42. Unidades ubicadas en el mapa de acuerdo a sus coordenadas | 97 |
| Figura 3.43. Configuración de las redes..... | 97 |
| Figura 3.44. Selección de los miembros de la red..... | 98 |
| Figura 3.45. Configuración de los sistemas..... | 98 |
| Figura 3.46. Resultados del radioenlace | 99 |

GLOSARIO

| | |
|-------------|---|
| ADSL | Asymmetric Digital Subscriber Line |
| ANSI | American Nacional Standards institute |
| AP | Access Point |
| ATM | Asynchronous Transfer Mode |
| AWG | American Wire Gauge |
| BPSK | Binary Phase Shift Keying |
| CAP | Carrierless Amplitude and Phase |
| CDMA | Code Division Multiple Access |
| CNT | Corporación Nacional de Telecomunicaciones |
| CPE | Customer Premises Equipment |
| CWDM | Coarse Wavelength Division Multiplexing |
| DES | Data Encryption Algorithm |
| DMT | Discrete Multitone Modulation |
| DSSS | Direct Sequence Spread Spectrum |
| DTED | Digital Terrain Elevation Data |
| DWDM | Dense Wavelength Division Multiplexing |
| ETSI | European Telecommunications Standards Institute |
| FHSS | Frequency Hopping Spread Spectrum |
| HDSL | High Bit Rate Digital Subscriber Line |
| HFC | Hybrid Fibre Coaxial |
| ICM | Industriales, Científicas y Médicas |
| IDSL | ISDN Digital Subscriber Line |
| ISDN | Integrated Services Digital Network |
| ITU | International Telecommunication Union |
| LAN | Local Area Network |
| MAC | Media Access Control Address |
| MCNS | Multimedia Cable Network System |
| MDBA | Modulación Digital de Banda Ancha |
| MDSL | Multirate Digital Subscriber Line |

| | |
|-----------------|--|
| OFDM | Orthogonal Frequency Division Multiplexing |
| PBX | Private Branch Exchange |
| PLC | Power Line Communication |
| PON | Passive Optical Network |
| PPM | Pulse Position Modulation |
| PSK | Phase Shift Keying |
| QAM | Quadrature Amplitude Modulation |
| QoS | Quality of Service |
| QPSK | Quadrature Phase Shift Keying |
| RADSL | Rate Adaptive Digital Subscriber Line |
| RDSI | Red Digital de Servicios Integrados |
| SDSL | Symmetric Digital Subscriber Line |
| SNMP | Simple Network Management Protocol |
| SRTM | Shuttle Radar Topography Mission |
| SHDSL | Single – pair High Speed Digital Subscriber Line |
| TIR | Tasa Interna de Retorno |
| UDSL | Uni – Digital Subscriber Line |
| UIT | Unión Internacional de Telecomunicaciones |
| UMTS | Universal Mobile Telecommunications System |
| URL | Uniform Resource Locator |
| VAN | Valor Actual Neto |
| VDSL | Very High Bit Rate Digital Subscriber Line |
| VSAT | Very Small Aperture Terminals |
| W – CDMA | Wideband Code Division Multiple Access |
| WDM | Wavelength Division Multiplexing |
| WDS | Wireless Distribution System |
| WEP | Wired Equivalent Privacy |
| WGS – 84 | World Geodetic System 1984 |
| WIFI | Wireless Fidelity |
| WIMAX | Worldwide Interoperability for Microwave Access |
| WLAN | Wireless Local Area Network |

CAPITULO 1.

FODETEL INSTITUCIÓN EJECUTORA DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES [1]

En la actualidad debido a las ventajas y las nuevas tecnologías de comunicación y de los servicios que se obtienen, es necesario estar conectados a esta nueva era de la información, que es la base para poder estar informados a nivel mundial.

La realidad de la educación pública en el Ecuador ha estado en muy malas condiciones debido a que los gobiernos de turno no le han dado la importancia que merece incluso reducen su presupuesto y, con ello, los principios constitucionales de 'educación gratuita y de calidad' han sido una falacia.

Según la Constitución Política del Ecuador es responsabilidad del Estado la provisión y regulación de servicios públicos como son las comunicaciones y para cumplir con este mandato la Ley para la Transformación Económica del Ecuador delegó al CONATEL la creación del FODETEL, Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano marginales, es la institución encargada de proveer los recursos necesarios para la mejora o implementación de infraestructura tecnológica en el área de telecomunicaciones principalmente en instituciones educativas.

El artículo 47 del Reglamento para Otorgar Concesiones de los Servicios de Telecomunicaciones 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.”

1.2 INTRODUCCIÓN

Para la implementación de los proyectos el FODETEL se basa en el Reglamento de Ejecución de Proyectos y Contratación de Servicios, con el cual se determina si el proyecto es implementado por una empresa privada o gubernamental.

El FODETEL trabaja en forma conjunta con gobiernos seccionales y organismos no gubernamentales, todo debe estar dentro de un plan realizado en base a investigación previa y participación de sectores interesados en los proyectos.

Los fondos económicos de los cuales dispone el FODETEL son provenientes de convenios internacionales, donaciones, gestión de recursos en los sectores beneficiados además de aportes de los operadores de servicios de telecomunicaciones que tienen permiso de concesión de frecuencias.

Una vez que el proyecto ya se encuentre operando, el FODETEL verificará que los gastos económicos, los equipos, el modo de operación y conexiones cumplan con lo establecido en el contrato.

1.3 OBJETIVOS INSTITUCIONALES [2]

Los objetivos del FODETEL son:

- “Diseñar procesos de recaudación y liquidación de los aportes de las operadoras (Fondo Rural Marginal y 1 %). “
- “Elaborar plan operativo de inversiones del FODETEL.”
- “Diseñar un manual de procedimientos que permita un ágil manejo de los procesos de elaboración, ejecución y evaluación de proyectos.”
- “Realizar y promover el diseño de proyectos de telecomunicaciones para los sectores rurales y urbano-marginales”
- “Ejecutar los proyectos aprobados por el CONATEL.”
- “Identificar fuentes alternativas de financiamiento para la ejecución de los proyectos provenientes de iniciativas institucionales y extrainstitucionales.”
- “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.”
- “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.”

- “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”
- “Promover la participación del sector privado en la ejecución de sus programas y proyectos”

1.4 MISIÓN Y VISIÓN [2]

1.4.1 Misión

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

1.4.2 Visión

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

CAPITULO 2.

ESTUDIO DE CAMPO DE LAS INSTITUCIONES BENEFICIARIAS

2.1 LOCALIDADES BENEFICIARIAS

Las características del sector a ser atendido son las siguientes:

Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas.

Capital: Santo Domingo de los Colorados.

Superficie: 3.857 Km².

Ubicación: 133 Km. al oeste de Quito.

Altitud: 656 msnm.

Provincialización: 06 de noviembre del 2007.

Población: 357.000 habitantes.

Límites: Al Norte y Este: con Pichincha. Al Noroeste con Esmeraldas. Al Oeste con Manabí. Al Sur con Los Ríos. Al Sureste con Cotopaxi.

Parroquias Urbanas: Santo Domingo de los Colorados, Chiguilpe, Río Verde, Bombolí, Zaracay, Abraham Calazacón, Río Toachi.

Parroquias Rurales: Alluriquín, Luz de América, Puerto Limón, San Jacinto del Búa, Valle Hermoso, El Esfuerzo, Santa María del Toachi.

La división política de Santo Domingo de los Tsáchilas como se puede ver en la Figura 2.1, está en base a las parroquias rurales, ya que como tal tiene un solo cantón que es Santo Domingo de los Colorados.



Figura 2.1. Mapa de Santo Domingo de los Tsáchilas

La población de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas según el último censo en el 2001, ha aumentado desde 1990 (año del penúltimo censo) a una tasa anual del 3.7%. Como se observa en la Figura 2.2 el crecimiento es mayor para el área urbana debido a que, según información proporcionada por la Dirección de Educación del lugar, la población rural ha migrado a la ciudad desde el año 1974 y desde ese momento la población urbana hasta 1990 se ha incrementado en 4 veces.

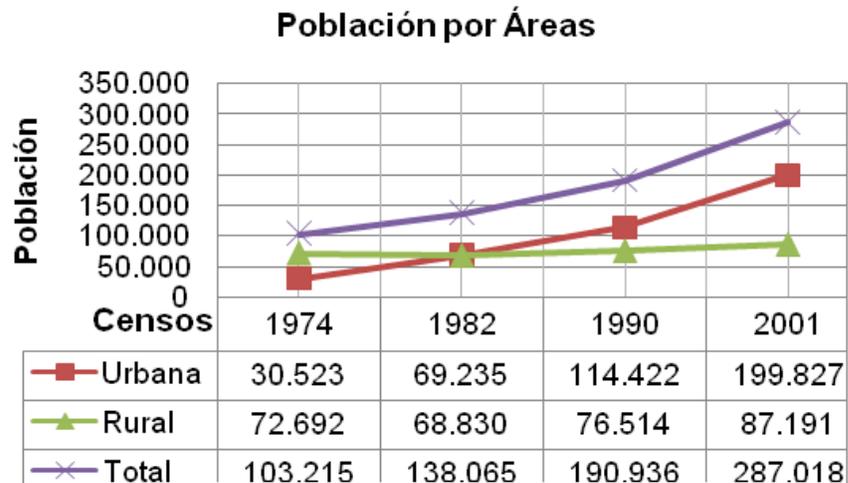


Figura 2.2. Población por áreas – Censos 1974 – 2001

Los habitantes de Santo Domingo se caracterizan por ser una población joven ya que el 46.8% son menores de 20 años, de acuerdo a información proporcionada por el INEC; y en cuanto a la población por género existe poca diferencia de cantidad, entre la masculina y femenina. Ver la Figura 2.3.

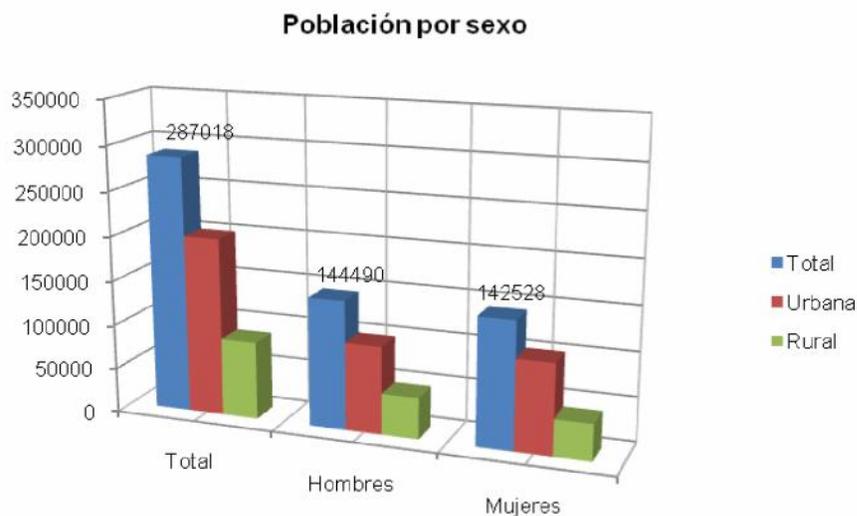


Figura 2.3. Población por sexo

El analfabetismo se considera en un 9%. Ver Figura 2.4.

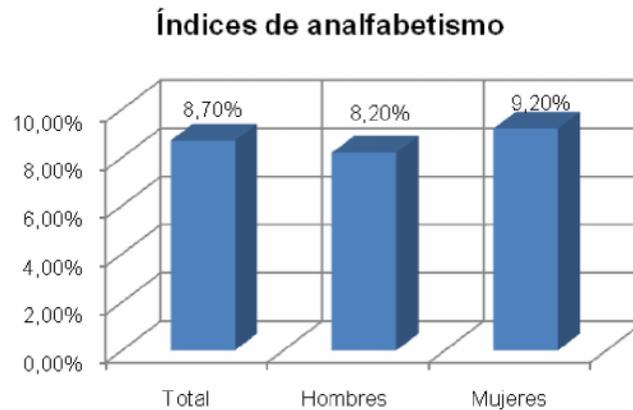


Figura 2.4. Índices de analfabetismo

La preparación académica de la población tiene un promedio de 6 años aprobados, por los habitantes de 10 años de edad y más. Para la población del área urbana el promedio es de 6,6 años y para la rural de 4,7 años.



Figura 2.5. Población según niveles de instrucción

Los beneficiarios directos son 60 unidades educativas del cantón Santo Domingo de los Colorados ubicadas en sus 14 parroquias; aproximadamente 24.758 alumnos y 1.107 docentes.

La selección de las instituciones educativas a ser beneficiadas, estuvo a cargo de la Dirección de Educación de la Provincia quienes nos hicieron llegar un listado de las localidades. Ver ANEXO 1.

2.2 ESTUDIO DE CAMPO

Se realizó una visita en la ciudad de Santo Domingo y sus alrededores a las Instituciones Educativas que constan en el listado del ANEXO 1.

Los principales objetivos a cumplirse con la visita de campo fueron:

- Conocer la infraestructura de las instituciones educativas beneficiadas.
- Investigar el grado de conocimiento de alumnos y maestros acerca del Internet.
- Determinar la mejor tecnología para la comunicación de las unidades educativas a la red.

Antes de realizar la visita fue necesario contactarnos con el Gobierno Provincial para solicitar ayuda de tipo logístico, se recibió una respuesta de parte del Ingeniero Oswaldo Niama, el cual supo indicar que el lugar de encuentro sería el edificio del Gobierno Provincial.

Los días de la visita en el Gobierno Provincial, el Ingeniero Pablo Guillén nos asignó una persona para que nos orientara en la ciudad y sus alrededores.

La visita, también estuvo orientada a obtener las coordenadas geográficas de las instituciones, tomar fotografías, realizar encuestas a maestros y alumnos, dialogar con los directores o rectores, conocer el(os) laboratorio(s) de computación e investigar datos básicos como son:

- Qué grado de conocimiento tienen los estudiantes y maestros para manejar una computadora, el internet.

- Qué aplicaciones utilizan o les gustaría utilizar.
- Horas de utilización de la computadora.

En cada institución se dialogó con el Director o Rector acerca de información básica como número de alumnos, maestros, computadoras, etc. Luego con la autorización previa se realizaban las encuestas a maestros y alumnos. Y finalmente se tomaban las fotografías y las coordenadas.

El número de encuestados fueron una muestra estratificada¹ de alumnos y maestros, con cálculos previamente realizados.

En conclusión para presentar los resultados que se muestran más adelante las fuentes de información fueron:

- Dirección de Educación de Santo Domingo de los Tsáchilas: Quienes nos proporcionaron el listado de las instituciones con números de teléfono y direcciones, además de datos de información básica sobre la provincia.
- Directores o Rectores: Quienes nos facilitaron información básica así como también el estado de las telecomunicaciones en su institución.
- Alumnos y maestros: Quienes a través de las encuestas nos proporcionan su grado de conocimiento y manejo de Internet.

2.3 INFORMACIÓN SOCIO - ECONÓMICA

Las encuestas estuvieron dirigidas a investigar el grado de conocimiento y utilización tanto de computadores como de Internet; en total se realizaron un número de 187 a maestros y de 223 a alumnos.

¹ Al ser varias instituciones, la muestra estratificada permite conocer a través de la muestra probabilística la cantidad de elementos que deben ser encuestados, para este caso, por institución educativa.

Se cumplieron los objetivos que se plantearon en el ítem anterior siendo los resultados obtenidos los se muestran a continuación:

2.3.1 Infraestructura y ubicación

- Se pudo apreciar que el 87% de las instituciones poseen una infraestructura de un piso, mientras que el porcentaje restante poseen construcciones de dos pisos, además todas las instituciones tienen sus aulas de hormigón.

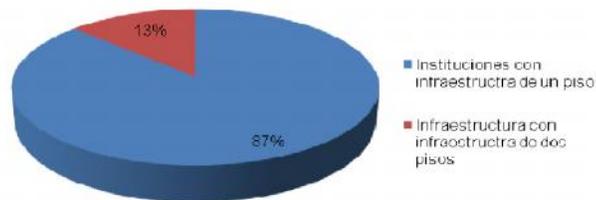


Figura 2.6. Porcentaje de Instituciones de acuerdo a su infraestructura

Este dato es importante ya que se puede asegurar que los equipos, con un poco de adecuaciones en el lugar, van a estar ubicados en un ambiente adecuado para trabajar correctamente. Las fotografías de las instituciones se encuentran en el ANEXO 2.

- La mayor parte de las instituciones están ubicadas en el sector rural de la provincia, mientras que el resto de instituciones se distribuyen entre los sectores urbano y urbano marginal.

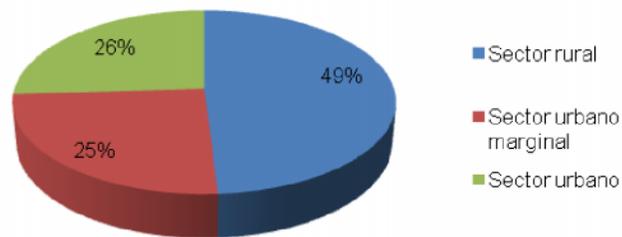


Figura 2.7. Porcentaje de acuerdo a la ubicación de las instituciones

2.3.2 Estudiantes y maestros

- La cantidad de alumnado en las instituciones varían de una a otra como se muestra en la Figura 2.8.

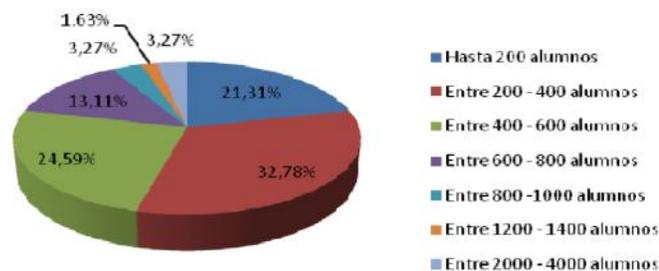


Figura 2.8. Porcentaje de instituciones educativas con su cantidad de alumnos

Para el año lectivo 2008 la población estudiantil en la mayoría de instituciones educativas, ha aumentado en relación al año 2007 en un 20% gracias a que ya no se cobran ni matrícula ni uniformes, de acuerdo a información proporcionada verbalmente por los directores de las instituciones.

- El listado proporcionado por la Dirección de Educación incluye instituciones de educación básica, bachillerato y post bachillerato.

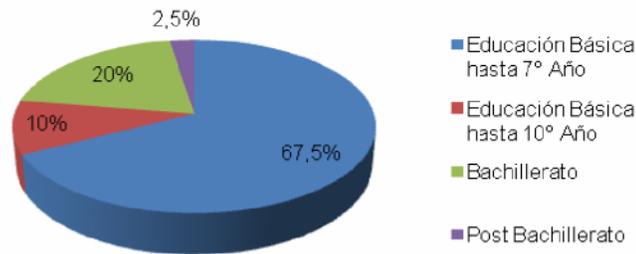


Figura 2.9. Tipos de instituciones

De acuerdo a estos resultados se puede apreciar que la Dirección de Educación está interesada en proveer de conectividad a instituciones de educación básica en su mayoría, lo que permite que los estudiantes desde sus primeros años de estudio se sientan familiarizados con la tecnología.

- Las instituciones educativas de educación básica hasta séptimo año tienen entre 100 y 800 estudiantes, las de educación básica hasta décimo año tienen entre 250 y 750, las de bachillerato entre 300 y 3200 y las de post bachillerato hasta 500.
- La cantidad de maestros es mayor para las instituciones que trabajan a nivel de bachillerato, esto se debe a que a cada profesor se le asigna una materia o más dependiendo de sus conocimientos y preparación, según información verbal proporcionada por los rectores.

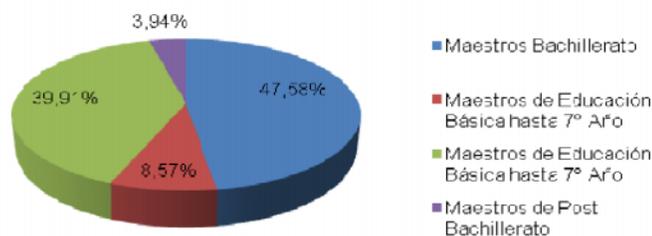


Figura 2.10. Porcentaje de maestros por tipo de institución educativa

- La distribución de maestros por grupo de alumnos se muestra en la Figura 2.11 donde se puede apreciar que la mayor cantidad de alumnos, que un maestro

puede tener en su aula es de 50 estudiantes, y la mayoría de maestros mantienen un promedio de hasta 30 alumnos por clase, lo cual es un número normal con el cual un maestro puede trabajar sin problemas.

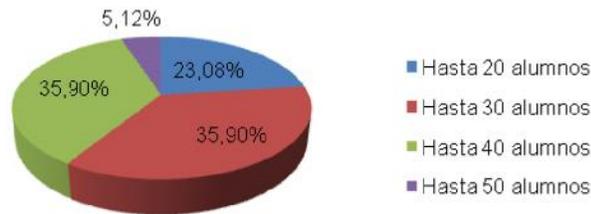


Figura 2.11. Porcentaje de cantidad de alumnos por maestro

2.3.3 Infraestructura de telecomunicaciones

La situación actual de las telecomunicaciones en las instituciones educativas es muy pobre, ya que al no poseer recursos necesarios para impartir una cultura tecnológica hace que exista una brecha digital enorme.

- La mayoría de las instituciones poseen líneas telefónicas lo cual da un indicio de que a lo mejor una elección tecnológica para esos casos podría ser una que utilice el par de cobre como medio de transmisión.

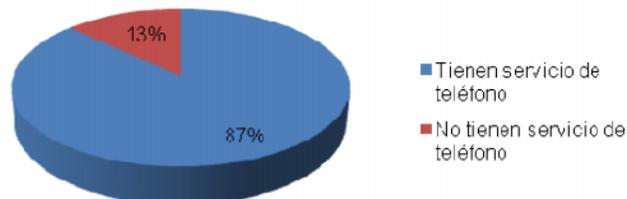


Figura 2.12. Porcentaje de instituciones con servicio telefónico

- El número de estudiantes por computadora en algunas instituciones es un problema, ya que no poseen equipos suficientes lo que no permite un desarrollo tecnológico adecuado en los alumnos.

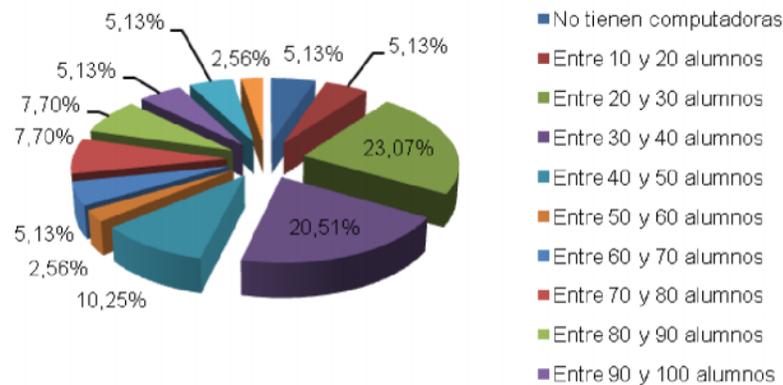


Figura 2.13. Porcentaje de instituciones, en base al número de estudiantes por computadora

- A pesar de contar con el servicio telefónico, es prácticamente nulo el acceso a internet por la falta de recursos y no únicamente por el costo del servicio sino también por los equipos obsoletos que algunas instituciones los manejan ocasionando un desarrollo social no equitativo. Ver Figura 2.14.

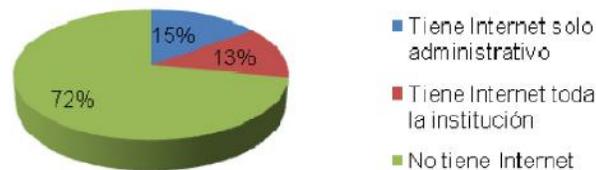


Figura 2.14. Porcentaje de acceso al Internet

Cabe recalcar que el porcentaje de instituciones en las que el Internet es administrativo es vía dial – up, mientras que las instituciones que tienen Internet en todo el plantel es ADSL y en ambos casos es autofinanciado según información verbal proporcionada por directores y rectores.

- La gran mayoría de las instituciones tienen computadoras pero de este porcentaje el 14% tiene entre 3 y 5 equipos dañados y el 3% están en mantenimiento y muchas veces dicho mantenimiento dura tanto tiempo que los estudiantes pierden tiempo valioso.

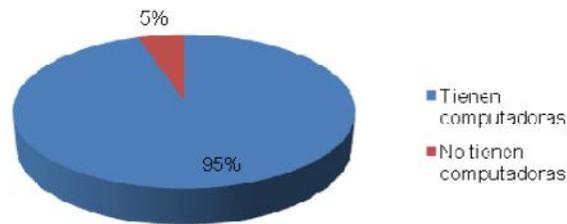


Figura 2.15. Porcentaje de instituciones que poseen equipos

- Existen laboratorios de computación en el 92% de las instituciones ya que tienen como asignatura en el pensum, computación. Como se aprecia en la Figura 2.16. poquísimos establecimientos tienen 2 laboratorios. Las fotografías de los laboratorios de algunas instituciones se encuentran en el ANEXO 3.

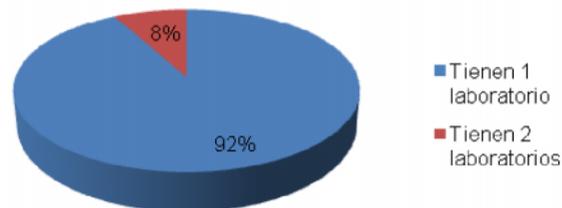


Figura 2.16. Establecimientos con 1 o 2 laboratorios de computación.

2.3.4 Conocimiento de Internet

Las estadísticas que van a ser presentadas a continuación son los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a maestros y alumnos. Un modelo de la encuesta realizada se encuentra en el ANEXO 4.

- Los resultados para la primera pregunta sobre la utilización de una computadora fueron los siguientes:

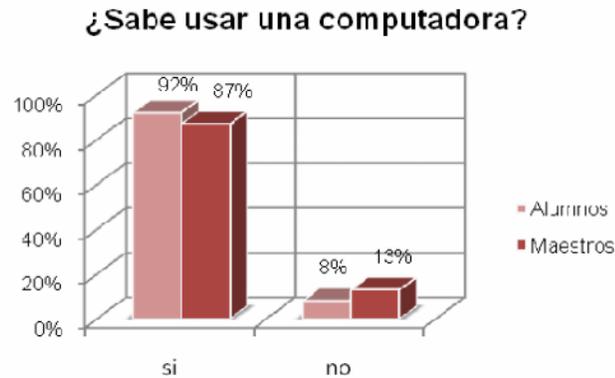


Figura 2.17. Resultados, pregunta 1 de la encuesta.

Como se puede apreciar en la Figura 2.17 la mayor parte tanto de alumnos como de maestros tienen conocimiento de cómo usar una computadora, lo cual es representa una ventaja a la hora de empezar a navegar en Internet.

- Los resultados que se observan en la Figura 2.18 corresponden a conocer el porcentaje de alumnos y maestros que poseen una computadora en su hogar.

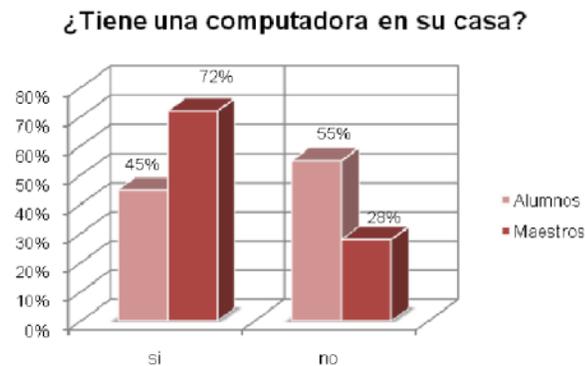


Figura 2.18. Resultados, pregunta 2 de la encuesta.

De acuerdo a estos resultados la mayoría de maestros poseen un computador en su hogar, contrario a lo que ocurre con los alumnos donde la mayoría posee una computadora en su casa, lo cual demuestra que es necesario culturizar tecnológicamente a los alumnos en las instituciones educativas.

- Los resultados de la Figura 2.19 demuestran la cantidad de horas al día que utilizan la computadora tanto alumnos como maestros.



Figura 2.19. Resultados, pregunta 3 de la encuesta.

La figura demuestra que la mayoría de encuestados utilizan menos de dos horas la computadora, mientras que un bajísimo porcentaje utilizan más de 6 horas y un porcentaje no despreciable no responde, lo cual indica que no usa el computador.

- La Figura 2.20 muestra las respuestas que alumnos y maestros tienen para considerar que el Internet es indispensable para el desarrollo de las comunidades.

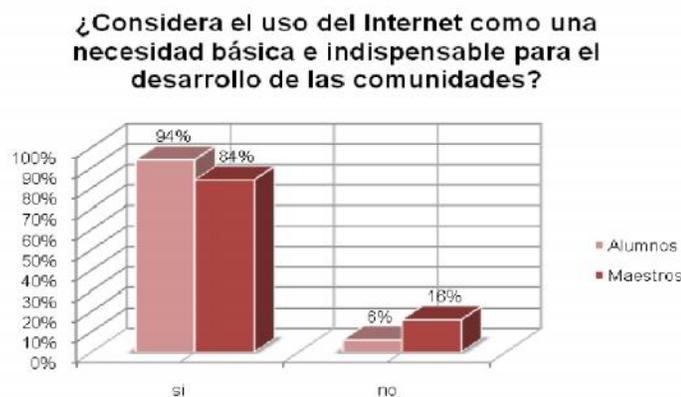


Figura 2.20. Resultados, pregunta 4 de la encuesta.

Los resultados a esta pregunta fueron en su mayoría positivos, recalando que es necesario el Internet como elemento de comunicación y desarrollo y, a pesar de esto también hubo respuestas negativas pero en un bajo porcentaje.

- También fue necesario investigar los lugares en los que los involucrados tienen acceso a Internet de donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Como se puede observar en la Figura 2.21 y en la Figura 2.22 los resultados estuvieron orientados a dos categorías, personas que tienen un solo lugar y las que tienen dos lugares para acceder al Internet.

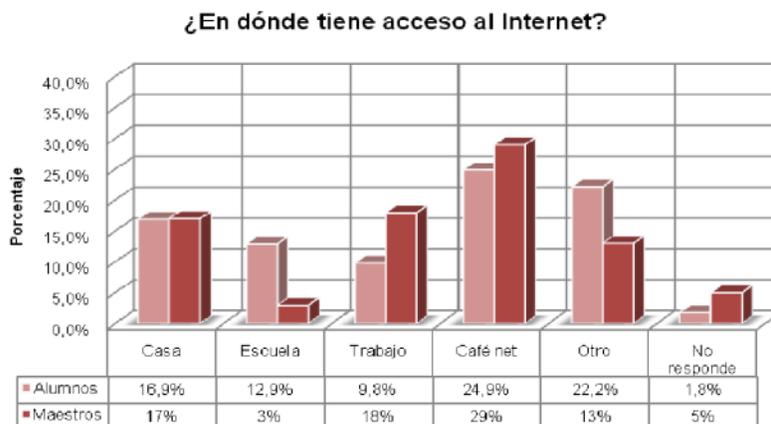


Figura 2.21. Resultados, pregunta 5 de la encuesta, acceso al Internet en un solo lugar

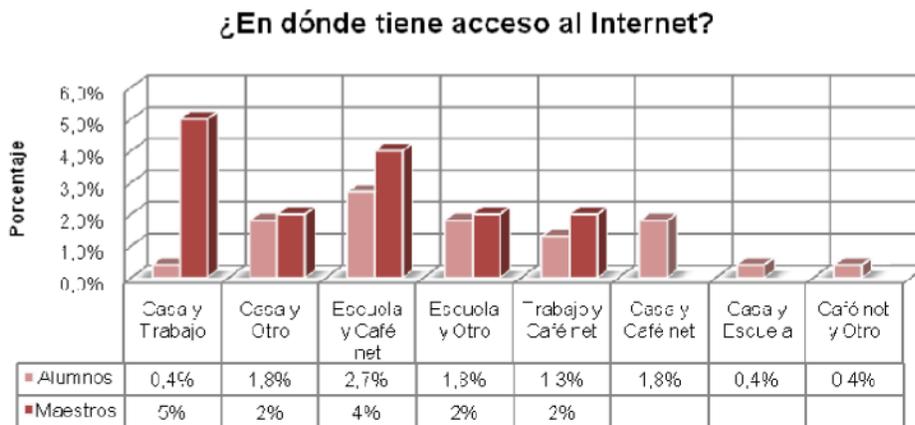


Figura 2.22. Resultados, pregunta 5 de la encuesta, acceso al Internet en más de un lugar

La mayoría, tanto de alumnos como de maestros tienen un único lugar por medio del cual acceden al Internet, para este caso la estadística es mayor para el café net con un 24.9% de alumnos y un 29% de maestros. La estadística para personas que tienen dos lugares para acceder al Internet en general es baja en relación a lo anterior pero aún así el índice más alto lo tienen, para maestros, el 5% en la casa y trabajo y, para estudiantes, 2.7% en la escuela y café net.

- En cuanto al gasto mensual por el servicio de Internet ya sea porque tiene el servicio en su casa o porque rentan el servicio por tiempo, los resultados fueron los siguientes:



Figura 2.23. Resultados, pregunta 6 de la encuesta

De acuerdo a la Figura 2.23 los resultados presentan un poco de concordancia con la pregunta anterior en el sentido de que al ser la mayoría de encuestados clientes de cafés net su gasto es menor de \$20, por lo tanto el porcentaje es alto aunque, también índices altos lo presentan la opción de no responde, lo cual también da a conocer que para los maestros más de la mitad y para los alumnos un poco menos de la mitad es desconocida la utilización del Internet.

- La cantidad de horas de utilización del Internet al día muestra la Figura 2.24.

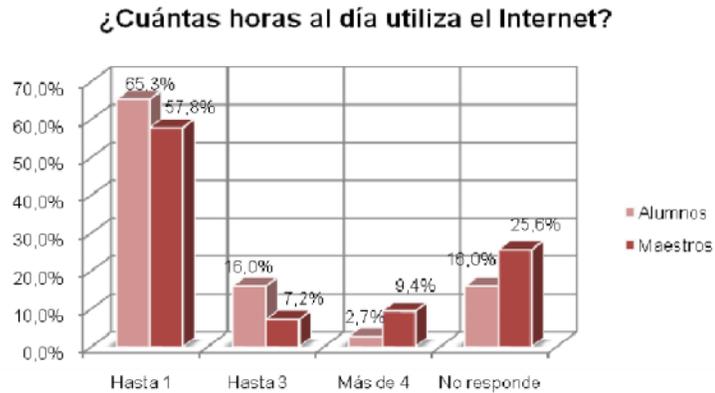


Figura 2.24. Resultados, pregunta 7 de la encuesta.

En ambos casos el porcentaje más alto corresponde a la utilización del Internet hasta una hora diaria y esto corrobora las dos preguntas anteriores con los mayores porcentajes en la utilización de Internet en los cafés net y el pago mínimo; al igual, el siguiente porcentaje más alto es para la opción no responde.

- Los resultados mostrados a continuación describen las aplicaciones más utilizadas en el Internet, siendo ésta, una pauta para conocer la utilización que podría tener el Internet con la implementación de este proyecto.

El análisis se realizó en tres categorías: personas que utilizan una sola aplicación, dos aplicaciones y más de dos aplicaciones en el Internet.



Figura 2.25. Resultados, pregunta 8 de la encuesta, una sola aplicación.

Para esta primera parte el porcentaje más alto lo tiene la aplicación consultas tanto para maestros como alumnos, a continuación el porcentaje más alto lo tiene la opción no responde.

¿Qué aplicaciones utiliza en el Internet?



Figura 2.26. Resultados, pregunta 8 de la encuesta, dos aplicaciones.

Para este caso, el porcentaje más alto es en la combinación consultas y biblioteca virtual para maestros, mientras que para alumnos es consultas y descargas, siguiendo a continuación email y biblioteca para maestros e email y consultas para alumnos.

¿Qué aplicaciones utiliza en el Internet?

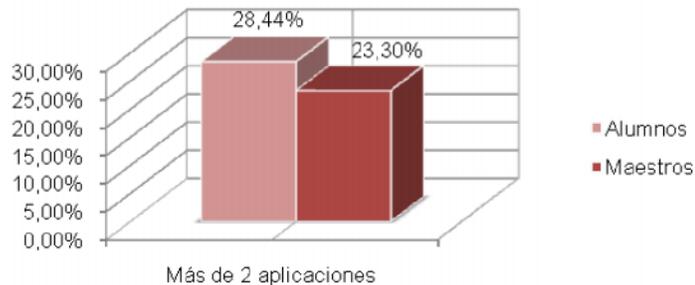


Figura 2.27. Resultados, pregunta 8 de la encuesta, más de dos aplicaciones.

Para el último caso no existe una variación de más del 6% entre alumnos y maestros que acceden a más de dos aplicaciones en el Internet, lo cual es interesante, pero a la vez también sorprendente ya que es aproximadamente un cuarto de la población entrevistada que conoce la utilización de varias aplicaciones del Internet.

- Una vez que se investigó sobre las aplicaciones más utilizadas en la actualidad, también se preguntó que aplicaciones les gustaría utilizar en el futuro y los resultados se muestran en las Figura 2.28, Figura 2.29, Figura 2.30, al igual que la pregunta anterior el análisis está por categorías utilizando la misma clasificación.

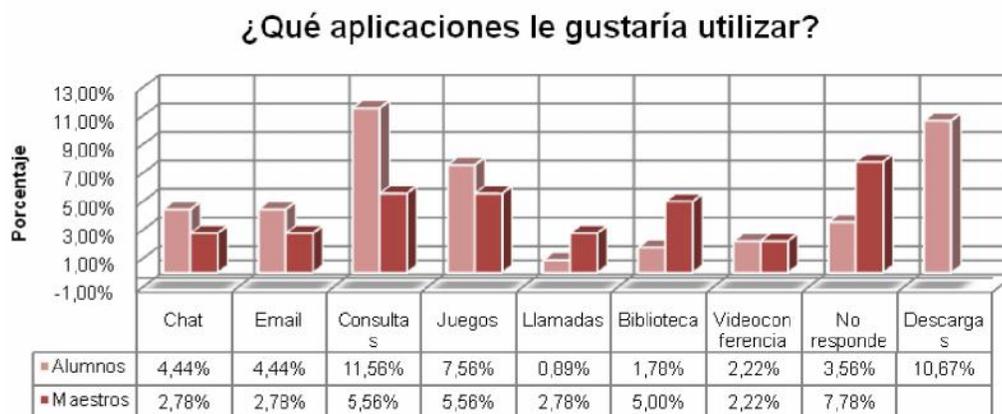


Figura 2.28. Resultados, pregunta 9 de la encuesta, una aplicación.

Las aplicaciones que más demanda tendrían, según el gráfico son consultas y juegos para alumnos y maestros.

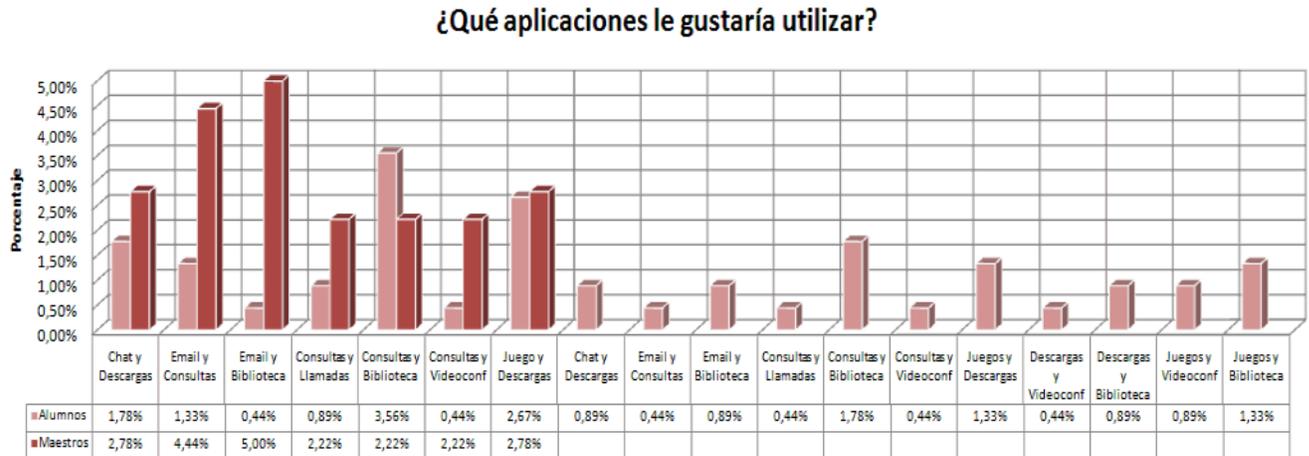


Figura 2.29. Resultados, pregunta 9 de la encuesta, dos aplicaciones.

En cuanto a grupos de dos aplicaciones, las más demandadas serían email y consultas para maestros y, consultas y biblioteca virtual para alumnos, también existen una serie de combinaciones de aplicaciones que tendrían una menor demanda pero que a lo mejor con el tiempo podría aumentar.

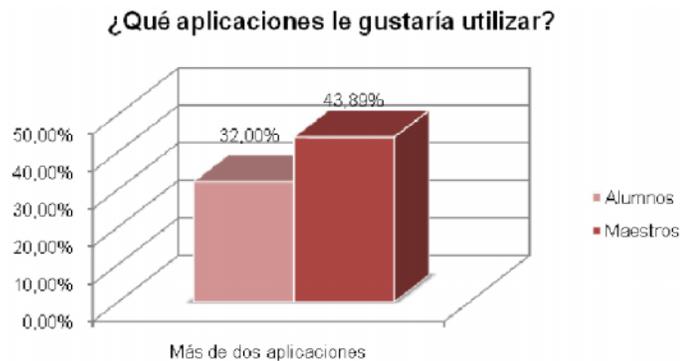


Figura 2.30. Resultados, pregunta 9 de la encuesta, más de dos aplicaciones.

Para la demanda de más de dos aplicaciones el porcentaje de maestros casi suman la mitad, mientras que en los alumnos excede un poco el cuarto de la población.

2.4 POSIBLES UBICACIONES PARA ESTACIONES REPETIDORAS

De acuerdo a información ya conocida se determinó que los cerros que podrían servir como estaciones repetidoras o de enlace son:

Tabla 2.1. Posibles ubicaciones para estaciones repetidoras

| No. | Nombre | Coordenadas Geográficas | | Altura (m) |
|-----|--------------------------|-------------------------|------------|------------|
| | | Latitud | Longitud | |
| 1 | Cerro Bombolí | 00°14'48"S | 79°11'33"O | 616 |
| 2 | Cerro Bolo | 00°26'38"S | 79°13'00"O | 931 |
| 3 | Cerro Congona | 00°23'42"S | 79°20'00"O | 335 |
| 4 | Cerro Mirador del Toachi | 00°14'42"S | 79°05'30"O | 954 |
| 5 | Cerro Chiguilpe | 00°17'32"S | 79°05'05"O | 1027 |
| 6 | Cerro Bijahual | 00°39'45"S | 79°17'58"O | 788 |
| 7 | Cerro Poza Honda | 00°39'09"S | 79°19'22"O | 599 |

Fueron tomados en cuenta, porque actualmente son cerros poseen infraestructura de telecomunicaciones y que son accesibles hasta la cumbre.

2.5 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Una vez realizada la visita de campo y de obtener las coordenadas con GPS, la ubicación de las unidades educativas se ha realizado en mapas digitalizados de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, proporcionados por el FODETEL; se utilizó como software ayuda Arcgis² que abre los archivos con el formato de los mapas y permite modificar textos sobre los mismos; las coordenadas son referenciadas usando el sistema WGS – 84³.

La ubicación digital se la realizó por sectores ya que los mapas están divididos en sectores para que sea más fácil el manejo de los mismos.

² Arcgis es un software para el campo de Sistemas de Información Geográfica o SIG que permite la captura, edición, análisis, diseño, publicación de información geográfica.

³ WGS – 84 Es un sistema de coordenadas mundiales que sirve para sistemas de posicionamiento global como el GPS.

2.5.1 Mapa Santa María Toachi

El mapa de la Figura 2.31 se encuentra la población de Santa María Toachi ubicada a 57km de la ciudad de Santo Domingo a una altura de 336m sobre el nivel del mar aproximadamente. En este sector se encontró una de las instituciones del listado de la Dirección de Educación.

Tabla 2.2. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa Santa María Toachi

| Numeración | Unidades Educativas | Coordenadas Geográficas | |
|------------|----------------------|-------------------------|---------------|
| | | Longitud | Latitud |
| 1 | Jesús del Gran Poder | 79°13'52.387"O | 0°38'27.313"S |

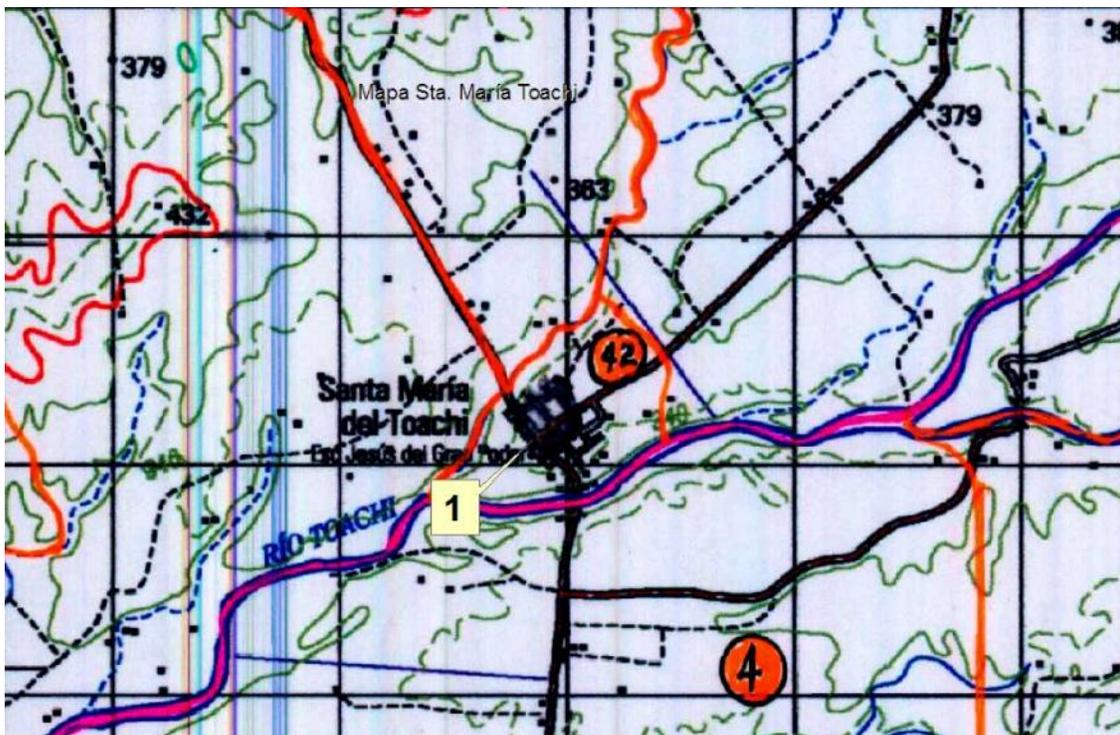


Figura 2.31. Mapa Santa María Toachi.

2.5.2 Mapa Bocana de Búa

El mapa de la Figura 2.32 se encuentra la población de San Miguel de Guabal ubicada en la parroquia rural de San Jacinto del Búa, de la ciudad de Santo

Domingo a una altura de 185m sobre el nivel del mar aproximadamente. En este sector se encontraron una de las instituciones del listado de la Dirección de Educación.

Tabla 2.3. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa Bocana de Búa

| Numeración | Unidades Educativas | Coordenadas Geográficas | |
|------------|----------------------|-------------------------|---------------|
| | | Longitud | Latitud |
| 2 | San Miguel de Guabal | 79°35'6.985''O | 0°3'47.482''S |

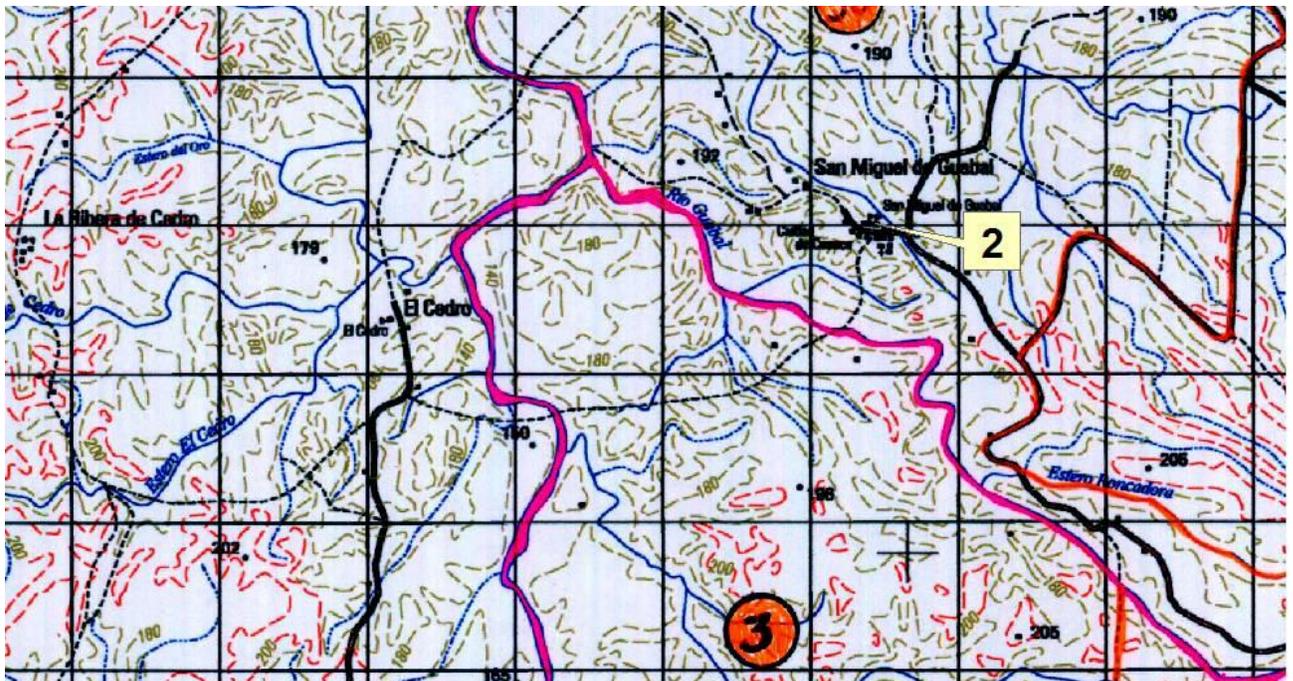


Figura 2.32. Mapa Bocana de Búa.

2.5.3 Mapa Monterrey

El mapa de la Figura 2.33 se encuentran la parroquia de San Jacinto del Búa ubicada a 25Km del Km 9 de la vía a Chone ingresando por el margen derecho, a una altura de 239m sobre el nivel del mar, también se observa la parroquia rural de Valle Hermoso en el Km 25 vía a Esmeraldas al margen derecho, a una altura de 270m sobre el nivel del mar aproximadamente. En este sector se encontraron cinco de las instituciones del listado de la Dirección de Educación.

Tabla 2.4. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa Monterrey

| Numeración | Unidades Educativas | Coordenadas Geográficas | |
|------------|-------------------------|-------------------------|--------------|
| | | Longitud | Latitud |
| 3 | Washington Pazmiño | 79°27'20.257"O | 0°6'59.506"S |
| 4 | Ciudad de Santo Domingo | 79°23'31.624"O | 0°8'44.68"S |
| 5 | Las Delicias | 79°23'32.582"O | 0°8'52.662"S |
| 6 | Vicente Rocafuerte | 79°16'54.137"O | 0°5'5.502"S |
| 7 | Valle Hermoso | 79°16'52.061"O | 0°5'15.239"S |

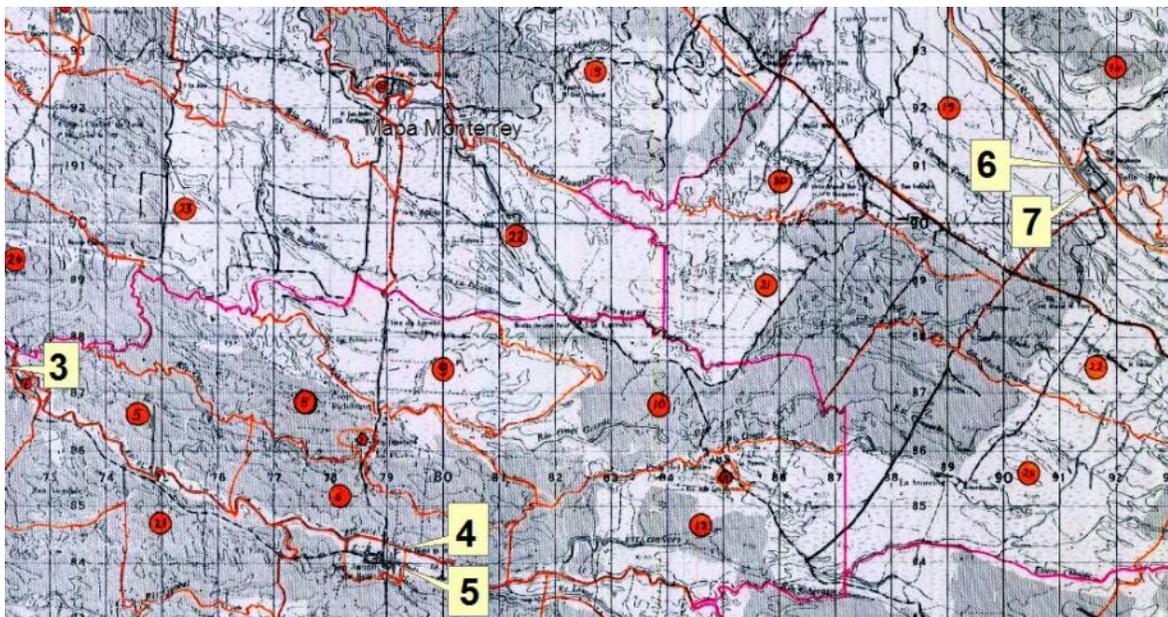


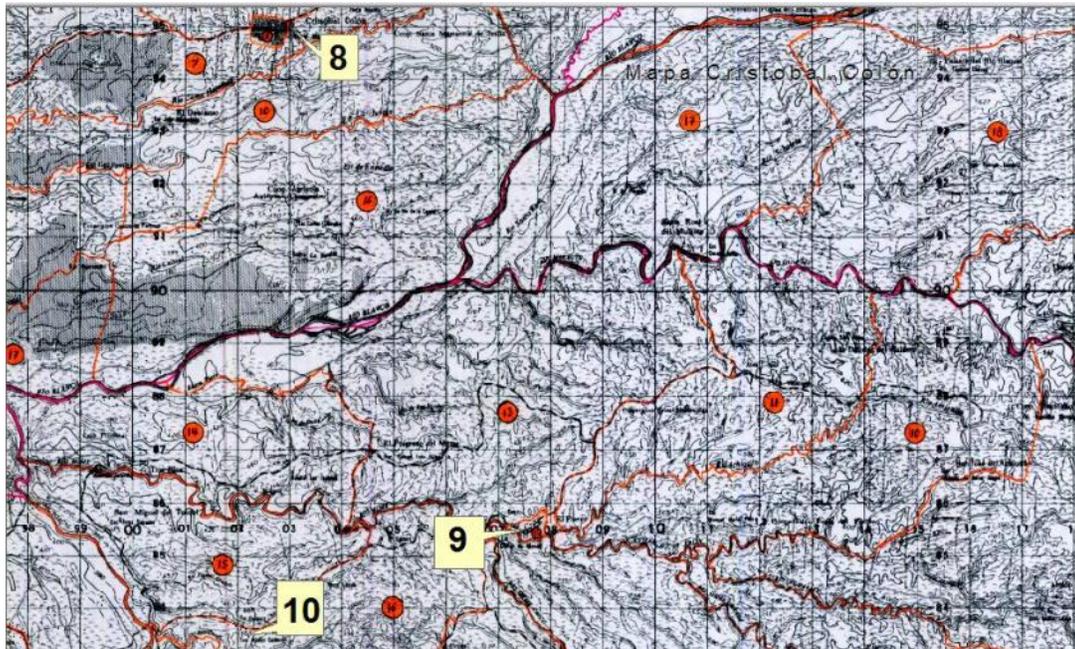
Figura 2.33. Mapa Monterrey.

2.5.4 Mapa Cristóbal Colón

El mapa de la Figura 2.34 se encuentran la Colonia Velasco Ibarra, a una altura de 455m sobre el nivel del mar, el recinto Cristóbal Colón a una altura de 463m sobre el nivel del mar y finalmente el recinto El Placer a una altura de 493m sobre el nivel del mar, por cada una de estas poblaciones existe una institución del listado de la Dirección de Educación, es decir, tres localidades.

Tabla 2.5. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa Cristóbal Colón

| Numeración | Unidades Educativas | Coordenadas Geográficas | |
|------------|---------------------|-------------------------|---------------|
| | | Longitud | Latitud |
| 8 | Alfonso Moscoso | 79°10'41.542''O | 0°2'53.718''S |
| 9 | Ciudad de Macará | 79°8'15.955''O | 0°8'3.564''S |
| 10 | Abdón Calderón | 79°11'9.64''O | 0°9'8.534''S |

**Figura 2.34. Mapa Cristóbal Colón.**

2.5.5 Mapa Alluriquín

En el mapa de la Figura 2.35 observamos la parroquia rural de Alluriquín, ubicada a 25Km de Santo Domingo en la Vía Aloag – Santo Domingo, la población se encuentra a una altura de 750m sobre el nivel del mar, aquí se encontraron dos instituciones del listado de la Dirección de Educación.

Tabla 2.6. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa Alluriquín

| Numeración | Unidades Educativas | Coordenadas Geográficas | |
|------------|----------------------|-------------------------|----------------|
| | | Longitud | Latitud |
| 11 | Dr. Baquerizo Moreno | 78°59'38.912''O | 0°19'19.085''S |
| 12 | Alluriquín | 78°59'55.832''O | 0°19'25.47''S |

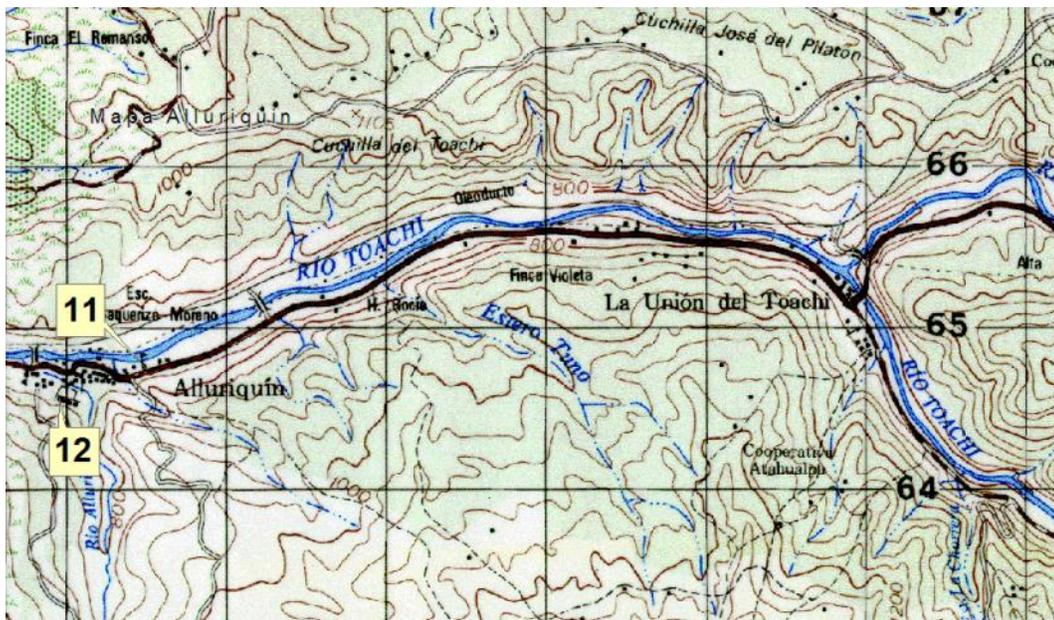


Figura 2.35. Mapa Alluriquín.

2.5.6 Mapa Santo Domingo de los Colorados

En el mapa de la Figura 2.36 observamos la capital de la provincia, Santo Domingo de los Colorados y sus alrededores, se ubica a 656m sobre el nivel del mar y a 133Km de la ciudad de Quito viajando por la vía Aloag – Santo Domingo; en la ciudad y sus parroquias urbanas se encontraron la mayoría de las instituciones del listado de la Dirección de Educación.

Tabla 2.7. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa Sto. Domingo de los Colorados

| Numeración | Unidades Educativas | Coordenadas Geográficas | |
|------------|-------------------------|-------------------------|---------------|
| | | Longitud | Latitud |
| 13 | Río Amazonas | 79°9'51.107"O | 0°19'16.511"S |
| 14 | Francisco de Orellana | 79°9'12.316"O | 0°18'14.413"S |
| 15 | Juan Sixto Bernal | 79°0'59.366"O | 0°18'51.129"S |
| 16 | Río Guayas | 79°5'43.674"O | 0°10'41.531"S |
| 17 | Barón de Carondelet | 79°1'22.831"O | 0°10'55.26"S |
| 18 | Dr. Carlos Rufino Marín | 79°12'54.207"O | 0°17'27.639"S |
| 19 | Calazacón | 79°12'54.845"O | 0°17'22.533"S |

| Numeración | Unidades Educativas | Coordenadas Geográficas | |
|------------|-----------------------------|-------------------------|---------------|
| | | Longitud | Latitud |
| 20 | Eladio Roldós Barreira | 79°12'26.908"O | 0°16'48.53"S |
| 21 | Clemencia Rodríguez de Mora | 79°12'19.406"O | 0°16'41.985"S |
| 22 | Ciudad de la Habana | 79°10'38.835"O | 0°16'36.237"S |
| 23 | Augusto Aguilera Cevallos | 79°11'51.31"O | 0°16'10.378"S |
| 24 | Sto. Domingo | 79°11'49.712"O | 0°15'59.363"S |
| 25 | Alessandro Volta | 79°10'20.382"O | 0°16'17.683"S |
| 26 | Reino de Inglaterra | 79°9'34.822"O | 0°16'25.063"S |
| 27 | Ernesto Albán Mosquera | 79°9'19.659"O | 0°16'1.917"S |
| 28 | Francisco Menghini | 79°9'24.652"O | 0°15'57.213"S |
| 29 | Pablo Enrique Albornoz | 79°9'22.696"O | 0°15'54.757"S |
| 30 | Manuel Agustín Aguirre | 79°9'48.137"O | 0°16'10.66"S |
| 31 | Dr. Alfredo Pareja | 79°10'57.351"O | 0°15'57.766"S |
| 32 | Manuela Cañizares | 79°9'9.921"O | 0°15'51.861"S |
| 33 | Ciudad de Caracas | 79°9'18.942"O | 0°15'42.805"S |
| 34 | Jaime Roldós A. | 79°8'56.671"O | 0°15'45.794"S |
| 35 | Julio Moreno Espinoza | 79°9'10.88"O | 0°15'39.408"S |
| 36 | Demetrio Aguilera Malta | 79°9'18.942"O | 0°15'42.805"S |
| 37 | Gonzalo Pizarro | 79°12'10.996"O | 0°15'17.751"S |
| 38 | 9 de Octubre | 79°10'1.163 "O | 0°15'5.884"S |
| 39 | 30 de Julio | 79°10'18.722"O | 0°14'44.335"S |
| 40 | Francisco José de Caldas | 79°10'42.528"O | 0°14'37.355"S |
| 41 | Manuel Samaniego | 79°11'14.433"O | 0°13'17.174"S |
| 42 | Mariscal Sucre | 79°11'30.557"O | 0°13'30.584"S |
| 43 | 2 de Mayo | 79°11'18.745"O | 0°13'47.505"S |
| 44 | Libre Ecuador | 79°12'9.029"O | 0°14'20.867"S |
| 45 | Angelita Mora de Ruiz | 79°12'22.117"O | 0°14'24.061"S |
| 46 | Distrito Metropolitano | 79°11'9.806"O | 0°15'5.726"S |
| 47 | Jaime Ruperto Yerivi | 79°12'34.864"O | 0°15'27.281"S |
| 48 | Hualcopo Duchicela | 79°11' 0.546"O | 0°15' 6.682"S |

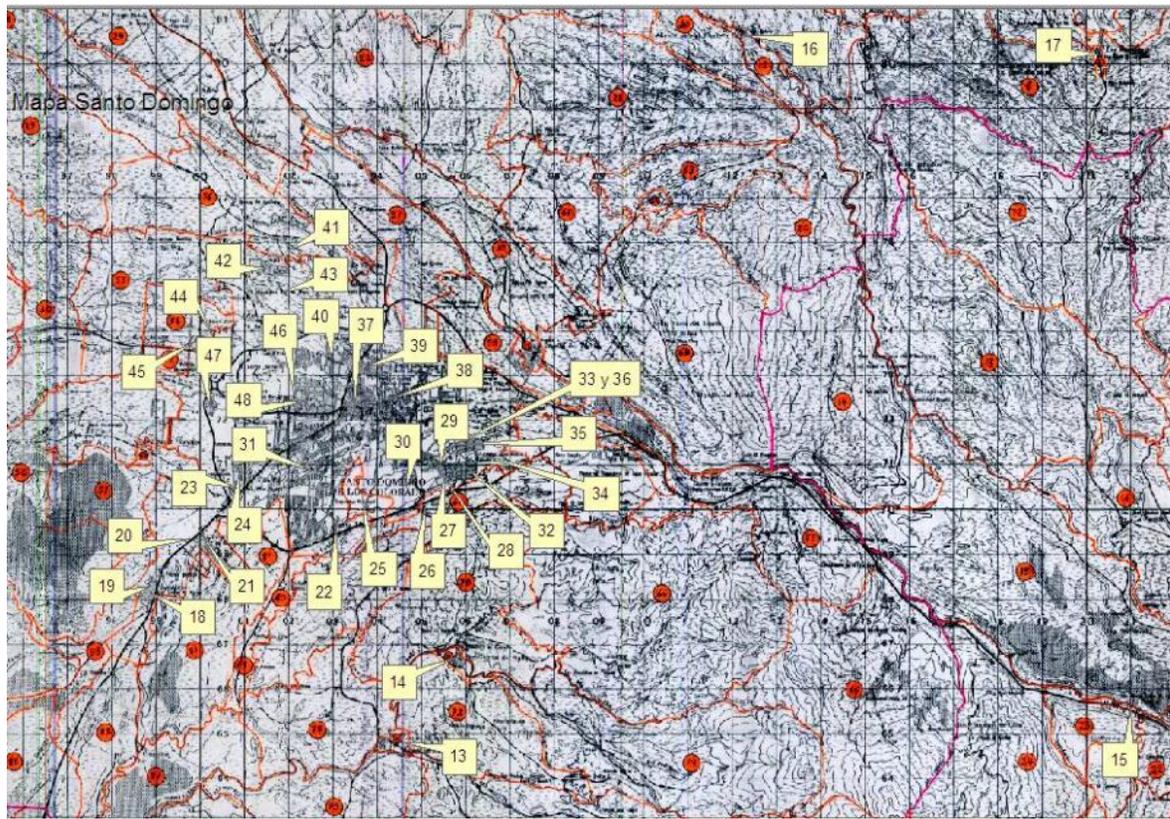


Figura 2.36. Mapa Santo Domingo de los Colorados.

2.5.7 Mapa El Carmen

En el mapa de la Figura 2.37 se encuentran los poblados de Las Delicias y Nuevo Israel pertenecientes a la capital de la provincia, se encuentran a 274m y 330m sobre el nivel del mar respectivamente, las localidades se encuentran a 85km de la ciudad de Santo Domingo y en estas localidades se encontraron cinco instituciones del listado de la Dirección de Educación.

Tabla 2.8. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa El Carmen

| Numeración | Unidades Educativas | Coordenadas Geográficas | |
|------------|--------------------------|-------------------------|----------------|
| | | Longitud | Latitud |
| 49 | Pichincha | 79°19'9.498''O | 0°11'19.113''S |
| 50 | Jorge Washington | 79°20'50.547''O | 0°14'34.503''S |
| 51 | Francisco Javier Salazar | 79°24'19.51'' O | 0°15'41.549''S |

| | | | |
|----|-----------------------|-----------------|----------------|
| 52 | República de Canadá | 79°22'45.644''O | 0°17'59.789''S |
| 53 | Vasco Nuñez de Balboa | 79°23'37.204''O | 0°19'15.455''S |

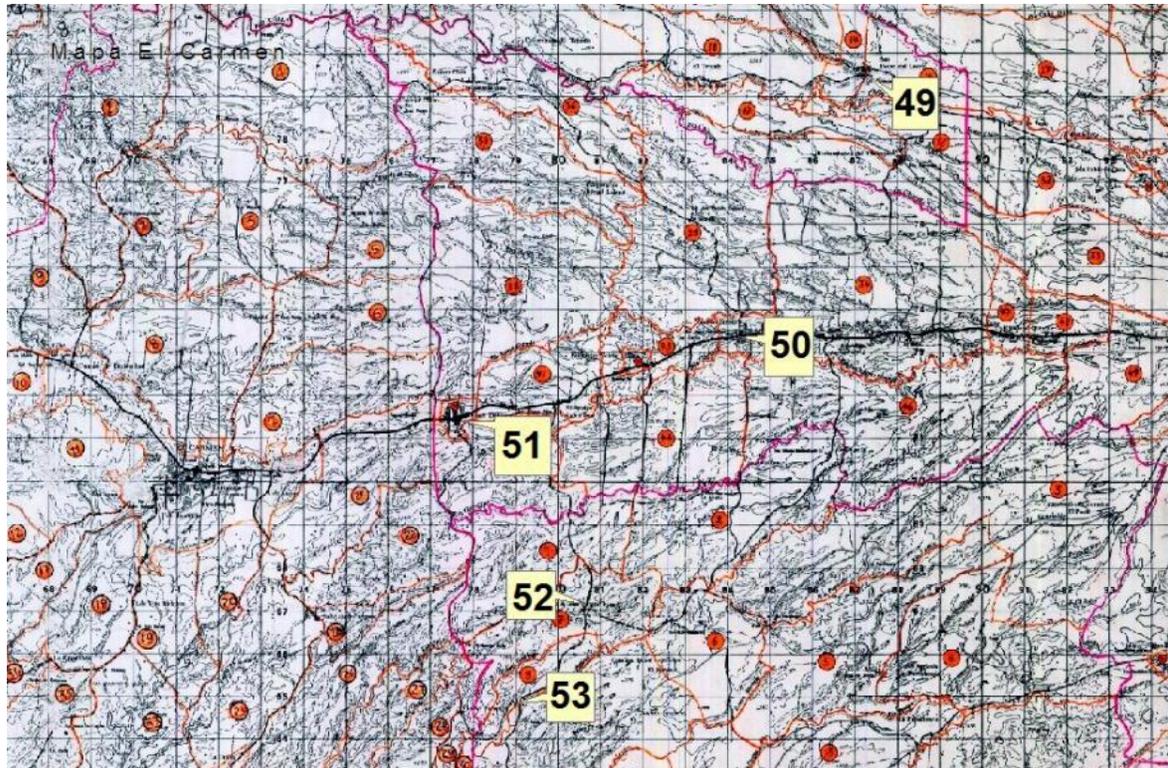


Figura 2.37. Mapa El Carmen.

2.5.8 Mapa Luz de América

En el mapa de la Figura 2.38 se encuentran la población de San Vicente del Nila y las parroquias rurales Puerto Limón, Luz de América, El Esfuerzo. San Vicente del Nila se ubica a una altura de 176m sobre el nivel del mar, en este poblado se encuentra una escuela del listado de la Dirección de Educación.

Puerto Limón se encuentra, entrando por el Km 7 de la vía a Quevedo al margen derecho, está a 30Km de Santo Domingo, su altura sobre el nivel del mar es 227m, en esta parroquia se ubican dos instituciones educativas. Luz de América es una de las parroquias rurales del cantón, se encuentra a 20Km de Santo Domingo y a una altura de 300m sobre el nivel del mar, aquí se encuentran dos instituciones educativas. El Esfuerzo, donde se encuentran las dos últimas instituciones

educativas, está ubicado a 22Km de Santo Domingo en el Km 19 de la vía a Quevedo, su altitud es de 292m sobre el nivel del mar.

Tabla 2.9. Instituciones Educativas ubicadas en el Mapa Luz de América

| Numeración | Unidades Educativas | Coordenadas Geográficas | |
|------------|---------------------|-------------------------|----------------|
| | | Longitud | Latitud |
| 54 | Eugenio Espejo | 79°22'17.868"O | 0°23'7.821"S |
| 55 | Puerto Limón | 79°22'17.708"O | 0°23'11.173"S |
| 56 | 13 de Abril | 79° 18' 3.252"O | 0°24' 15.825"S |
| 57 | Luz de América | 79°18'0.219"O | 0°24'10.717"S |
| 58 | El Esfuerzo | 79°16'37.048"O | 0°24'55.733"S |
| 59 | John F Kennedy | 79°16'32.578"O | 0°25'4.193"S |
| 60 | Río Pastaza | 79°25'55.45" O | 0°29'44.352"S |

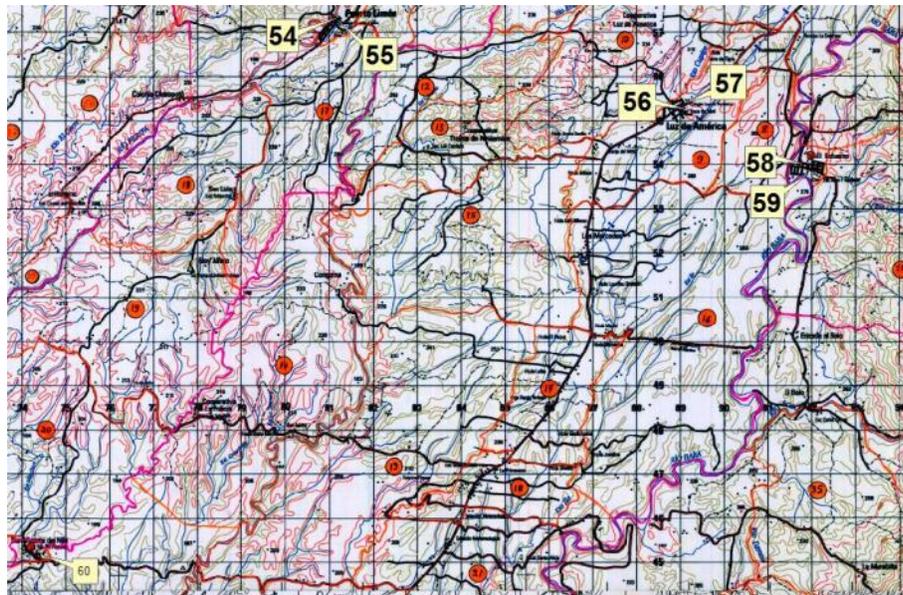


Figura 2.38. Mapa Luz de América.

CAPITULO 3.

DISEÑO TÉCNICO DE LA RED

3.1 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

3.1.1 Tecnologías de Acceso

Definen el medio y características de transmisión para llevar al usuario contenidos multimedia así como también sus requerimientos por el canal de retorno.

Clasificación de las redes de acceso

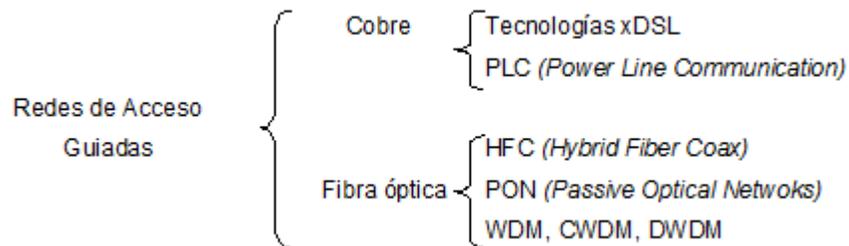


Figura 3.1. Tecnologías de acceso guiadas

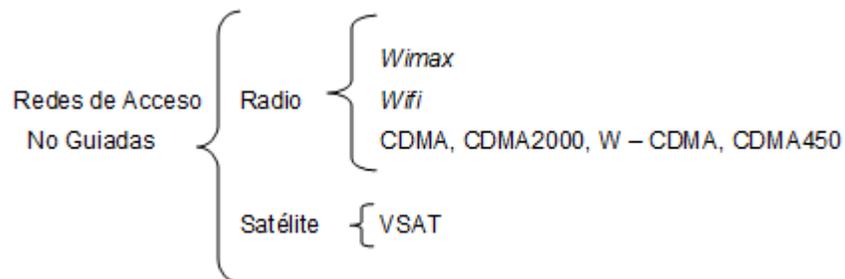


Figura 3.2. Tecnologías de acceso no guiadas

- **Tecnologías xDSL (*Digital Subscriber Line* – Línea de Cliente Digital)**

Es la tecnología más ampliamente difundida basada en el uso del par de cobre, ha ido evolucionando desde su inicio cuando únicamente transmitía voz hasta hoy en día que transmite datos a altas velocidades con un gran ancho de banda.

Tuvo su inicio a partir de la RDSI, la cual empezó con transmisión digital, en su forma básica dos canales para transmisión (canal B) de 64Kbps y un canal para señalización (canal D) de 16Kbps, hasta un acceso primario de 30 canales B y 2 canales D con una tasa de transmisión de hasta 2048Kbps (estándar E1).

El canal para la transmisión de voz está limitado en torno a los 4KHz, lo cual únicamente permite el paso de señales analógicas entre los 300Hz y los 3400Hz y lo que se hace para transmitir datos es tomar frecuencias altas, lejanas a los 4KHz para que ambos servicios trabajen simultáneamente, es decir, un procesamiento de voz y datos por separado.

En la actualidad las soluciones xDSL son muy utilizadas por su costo, prestaciones, ancho de banda y transmisión simétrica o asimétrica. Los datos son modulados para su transmisión, se utiliza tres tipos de modulación: 2B1Q (*2 Bits 1 Quaternary*), CAP (*Carrierless Amplitude and Phase*) y DMT (*Discrete Multitone*).

El funcionamiento de esta tecnología se basa en el uso de módems xDSL ubicados uno en el lado del usuario (ATU-R, *ADSL Terminal Unit Remote*) y otro en el lado de la central (ATU-C, *ADSL Terminal Unit Central*), delante de éstos están los splitters uno en cada extremo, dispositivo que separa el canal de alta frecuencia (datos) de los de baja frecuencia (voz) por medio de dos filtros un pasa bajos y un pasa altos lo que permite la utilización simultánea del internet y de telefonía.

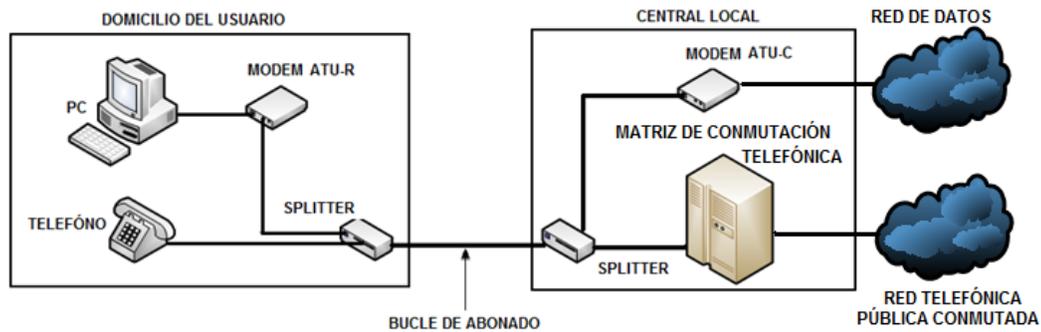


Figura 3.3. Arquitectura de la tecnología xDSL

Existen varios tipos de xDSL que poseen dos características en común: son técnicas de transmisión en la red de acceso, no extremo a extremo y cada uno tiene características diferentes en cuanto a la velocidad de transmisión y distancias, siendo una relación entre el espesor del cable y su longitud.

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

Es la línea de abonados digital asimétrica, es la aplicación DSL más utilizada en el mercado residencial, se denomina asimétrica porque destina un mayor ancho de banda a comunicaciones descendentes, mientras que a las comunicaciones ascendentes provee un menor ancho de banda.

Nace de la necesidad de transmitir señales de video a las residencias y de que esta transmisión se realice por el par de cobre a una distancia de 6Km, actualmente existen equipos que transmiten hasta una distancia de 10 Km con una velocidad de 1.5 Mbps.

El ancho de banda que ofrece está limitado por la longitud y diámetro del cable ya que la señal, mientras más altas son las frecuencias más se atenúa por unidad de longitud pero, se disponen de 1.1 MHz que comprenden el rango desde 25KHz hasta 1.1MHz. Desde 25KHz hasta 100MHz se dedica al canal ascendente con velocidades de 16 – 64 Kbps y para distancias de 5 – 6Km, desde 100KHz hasta

1.1MHz se dedica a la comunicación descendente con velocidades de 1.5 y 8.5 Mbps. Ver la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Velocidades y grosor del cable para ADSL

| Velocidad de datos | Calibre de hilo | Distancia |
|--------------------|-----------------------------|-----------|
| 1.5 o 2 Mbps | 24 AWG ⁴ (0.5mm) | 5.5Km |
| 1.5 o 2 Mbps | 26 AWG (0.4mm) | 4.6Km |
| 6.1Mbps | 24 AWG (0.5mm) | 3.7Km |
| 6.1Mbps | 26 AWG (0.4mm) | 2.7Km |

Existen versiones de ADSL que varían en la velocidad de transmisión entre las que tenemos ADSL 2 con una capacidad 8Mbps/1Mbps, downstream y upstream respectivamente, también RE – ADSL cuya diferencia con el anterior es que aumenta la distancia de cobertura hasta 7Km y también ADSL 2 plus con 24Mbps/1Mbps de capacidad.

RADSL (Rate Adaptable Digital Subscriber Line)

Es la línea de abonados digital de tasa adaptable, su velocidad varía dinámicamente de acuerdo a las condiciones de la línea, utiliza modulación CAP, la velocidad final de conexión se da durante la transmisión de datos o cuando se sincroniza la línea.

Soporta aplicaciones simétricas y asimétricas, las velocidades adaptativas de downstream varían de 1 a 7 Mbps y de 128Kbps a 1Mbps para upstream, su alcance máximo es entre 5.5km y 7.5km.

⁴ AWG (American Wire Gauge) especifica los diámetros de los hilos de cobre.

ADSL G.LITE o UDSL (*Uni – Digital Subscriber Line*)

Línea de Abonados Digital Pequeña también conocido como DSL Lite, splitterless ADSL (sin filtro voz/datos), y ADSL Universal. Es más lento que ADSL, la velocidad de downstream es de 1.5Mbps y de upstream es 512Kbps.

VDSL (*Very High Bit Rate Digital Subscriber Line*)

Línea de Abonados Digital de Tasa Muy Alta, es la tecnología xDSL más rápida y por esta razón no cubre distancias muy largas, es muy usado para proveer el enlace final entre una red de fibra óptica y las premisas. Las velocidades dependen de los alcances. Ver la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Velocidades de VDSL

| Asimétrico | Downstream (Mbps/s) | Upstream (Mbps/s) | Distancia (Km) |
|-------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Corto | 52 | 6.4 | 0.3 |
| | 34 ó 38.2 | 4.3 | |
| Medio | 26 | 3.2 | 1.0 |
| | 19 | 2.3 | |
| Largo | 13 | 1.6 | 1.5 |
| | 6.5 | 1.6 ó 0.8 | |
| Simétrico | Downstream (Mbps/s) | Upstream (Mbps/s) | Distancia (Km) |
| Corto | 34 | 34 | 0.3 |
| | 26 | 26 | |
| Medio | 13 | 13 | 1.0 |
| Largo | 6.5 | 6.5 | 1.5 |
| | 4.3 | 4.3 | |
| | 2.3 | 2.3 | |

HDSL (*High Speed Digital Subscriber Line*)

Línea de Abonados Digital de Índice de Datos Alto, es simétrica y bidireccional, muy utilizada en las PBX, grandes redes de datos, enlaces entre centralitas y principalmente en enlaces de última milla para redes satelitales y frame relay. Puede

llegar a alcanzar velocidades de un E1 (2,048 Mbps) o un T1 (1,544 Mbps) a una distancia máxima de 4Km.

HDSL2 (High Speed Digital Subscriber Line)

Línea de Abonados Digital de Índice de Datos Alto 2, transmite a las mismas velocidades que HDSL, la diferencia radica en que el tradicional HDSL transmite sobre los cuatro cables y esta tecnología únicamente utiliza un par de cobre.

SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line)

Línea de Abonados Digital Simétrica, trabaja con velocidades del valor de un E1 ó T1, utiliza un solo par de cobre su alcance máximo es de 3.3Km. Muy utilizado en pequeñas y medianas empresas.

MDSL (Multirate Digital Subscriber Line)

Línea de Abonados Digital Simétrica Multi Tasa, surgió como una tecnología que soporta cambios operacionales en cuanto a distancias y tasas en el transceiver. Soporta hasta ocho tasas de transmisión a una distancia de 8.9Km y de 2Mbps hasta 4.5Km.

IDSL (Integrated Digital Subscriber Line)

Línea de Abonados Digital ISDN, trabaja con velocidades más cortas y bajas que SDSL de 128Kbps o 144Kbps equivalente a un acceso primario 2B+D de RDSI, su alcance es de hasta 6Km.

G.shdsl

Es un estándar de la ITU que ofrece mejores características y mayores distancias que cualquier otro estándar. Puede reemplazar las tecnologías HDSL, SDSL, IDSL, entre otras. Es de transmisión simétrica entre 192 Kbps y 2.3 Mbps. Espera aplicarse en todo el mundo.

- **PLC (*Power Line Communication*)**

Es un sistema ya conocido a nivel mundial, utiliza la infraestructura tecnológica más difundida, su canal de transmisión es diferente a otras tecnologías.

Es propenso a distorsiones y pérdidas de la señal, ya que los equipos eléctricos generan ruido y además esta red se comporta como una antena produciendo radiación electromagnética.

La energía eléctrica llega a cada uno de los hogares y el acceso al servicio es por medio de enchufes, los cuales sirven de puertos de datos al utilizar PLC.

El transporte de energía eléctrica desde los centros de generación a los usuarios, se realiza por líneas de alta tensión hasta las subestaciones, donde es transformada a parámetros más manejables y de aquí a los domicilios. Para el envío de datos a través de esta red se ubica un módem en la subestación y otro de menor tamaño, donde el cliente el cual puede conectarse a cualquier enchufe para navegar en Internet.

Al principio la interferencia fue un gran problema para PLC pero, ya fue corregido con la utilización de la técnica OFDM para modular las señales.

PLC como tal tiene pocos canales de voz y una velocidad de transmisión de 9.6Kbps, pero una variación de ésta constituye la tecnología *Broadband Power Line*

Communication que tiene más canales de voz, una tasa de transmisión de más de 2Mbps en las redes de media y baja tensión y de 12Mbps en las redes eléctricas instaladas en hogares y oficinas, además cumple con los parámetros de calidad de servicio.

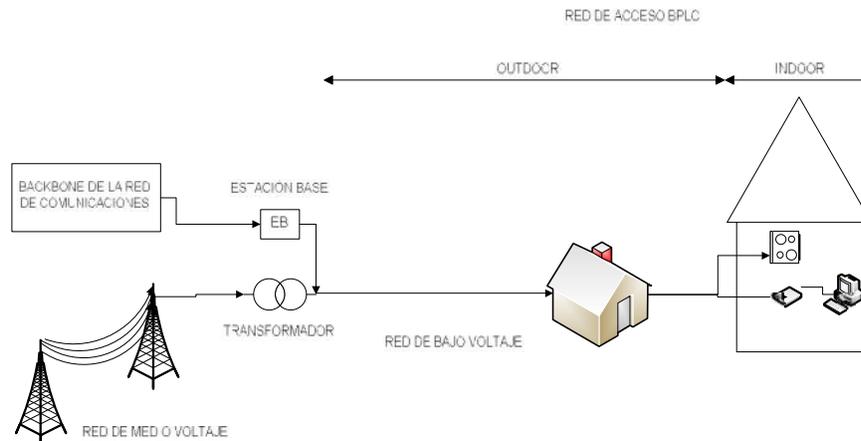


Figura 3.4. Estructura de la red BPLC

Como se puede apreciar en la Figura 3.4 la red BPLC tiene dos partes una pública (*outdoor*) y una privada (*indoor*), del rango de frecuencias destinado a las comunicaciones se recomienda las más altas para *outdoor* y las más bajas para *indoor*.

- **HFC (*Hybrid Fiber Coax*)**

Es una red de acceso cuya arquitectura especifica un híbrido fibra óptica/coaxial que tiene un alcance de 80Km, presta todo tipo de servicios de servicios de telecomunicaciones incluyendo televisión analógica y digital. Actualmente las empresas que poseen este tipo de redes también ofrecen el servicio de alquiler de capacidad de trasmisión para empresas que deseen tener su propia red.

La implementación estas redes se basan en los estándares 802.14. Tiene la capacidad de adaptarse a cambios dependiendo de la demanda.

La estructura de una red HFC es como se observa en la Figura 3.5, los elementos se detallan a continuación:

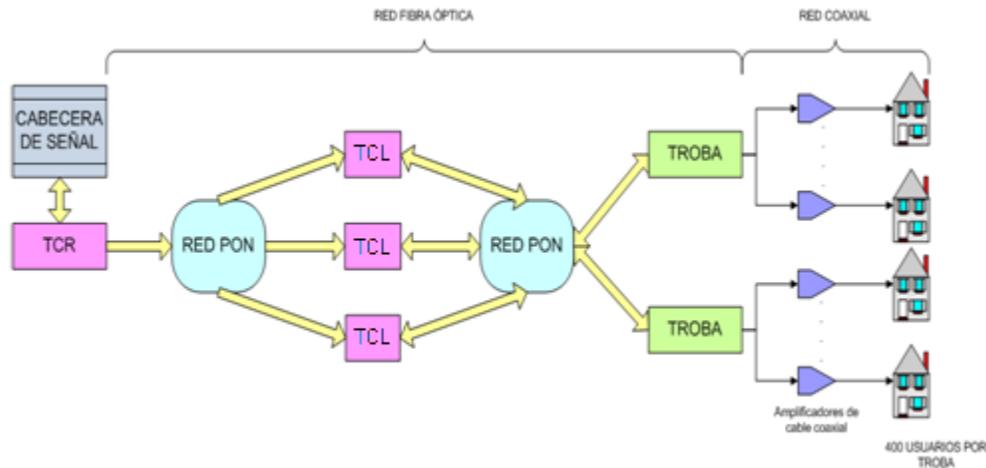


Figura 3.5. Estructura de una red HFC

- **Cabecera de señal:** Es el servidor de información para los usuarios cuya transmisión se da a través del TCR.
- **TCR (Terminador Central Remoto):** Recibe la información como un conjunto de portadoras de las cuales 40 son de televisión analógica, 20 de televisión digital y 30 portadoras para tráfico IP descendente. Con un solo TCR se puede cubrir una población. La señal resultante del TCR se transmite a una o varias redes PON en árbol.
- **TCL (Terminadores Central Local):** Se encargan de transmitir la señal a un segundo nivel PON, que puede ser de dos maneras:
 - o Si la señal recibida es de segunda ventana, debido a que no existen amplificadores ópticos, se amplifica y es transmitida al segundo nivel PON por medio de otro transmisor óptico.

- Si la señal recibida es de tercera ventana en el TCL se amplifica y directamente ingresa al segundo nivel PON.
- **TROBA (Terminadores de Red Óptica de Banda Ancha):** Después de pasar por la red PON la señal llega a estos terminadores de red, donde se produce el cambio óptico - eléctrico y a continuación la salida es distribuida a través del cable coaxial entre 400 clientes aproximadamente.
- **Acometida del cable coaxial:** En topología de árbol, con una distancia máxima de 300 metros desde el TROBA hasta el cliente y un solo amplificador.

Las velocidades de transmisión dependen de la modulación y ancho de banda. Ver la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Velocidades de transmisión en una red HFC

| Downstream | 64 – QAM | 256 – QAM |
|------------|-----------|-----------|
| 6Mhz | 31.2 Mbps | 41.6 Mbps |
| 8Mhz | 41.4 Mbps | 55.2 Mbps |

| Upstream | QPSK |
|----------|-------|
| 2Mhz | 3Mbps |

- **PON (*Passive Optical Network*)**

Es una red de fibra óptica pasiva, llamada así porque los elementos que utiliza entre la oficina central y el usuario final son pasivos. Es versátil, eficiente, provee de un gran ancho de banda, inmunidad a los ruidos electromagnéticos. La distancia máxima entre el emisor y receptor es de 20Km.

Aumenta la calidad del servicio y minimizan el mantenimiento de la red, a pesar de que las redes PON como concepto existen desde los 90's, es reciente su

implementación en países desarrollados como alternativa cuando al agotamiento de las tecnologías xDSL.

Es una configuración punto – multipunto ya que el ancho de banda no es dedicado sino multiplexado en una misma fibra, son utilizadas principalmente en las redes:

- **FTTH (*Fiber to the Home*):** la fibra óptica llega hasta el usuario con un gran ancho de banda pero costosa.
- **FTTC (*Fiber to the Curb*):** la fibra óptica llega hasta el edificio o barrio y hasta el usuario con coaxial o cableado estructurado, es más barata que FTTH.
- **FTTA (*Fiber to the Apartment*):** la fibra óptica llega hasta el cuarto de equipos en un edificio y luego las señales son distribuidas por divisores ópticos hacia las oficinas.

Los elementos que conforman esta red son:

- **OLT (Terminal Óptico de Línea):** Está en la central local proveedora de servicios, se encarga de transmitir de forma punto – multipunto la información a los ONT en la ventana de transmisión de 1550nm mediante WDM (Multiplexación por división de longitud de onda), trabaja con componentes de mejores prestaciones que los ONTs.
- **Divisor Óptico:** Es un elemento pasivo como un splitter a donde al llegar un par de fibras el haz de luz es dividido a cada ONT.
- **ONT (Terminal Óptico de Red):** Está ubicado en el lado del usuario dependiendo de la configuración FTTx que utilice, recibe las señales del OLT, y la transmisión la realiza en la ventana de 1310nm mediante TDM

(multiplexación por división de tiempo) ya que el OLT asigna el momento en el que cada ONT debe transmitir.

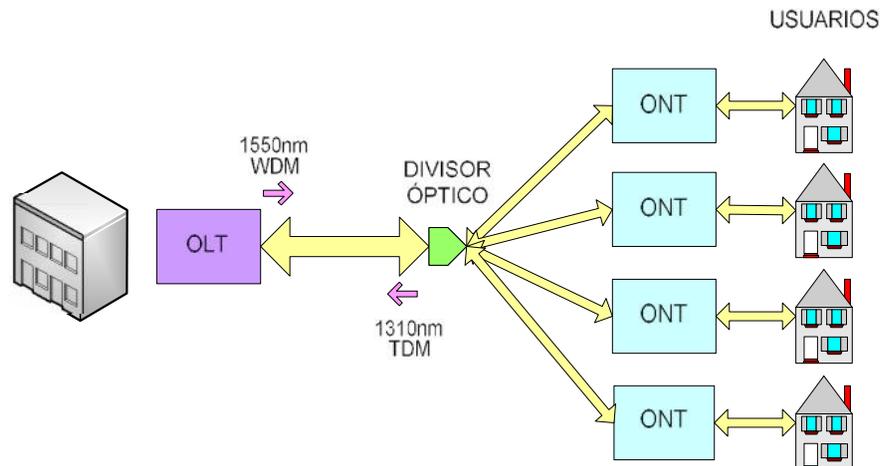


Figura 3.6. Estructura de una red PON.

- **WDM, CWDM, DWDM**

WDM es una tecnología de multiplexación por división de longitud de onda, en la cual cada longitud de onda viaja por un canal, acepta diferentes velocidades de transmisión y es multiprotocolo. Puede trabajar hasta con más de 80 longitudes de onda. Utiliza fibra monomodo.

DWDM es una variación de WDM que especifica la multiplexación por división de longitud de onda densa, con un espaciamiento de 0.8nm entre portadoras, es muy utilizada para enlaces punto a punto de larga distancia. Su ancho de banda es de hasta 800Gbps, trabaja entre 1280 y 1625nm.

CWDM es otra variación de WDM, que especifica la multiplexación por división aproximada de longitud de onda, trabaja con 18 portadoras con un espaciado de 20nm, más amplio que DWDM, definidas en el intervalo de 1270 a 1610nm. Su máximo alcance es de hasta 50Km y acepta varios tipos de topología como anillo,

punto a punto, y redes PON. Son muy eficientes para aplicaciones en redes metropolitanas y adaptables a cambios en la demanda del tráfico.

CWDM es una solución de bajo costo en relación a DWDM para transmisión de datos a una distancia menor a 50Km y donde no sean necesarios amplificadores.

La diferencia entre CWDM y DWDM radica en el costo de los equipos ya que es más costoso el transceiver⁵ de DWDM y en la cantidad de portadoras ya que DWDM transmite mayor cantidad simultáneamente.

Los elementos de una red WDM son:

- **OLA (Amplificador Óptico de Línea):** Realiza la amplificación de la señal multiplexada en longitud de onda, es decir, en modo óptico.
- **OTM (Terminal Multiplexor y Demultiplexor Óptico):** Es el encargado demultiplexar y demultiplexar las longitudes de onda.
- **OADM (Multiplexor Add Drop Óptico):** Realiza la inserción de información de un canal óptico en otro sin necesidad de interferir con el resto de canales.
- **OXC (Cross Connect Óptico):** Su función es conmutar los canales de las fibras de entrada y las de salida, es un elemento muy flexible en la red.
- **WIFI**

Wireless Fidelity, la especificación 802.11 define esta tecnología como una red local inalámbrica WLAN a la que pueden conectarse portátiles, computadoras de escritorio o cualquier otro dispositivo que tenga la capacidad de conectarse a una red inalámbrica de una velocidad de 11Mbps. El estándar 802.11 es el primer estándar

⁵ Transceiver: equipo para WDM que contiene el láser óptico que realiza la transmisión y el detector que recepta las señales.

que permite un ancho de banda de hasta 2Mbps y se ha ido modificando para mejorar características y anchos de banda. Entre las modificaciones realizadas al estándar tenemos:

Tabla 3.4. Estándares Wifi

| Especificación | Características | | |
|---|---|-------------------------|---|
| | Ancho de Banda | Frecuencia de Operación | Extras |
| 802.11a – Wifi5 | 54Mbps | 5Ghz | Provee 8 canales de radio. Rango de 10m |
| 802.11b – Wifi | 11Mbps | 2.4Ghz | Hasta 300m en espacios abiertos |
| 802.11g | 54Mbps | 2.4GHz | Compatible con el 802.11b. Rango de 100m |
| 802.11c – Combinación del 802.11 y 802.1d | Es una versión modificada del estándar 802.1d para hacer que exista compatibilidad con los equipos del 802.11 | | |
| 802.11d – Internacionalización | Diseñado para permitir el uso a nivel internacional del estándar 802.11 en la redes locales. | | |
| 802.11e | Mejora la calidad de servicio en la capa de enlace de datos. | | |
| 802.11f | Da las características a los proveedores de puntos de acceso para que exista total compatibilidad. | | |
| 802.11h | Combina el estándar 802.11 con el europeo (Hiperlan 2) de ahí la h. | | |
| 802.11i | Provee seguridad, claves, sistemas de cifrado para los estándares 802.11a, 802.11b, 802.11g. | | |
| 802.11j | Es para la regulación japonesa lo que para la europea es la 802.11h. | | |

Para los estándares físicos como son 802.11a, 802.11b y 802.11g a continuación las distancias y velocidades a las que operan.

Tabla 3.5. Distancias y velocidades del estándar 802.11

| Estándar | Velocidad | Rango | |
|---------------------|-----------|------------------|---------------|
| 802.11 ^a | 54Mbps | 10m | |
| | 48 Mbps | 17m | |
| | 36 Mbps | 25m | |
| | 24 Mbps | 30m | |
| | 12 Mbps | 50m | |
| | 6 Mbps | 70m | |
| 802.11b | | Lugares Cerrados | Al aire libre |
| | 11 Mbps | 50m | 200m |
| | 5,5 Mbps | 75m | 300m |
| | 2 Mbps | 100m | 400m |
| | 1 Mbps | 150m | 500m |
| 802.11g | 54 Mbps | 27m | 75m |
| | 48 Mbps | 29m | 100m |
| | 36 Mbps | 30m | 120m |
| | 24 Mbps | 42m | 140m |
| | 18 Mbps | 55m | 180m |
| | 12 Mbps | 64m | 250m |
| | 9 Mbps | 75m | 350m |
| | 6 Mbps | 90m | 400m |

Las redes *wifi* permiten dos modos de operación:

- **Infraestructura:** Permite conectar a equipos de una red conectada por cable a un punto de acceso (AP).
- **Ad – Hoc:** Conecta dos equipos con adaptadores inalámbricos.

Para la transmisión el estándar 802.11 define tres tecnologías de transmisión de la señal: DSSS, FHSS, Infrarrojo.

- **DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*):** Espectro ensanchado por secuencia directa, por cada bit que transmite envía una secuencia de bits

llamada ruido Pseudo aleatorio, para codificar el 1 el estándar establece una secuencia de 11 bits y para el 0 utiliza su complemento.

De acuerdo a la especificación 802.11 la banda de 2.4GHz ha sido dividida en 14 canales, el espaciamiento entre estos es de 5Mhz pero cada uno necesita un ancho de banda de por lo menos 22Mhz por lo que no se recomienda utilizar canales contiguos para evitar interferencias.

| | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| Canal 01: 2.412 Ghz | Canal 02: 2.417 Ghz. | Canal 03: 2.422 Ghz. |
| Canal 04: 2.427 Ghz. | Canal 05: 2.432 Ghz. | Canal 06: 2.437 Ghz. |
| Canal 07: 2.442 Ghz. | Canal 08: 2.447 Ghz. | Canal 09: 2.452 Ghz. |
| Canal 10: 2.457 Ghz. | Canal 11: 2.462 Ghz. | Canal 12: 2.467 Ghz. |
| Canal 13: 2.472 Ghz. | Canal 14: 2.477 Ghz. | |

- **FHSS (*Frecuency Hop Spread Spectrum*):** Espectro ensanchado por saltos de frecuencia, divide la frecuencia de banda ancha en al menos 75 canales con saltos de 1Mhz cada uno, la transmisión se realiza en canales de uno a otro en poco tiempo lo que facilita detectar la señal en un momento y frecuencia determinados, los canales los conocen todas las estaciones.
- **Infrarrojo:** Este tipo de transmisión necesita línea de vista con el receptor, ofrece un alto nivel de seguridad ya que al ser un haz de luz su naturaleza es no difusa. Transmite datos con una velocidad de hasta 2Mbps, utiliza modulación PPM (modulación por posición de pulso).

Las técnicas de modulación que utiliza Wifi son PSK, BPSK, QPSK y OFDM.

- **WIMAX**

Worldwide Interoperability for Microwave Access (Intercomunicación Mundial para el Acceso por Microondas), surge como alternativa de última milla a las tecnologías de cable e inalámbricas, especialmente *WIFI*.

Permite la conectividad entre puntos fijos, móviles y portátiles sin necesidad de tener línea de vista. Su modulación es OFDM con 256 subportadoras ofrece calidad de servicio y tiene un alcance de hasta 48Km.

Tiene una gran capacidad para cientos de clientes por canal, soporta antenas inteligentes, redes malladas para la comunicación entre usuarios distantes y punto multipunto.

Trabaja en las bandas de 3.5 y 10.5GHz licenciadas y las de 2,4 GHz y 5,725-5,825 GHz no licenciadas. El estándar de *WIMAX* es el 802.16.

WIMAX tiene dos variaciones más de su estándar, el estándar 802.16d conocido con el nombre de *WIMAX* Fijo, utiliza la banda de frecuencia que requiere licencia en 2,5 GHz y la libre en 5 GHz; el estándar 802.16e para *WIMAX* móvil que emplea la banda de frecuencia entre 2 y 6GHz.

La seguridad en *WIMAX* incluye la autenticación de usuarios y la encriptación de los datos mediante los algoritmos Triple DES (128 bits) y RSA (1.024 bits).

- **CDMA, CDMA2000, W – CDMA, CDMA 450**

Code Division Multiple Access es una tecnología que permite el acceso a la comunicación a varios usuarios al mismo tiempo y frecuencia asignando a cada uno un código.

Las tecnologías de transmisión que usa están basadas en *spread spectrum* como son DSSS y FHSS. (Ver *Wifi*)

Existen dos tipos de enfoque para CDMA: W – CDMA (*Wideband – CDMA*) y CDMA2000, cuyo origen de este último es cdma one (IS – 95 CDMA, CDMA de 2G).

UMTS es la versión europea de W – CDMA que nació con grandes expectativas, es más utilizado en Europa y Japón ya que en EEUU prefieren CDMA2000.

CDMA2000 es una versión mejorada del CDMA de segunda generación, trabaja con siete portadoras en 10Mhz, utiliza el mismo espectro de CDMA de segunda generación y su velocidad de transmisión es de 144Mbps para CDMA2000 1x y de 2Mbps para CDMA2000 3x. Opera en las bandas de 1900 y 2100 Mhz.

W – CDMA funciona como un canal CDMA cuatro veces más amplio que el CDMA original, utilizan el término UE (*User Equipment*) para referirse a cualquier equipo que puede acceder al sistema, a diferencia del CDMA de segunda generación el UE puede transmitir más de un código de canal lo que permite trabajar a altas velocidades.

CDMA450 es la nueva solución para zonas rurales, es el nuevo CDMA2000 en la banda de los 450Mhz, su desempeño parece muy prometedor ya que sin ningún tipo de obstáculo una estación base puede alcanzar hasta los 80Km de cobertura, esperan poder ofrecer servicios de voz y datos. Para la transmisión de una portadora necesita 1.8Mhz y para transportar hasta 2 y 3 portadoras necesita 1.25Mhz por cada una.

- **VSAT**

Significa *Very Small Aperture Terminal* es una aplicación de las comunicaciones satelitales, la técnica de acceso es aleatoria, es muy útil cuando existen varios canales que desean acceder al satélite, el inconveniente que trae esta forma de acceso es que no garantiza calidad de servicio y el *throughput*⁶ es bajo.

La mayor ventaja de las comunicaciones satelitales es que tienen completa cobertura del planeta (satélites GEO) con tres satélites, excepto los polos.

Estos sistemas sirven para proveer servicios de telecomunicaciones, consta de una estación central llamada *hub* a la cual se conectan las VSAT propiamente dichas.

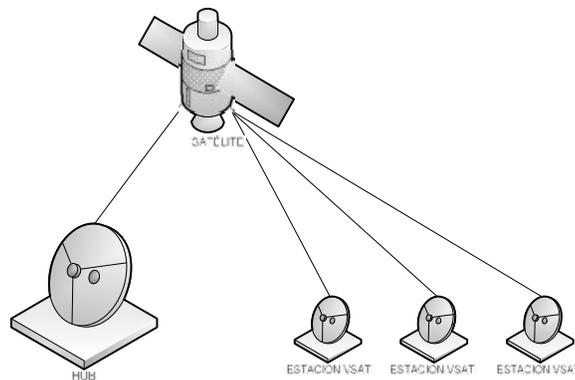


Figura 3.7. Estructura de una red VSAT

El enlace ascendente llega a 19.2Kbps y el descendente a 512Kbps. Estas terminales tienen antenas de 1m y su potencia de salida es aproximadamente 1W. Una desventaja es el retardo de 540ms que se produce.

Por naturaleza un satélite es un medio de difusión lo cual es una ventaja para difundir información económicamente, pero en cuestión de seguridad no es

⁶ Es el volumen de información que circula a través de un sistema.

recomendable porque todos pueden conocer la información transmitida, una alternativa a esto podría ser enviar los datos cifrados.

La primera banda de transmisión asignada para comunicaciones satelitales fue la banda C, ahora saturada; luego asignaron las bandas K_u y K_a. Ver la Tabla 3.6.

Tabla 3.6. Bandas de frecuencia para enlaces satelitales

| Banda | Intervalo (GHZ) |
|----------------|------------------------|
| C | 4 – 8 |
| K _u | 12 – 18 |
| K _a | 26.5 – 40 |

3.2 ELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS

A continuación se analizarán las alternativas propuestas anteriormente. Como antecedente se conoce que el FODETEL desea implementar su propia infraestructura.

3.2.1 Enlaces de par de cobre

Es una alternativa para usar las tecnologías xDSL o BPLC, dependiendo de la tecnología DSL se pueden obtener anchos de banda de hasta 2Mbps y en BPLC de hasta 12Mbps.

El costo de mantenimiento para ambas tecnologías sería bajo si se utilizaría la infraestructura existente pero como se conoce únicamente las grandes operadoras como la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) y Etapa poseen la infraestructura para usar xDSL y la Empresa Eléctrica para la tecnología BPLC por lo que el costo de implementar, mantener y operar una nueva infraestructura propia es demasiado elevado, además xDSL tiene como limitante la distancia por lo cual las poblaciones lejanas al centro de la ciudad de Santo Domingo no contarían con el servicio.

Por otro lado, la red de telecomunicaciones que está siendo diseñada es para muchos años de funcionamiento, por lo que pagar un costo mensual de arrendamiento de infraestructura no es necesario cuando se puede implementar una red propia con otra tecnología.

3.2.2 Enlaces de fibra óptica

Son enlaces que presentan varias ventajas como el gran ancho de banda, es una red de alta disponibilidad y confiabilidad, transmite varios protocolos, no es sensible a interferencias.

La única y gran desventaja está en el costo tanto de implementar como de arrendar una red de fibra óptica, ya que es muy elevado.

3.2.3 Enlaces *Wifi*

Wifi usa espectro ensanchado como tecnología de transmisión y existen muchos fabricantes de equipos que usan esta tecnología para trabajar en la banda de 2.4Ghz y 5.8Ghz, bandas no licenciadas.

La ventaja con esta tecnología es que no se paga por utilización del espectro, es posible implementar infraestructura propia, existe una gran demanda y variedad en cuanto a equipos en el mercado que cumplirían con los requerimientos de la red.

La desventaja que afecta en un diseño de red, es que la asignación de frecuencias dentro de los 14 canales con los que trabaja *wifi* muchas veces no son suficientes para proporcionar comunicación a todos los puntos, debido a que pueden existir varios enlaces independientes, pero este problema es solucionado con con *wifi* de larga distancia donde al cubrir distancias de hasta 150Km permiten trabajar con un enlace punto a multipunto.

Actualmente también existe el modo de trabajo Wireless Distribution System (WDS) de los equipos *wi-fi* de larga distancia, donde se pueden conectar, entre sí varios equipos de forma inalámbrica y trabajar como uno solo, en un solo canal de frecuencia.

Para que la función WDS trabaje en una red los equipos deben soportar WDS, estar configurados en un solo canal, introducir las direcciones MAC de todos los equipos en cada uno de ellos y los nombres de red inalámbricos deben ser distintos en cada equipo.

Con WDS un equipo puede trabajar como punto de acceso, o como puente con otro punto de acceso, o de ambas maneras. Para dar seguridad a la red se usa encriptación WEP⁷.

Se recomienda esta tecnología para el diseño de la red, porque además de sus ventajas y prestaciones como tecnología, en el mercado existen varios fabricantes que ofrecen varias soluciones al implementar una red.

3.2.4 Enlaces WIMAX

De los estándares *Wimax* el más utilizado es el móvil 802.16e y no alcanza a saltos mayores de 48Km y trabaja con poca velocidad. Por otro lado esta tecnología trabaja en frecuencias licenciadas, lo cual sería un egreso extra para el proyecto y aquí, en el país la banda de 3.5Ghz ya se encuentra asignada a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT).

Otra desventaja es que al no ser *Wimax*, hasta el momento, una tecnología de alto despliegue no es fácil encontrar equipos, ya que los fabricantes se enfocan más en lo que es *wifi*.

⁷ WEP (Wired Equivalent Privacy): Es un sistema de cifrado para redes Wireless incluido en el estándar IEEE 802.11, utiliza claves de 64 o 128 bits.

3.2.5 Enlaces con tecnología celular

En este tipo de enlaces todas las tecnologías tienen la capacidad de transmitir voz y datos, además la ventaja más grande es que tiene movilidad ya que a lo largo de todo el país las operadoras tienen varias celdas.

Estas tecnologías no son muy recomendables debido a que su ancho de banda es limitado y las frecuencias en las que operan son licenciadas por lo tanto habría que pagar mucho dinero al Estado Ecuatoriano, o tal vez arrendar los servicios a los operadores celulares pero igual es costoso por lo que sería mejor invertir el dinero en construir una infraestructura propia con equipos y tecnología.

3.2.6 Enlaces satelitales

Los enlaces satelitales son muy útiles para sitios de difícil acceso y donde ninguna otra tecnología es factible.

Existen dos tipos de estaciones satelitales: las estaciones terrenas y las VSAT, las primeras no son recomendables porque son muy grandes y una inversión tan grande no justifica el “poco” uso.

Las VSAT si pueden ser una muy buena alternativa ya que son más pequeñas, fáciles de instalar y operar, y además si sirven para proveer de servicios de voz y datos a las unidades educativas.

Sus anchos de banda son limitados desde 64Kbps hasta 512Kbps aunque a veces se pueden llegar hasta 2Mbps. El costo del servicio es aproximadamente \$280 USD mensuales lo cual es justificado para lugares donde no exista otra tecnología.

3.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LA RED

Entre los requerimientos técnicos de la red tenemos:

- Se establecerá un centro de gestión y monitoreo que estará ubicado en el Gobierno Provincial de la Santo Domingo de los Tsáchilas, el cual proveerá el Internet a la red.
- Los equipos deberán ofrecer cobertura suficiente para abarcar los tramos de la red inalámbrica y permitir configuración remota.
- Todos los equipos deben soportar *SNMP*⁸ (*Simple Network Management Protocol*.)
- La asignación de frecuencias a cada enlace se hará en los canales *wifi* de banda no licenciada de los 2.4GHz.
- La tecnología a utilizarse es *Wifi* de largo alcance.
- Los equipos deben trabajar en todo tipo de condiciones climáticas y ser compatibles con equipos certificados *wifi*. Además de poseer un throughput alto, para aplicaciones futuras y deben soportar WDS.

3.4 RED DE *BACKBONE*

A partir de la visita de campo se determinaron los cerros para ubicar las estaciones repetidoras para la red de *backbone*, de los cuales (ver la Tabla 2.1), una vez analizado en el simulador de enlaces tienen línea de vista con las unidades educativas y con los cerros adyacentes, por lo tanto todos excepto los cerros Poza Honda y Bolo son utilizados en la configuración de la red.

⁸ SNMP: Es un protocolo de gestión de red, que permite administrar y supervisar la red, además de tener datos precisos sobre el tráfico de la red.

La red de *backbone* está compuesta por cuatro enlaces de radio bidireccionales. Los enlaces están dispuestos entre cinco cerros de la provincia, como se observa en la Figura 3.8.

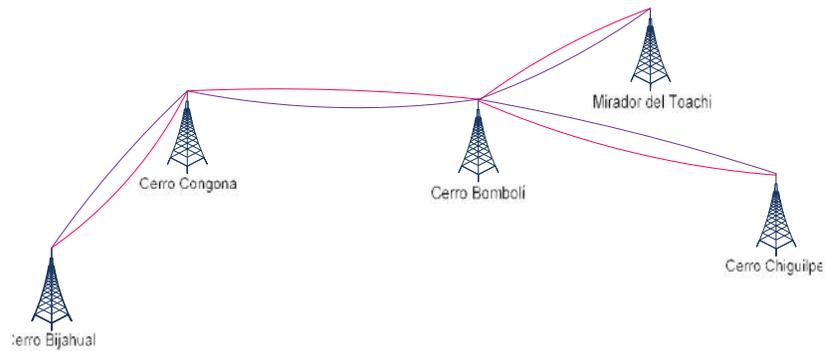


Figura 3.8. Estructura de la red de *backbone*.

Las coordenadas de cada punto del backbone se muestran en la Tabla 2.1; al ser ubicadas en el software Radio Mobile, la red quedó dispuesta como se aprecia en la Figura 3.9.

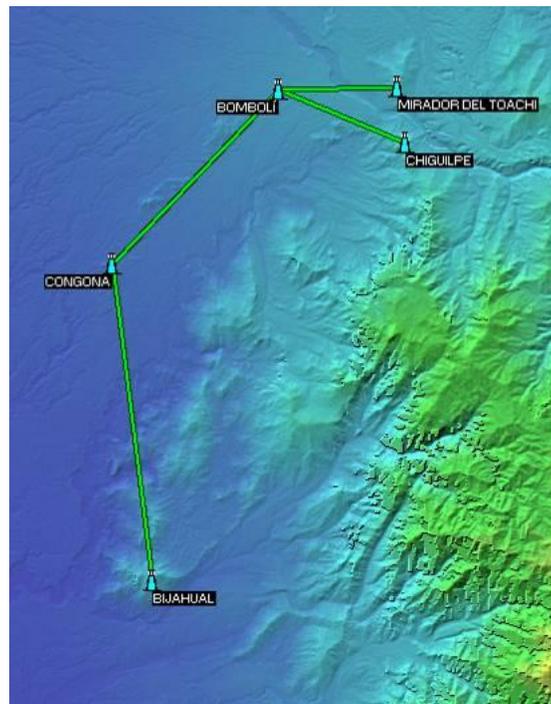


Figura 3.9. Ubicación de los puntos del backbone en Radio Mobile

En cuanto a equipos la tecnología de muchos fabricantes cumple los requisitos, se ha seleccionado uno de ellos, por sus ventajas tecnológicas sobresalientes que se enfocan en el desarrollo de redes *wifi* de larga distancia en frecuencias no licenciadas, ofrecen la posibilidad de sumar capacidad de los enlaces con al unir varios canales y aumentar el ancho de banda sobre los enlaces inalámbricos, las distancias de cobertura con diferentes tipos de antenas son adecuadas para esta red, además, bajo *capex*⁹ en virtud del peso de los equipos, también bajo *opex*¹⁰, bajo mantenimiento y costos operacionales ya que son equipos diseñados para cualquier tipo de ambiente, y que tienen una amplia experiencia y soporte a nivel mundial.

El fabricante es Lobometrics una compañía con sus oficinas principales en España, sus equipos también soportan SNMP. Los equipos operan en la banda no licenciada de 2.4Ghz. Más información ver ANEXO 6.

El equipo a utilizarse en cada torre repetidora es el Access Point Lobo 924TS, al cual se le incluirá una antena omnidireccional de 17 dBi, para obtener una cobertura de hasta 50km a una velocidad de transmisión media. Ver ANEXO 7 y ANEXO 8. La conexión entre las torres del backbone, para evitar interferencia entre canales *wifi* será mediante WDS, función que soportan todos los equipos a utilizarse, lo que significa que todo el enlace trabajará en un único canal *wifi*; los equipos estarán ubicados en torres autosoportadas alquiladas por el FODETEL.

A continuación se detallan las estaciones repetidoras, con los equipos a utilizarse en cada una, las alturas a las que deberán ubicarse los equipos y el direccionamiento IP.

⁹ Capex: Capital Expenditure, gasto de capital, inversión en capital fijo.

¹⁰ Opex: Operational Expenditure, gastos de operación.

Para la asignación de direcciones IP a cada equipo, se escogió la red 192.168.8.0 de tipo privada, la cual es suficiente para todos los equipos de la red. No es necesario subnetear ya que al trabajar los equipos con WDS, todos forman una sola red, que provee redundancia ya que un CPE podría conectarse a cualquiera de las torres.

Tabla 3.7. Equipos a utilizarse en las estaciones repetidoras

| Localidades | Equipos | Soporte | Altura mínima de las antenas (m) | Dirección IP. Red 192.168.8.0 |
|--------------------|--|---------------------|---|--------------------------------------|
| Cerro Bombolí | Lobo 924TS + Antena Omnidireccional de 17dBi | Torre autosoportada | 18 | 192.168.8.1 |
| Cerro Congona | Lobo 924TS + Antena Omnidireccional de 17dBi | Torre autosoportada | 21 | 192.168.8.2 |
| Cerro Chiguilpe | Lobo 924TS + Antena Omnidireccional de 17dBi | Torre autosoportada | 19 | 192.168.8.3 |
| Mirador del Toachi | Lobo 924TS + Antena Omnidireccional de 17dBi | Torre autosoportada | 19 | 192.168.8.4 |
| Cerro Bijahual | Lobo 924TS + Antena Omnidireccional de 17dBi | Torre autosoportada | 5 | 192.168.8.5 |

De acuerdo a información vía e – mail proporcionada por el Ing. Mauricio Carrera Jefe de Sistemas de la Empresa Eléctrica de Santo Domingo de los Tsáchilas existe suministro de energía eléctrica en todos los cerros, así como también infraestructura de telecomunicaciones. La Figura 3.10 muestra las coberturas de las antenas de todos los cerros.

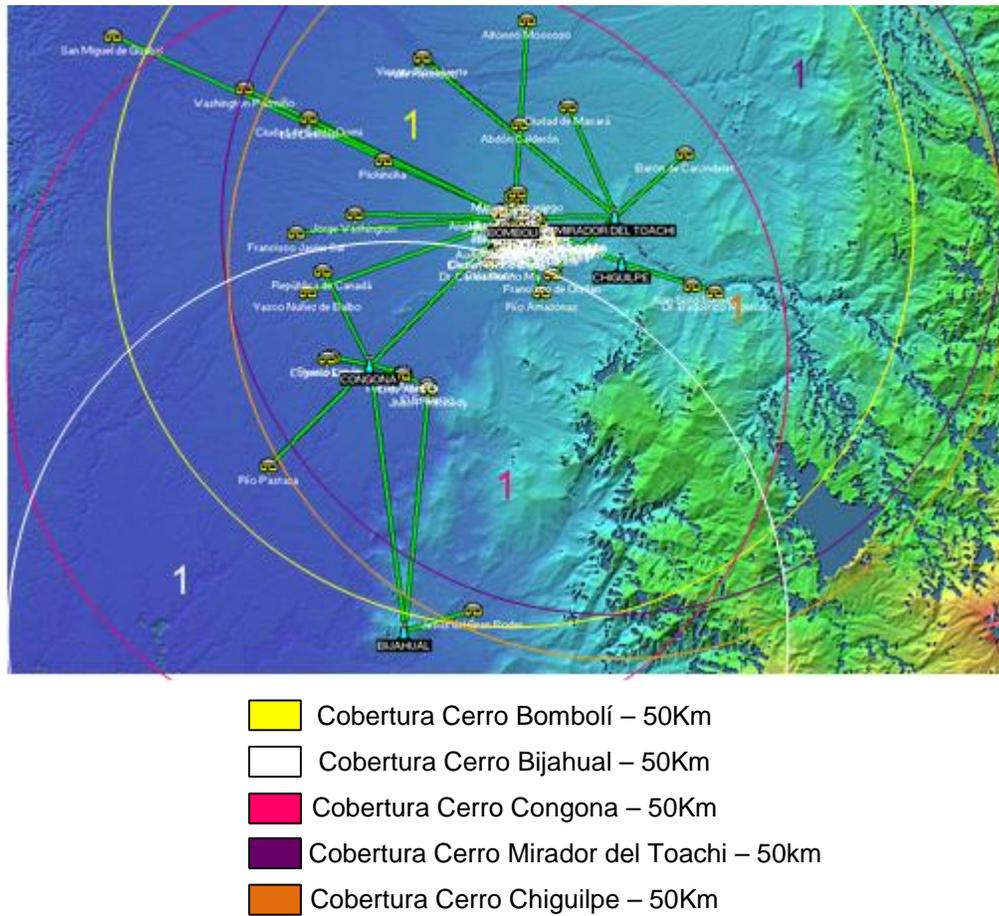


Figura 3.10. Coberturas de todas las antenas en la red

El número 1 que se muestra en la Figura 3.10 es el canal *wifi* en el que operarían los equipos, ya que en el modo WDS todos los equipos operan en el mismo canal. La distancia de cobertura, según la hoja técnica de los equipos se tomó en base a la transmisión de datos a una velocidad media.

3.5 RED DE ACCESO

La red de acceso es de topología tipo estrella, inalámbrica para casi todas las unidades educativas, cada unidad educativa estará conectada a una repetidora, para otras es satelital y se instalarán estaciones VSAT.

Para la ubicación de los equipos en las unidades educativas se utilizarán mástiles de hasta 8m y para las instituciones que se requiera una ubicación más alta del equipo, se recomiendan torres no autosoportadas.

Los equipos a utilizarse para las unidades educativas, son los CPE´s Miura OSB Plus para las unidades educativas con distancias del enlace menores a 10Km y el Miura OSB Five para las instituciones con distancias del enlace mayores a 10Km, ambos operan en la banda de 2.4Ghz, incluyen antena de 17dBi. Ver ANEXO 9 y ANEXO 10.

A continuación se detallan los diagramas de la conexión de última milla entre las unidades educativas y los cerros.

3.5.1 Cerro Bombolí

En este cerro se conectan la mayoría de las instituciones educativas, para efectos de visualización se han realizado dos gráficos donde se indican las 42 unidades educativas conectadas a este cerro.

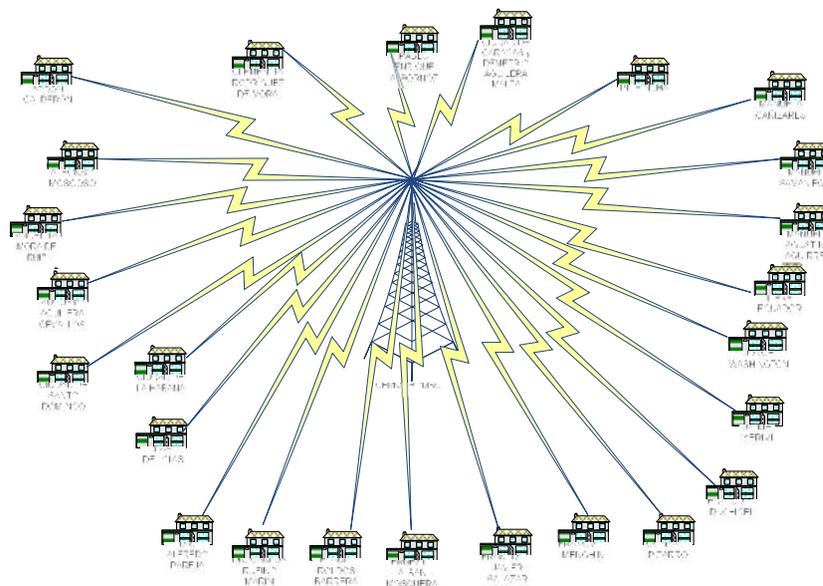


Figura 3.11. Red de acceso desde el Cerro Bombolí

A continuación se detalla la localidad, el equipo a utilizar, la altura de las antenas y el direccionamiento IP. Ver la Tabla 3.8.

Tabla 3.8. Equipos a utilizarse en las localidades conectadas al cerro Bombolí

| Localidades | Equipo | Soporte | Altura mínima de las antenas (m) | Dirección IP. Red 192.168.8.0 |
|--------------------------------|--|---------------------|---|--------------------------------------|
| Cerro Bombolí | Lobo 924TS + Antena Omnidireccional de 17dBi | Torre autosoportada | 18 | 192.168.8.1 |
| Abdón Calderón. | Miura OSB Five | Mástil | 1 | 192.168.8.6 |
| Alfonso Moscoso. | Miura OSB Five | Mástil | 1 | 192.168.8.7 |
| Angelita Mora de Ruiz. | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.8 |
| Augusto Aguilera Cevallos | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.9 |
| Clemencia Rodríguez de Mora | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.10 |
| Ciudad de Caracas | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.11 |
| Ciudad de la Habana | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.12 |
| Demetrio Aguilera Malta | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.13 |
| Dr. Alfredo Pareja Diezcanseco | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.14 |
| Dr. Carlos Rufino Marín | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.15 |
| Eladio Roldós Barreira | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.16 |
| Ernesto Albán Mosquera | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.17 |
| Francisco Javier Salazar | Miura OSB Five | Mástil | 1 | 192.168.8.18 |
| Francisco Menghini | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.19 |

| Localidades | Equipo | Soporte | Altura mínima de las antenas (m) | Dirección IP. Red 192.168.8.0 |
|--------------------------|----------------|------------------------|---|--------------------------------------|
| Gonzalo Pizarro | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.20 |
| Hualcopo Duchicela | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.21 |
| Jaime Yerovi N. | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.22 |
| Jorge Washington | Miura OSB Five | Mástil | 8 | 192.168.8.23 |
| Libre Ecuador | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.24 |
| Manuel Augusto Aguirre | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.25 |
| Manuel Samaniego | Miura OSB Plus | Mástil | 3 | 192.168.8.26 |
| Manuela Cañizares | Miura OSB Plus | Mástil | 2 | 192.168.8.27 |
| Pablo Enrique Albornoz | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.28 |
| Pichincha | Miura OSB Five | Mástil | 4 | 192.168.8.29 |
| Reino de Inglaterra | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.30 |
| Río Amazonas | Miura OSB Plus | Mástil | 6 | 192.168.8.31 |
| Vasco Nuñez de Balboa | Miura OSB Five | Torre no autosoportada | 13 | 192.168.8.32 |
| Washington Pazmiño | Miura OSB Five | Mástil | 3 | 192.168.8.33 |
| 2 de Mayo | Miura OSB Plus | Mástil | 2 | 192.168.8.34 |
| 30 de Julio | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.35 |
| 9 de Octubre | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.36 |
| Alessandro Volta | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.37 |
| Calazacón | Miura OSB Plus | Mástil | 4 | 192.168.8.38 |
| Distrito Metropolitano | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.39 |
| Santo Domingo | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.40 |
| Francisco José de Caldas | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.41 |
| Jaime Roldós | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.42 |

| Localidades | Equipo | Soporte | Altura mínima de las antenas (m) | Dirección IP. Red 192.168.8.0 |
|-------------------------|----------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Aguilera | | | | |
| Las Delicias | Miura OSB Five | Torre no autosoportada | 9 | 192.168.8.43 |
| Mariscal Sucre | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.44 |
| Julio Moreno Espinoza | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.45 |
| Ciudad de Santo Domingo | Miura OSB Five | Torre no autosoportada | 11 | 192.168.8.46 |
| San Miguel de Guabal | Miura OSB Five | Torre no autosoportada | 10 | 192.168.8.47 |

3.5.2 Cerro Congona

A este cerro se conectan 7 unidades educativas, en un enlace punto a multipunto.

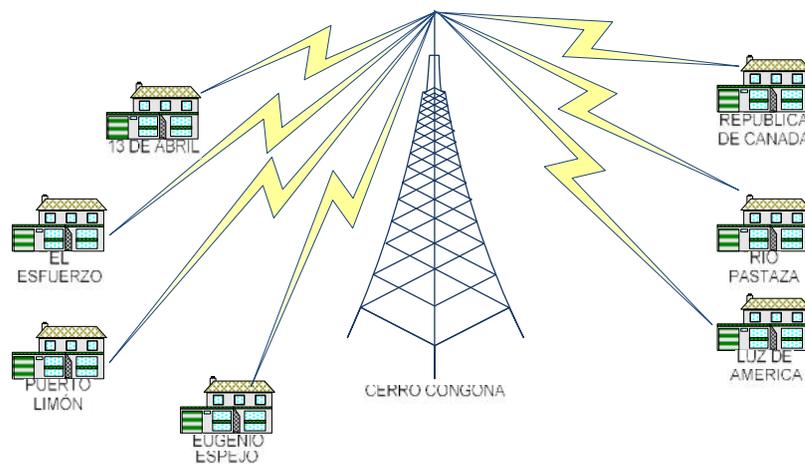


Figura 3.14. Red de acceso desde el Cerro Congona

El equipo a utilizarse en este cerro ofrecerá el servicio a todas las unidades educativas, además de la conexión al Cerro Bijahual. Ver la Figura 3.15.

3.5.3 Cerro Mirador del Toachi

A este cerro se conectan 5 unidades educativas, en un enlace punto a multipunto.

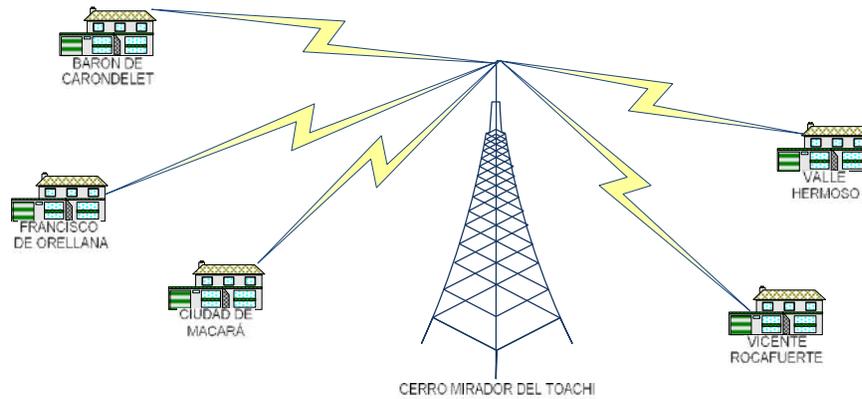


Figura 3.16. Red de acceso desde el Cerro Mirador del Toachi

Al igual que en los cerros anteriores se ubicará una antena omnidireccional que cubre todas las instituciones además de la conexión con el Cerro Bombolí.

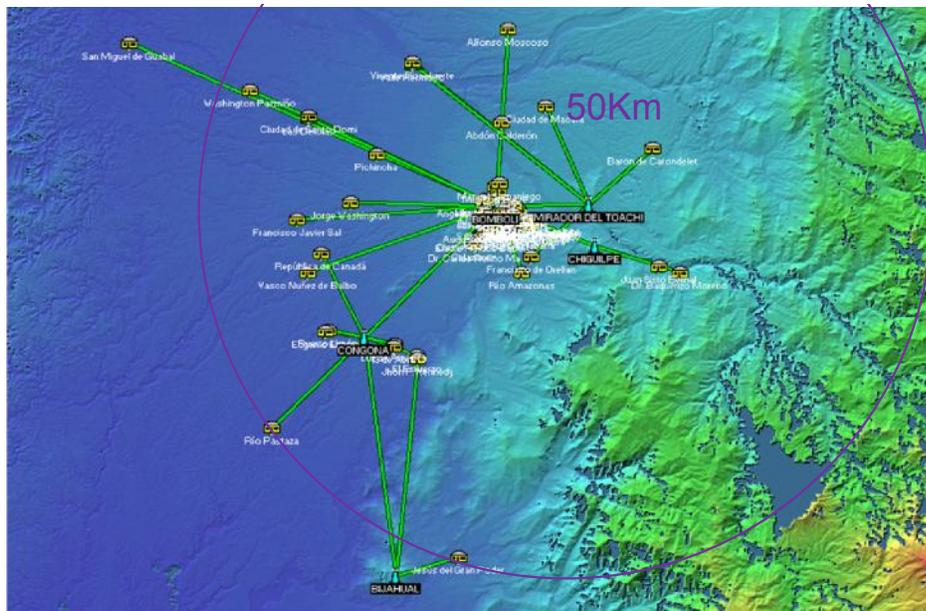


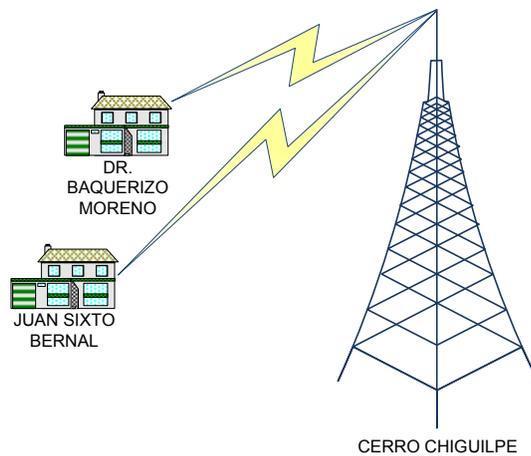
Figura 3.17. Cobertura de la antenas de Mirador del Toachi

Tabla 3.10. Equipos a utilizarse en las localidades a conectarse al cerro Mirador del Toachi

| Localidades | Equipos | Soporte | Altura mínima de las antenas (m) | Dirección IP. Red 192.168.8.0 |
|--------------------------|--|---------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Cerro Mirador del Toachi | Lobo 924TS + Antena Omnidireccional de 17dBi | Torre autosoportada | 19 | 192.168.8.4 |
| Barón de Carondelet | Miura OSB Five | Mástil | 1 | 192.168.8.55 |
| Francisco de Orellana | Miura OSB Plus | Mástil | 5 | 192.168.8.56 |
| Ciudad de Macará | Miura OSB Five | Mástil | 4 | 192.168.8.57 |
| Vicente Rocafuerte | Miura OSB Five | Mástil | 4 | 192.168.8.58 |
| Valle Hermoso | Miura OSB Five | Mástil | 1 | 192.168.8.59 |

3.5.4 Cerro Chiguilpe

Aquí se conectan 2 instituciones educativas. Para este caso el enlace también es punto a multipunto.

**Figura 3.18. Red de acceso desde el Cerro Chiguilpe**

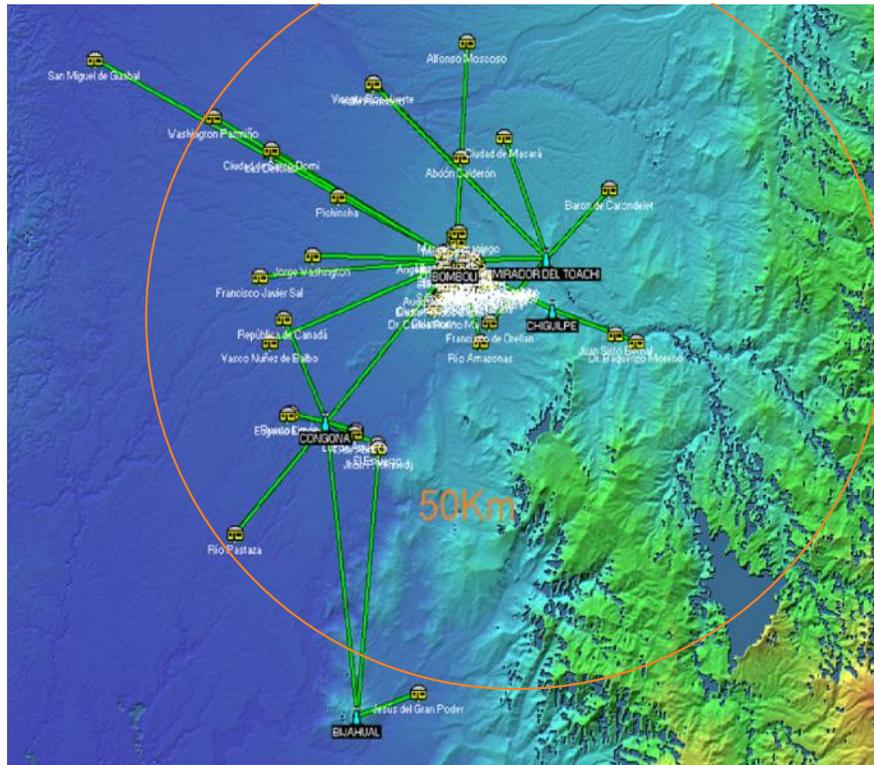


Figura 3.19. Cobertura de la antena del Cerro Chiguilpe

Tabla 3.11. Equipos a utilizarse en las localidades a conectarse al cerro Chiguilpe

| Localidades | Equipos | Soporte | Altura mínima de las antenas (m) | Dirección IP. Red 192.168.8.0 |
|----------------------|--|------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Cerro Chiguilpe | Lobo 924TS + Antena Omnidireccional de 17dBi | Torre autosoportada | 19 | 192.168.8.3 |
| Dr. Baquerizo Moreno | Miura OSB Five | Torre no autosoportada | 21 | 192.168.8.60 |
| Juan Sixto Bernal | Miura OSB Plus | Mástil | 1 | 192.168.8.61 |

3.5.5 Cerro Bijahual

A este cerro se conectan 2 unidades educativas. El enlace es punto a multipunto, en el Cerro Congona.

3.5.6 Estaciones VSAT

Dos instituciones educativas tendrán Internet satelital debido a que no tienen línea de vista con ningún cerro ni con otras unidades educativas. Los equipos a utilizarse serán definidos por el proveedor del servicio.

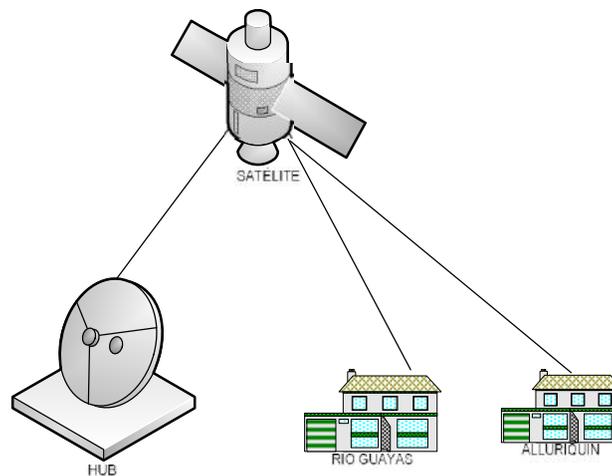


Figura 3.22. Acceso satelital

3.6 RED LAN (LOCAL AREA NETWORK)

La estructura de la red LAN comprende la red interna de cada unidad educativa, cada una está dentro de un grupo de acuerdo al número de estudiantes.

La red será inalámbrica, se utilizará un router inalámbrico y tarjetas de red *wifi* en cada computadora, con el objetivo de facilitar la adición de máquinas a la red en un futuro. El router deberá soportar al menos 40 usuarios inalámbricos, cumplir con la especificación 802.11 y operar en la banda de frecuencia de 2.4Ghz.

El router inalámbrico que se recomienda porque cumple con las especificaciones es el de la marca 3com modelo office connect. Ver ANEXO 5.

La topología de la red será tipo estrella. Los grupos y el requerimiento de ancho de banda son distribuidos de acuerdo a la Tabla 3.13 proporcionada por el FODETEL:

Tabla 3.13. Número de computadoras y ancho de banda en función del número de alumnos

| Grupo | Alumnos | Internet Requerido (Kbps) | Computadoras |
|-------|-------------|---------------------------|--------------|
| 1 | 10 a 30 | 128 | 2 |
| 2 | 31 a 100 | 128 | 3 |
| 3 | 101 a 300 | 128 | 10 |
| 4 | 301 a 600 | 256 | 15 |
| 5 | 601 a 1000 | 512 | 20 |
| 6 | 1001 a 3000 | 512 | 40 |
| 7 | 3001 o más | 1.024 | 40 |

3.6.1 Grupo 1

Para las instituciones con un número de estudiantes menor a 30 la red LAN estará diseñada de la siguiente manera:

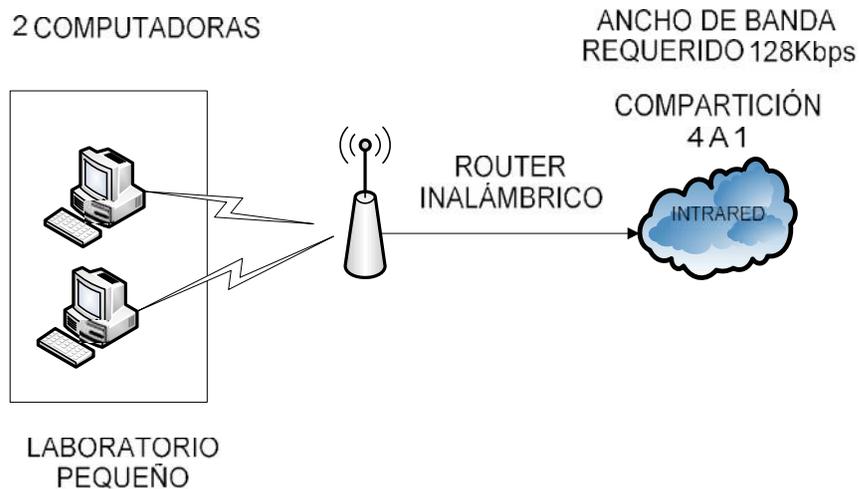


Figura 3.23. Red LAN para las instituciones del Grupo 1

Tabla 3.14. Direccionamiento IP para el grupo 1

| Red 192.168.1.0 | |
|---------------------|--------------|
| Gateway 192.168.1.1 | |
| Equipo | Dirección IP |
| PC 1 | 192.168.1.2 |
| PC 2 | 192.168.1.3 |

Las instituciones educativas que se encuentran dentro de esta categoría son:

- Dr. Alfredo Pareja Diezcanseco con 24 alumnos.

3.6.2 Grupo 2

Para las instituciones con un número de estudiantes entre 31 y 100 la red LAN estará diseñada de la siguiente manera:

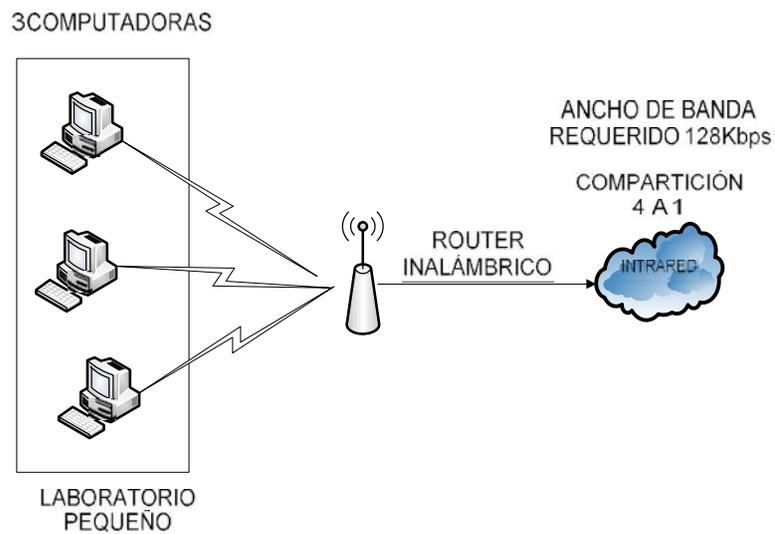
**Figura 3.24. Red LAN para las instituciones del Grupo 2**

Tabla 3.15. Direccionamiento IP para el grupo 2

| Red 192.168.2.0 | |
|---------------------|--------------|
| Gateway 192.168.2.1 | |
| Equipo | Dirección IP |
| PC 1 | 192.168.2.2 |
| PC 2 | 192.168.2.3 |
| PC 3 | 192.168.2.4 |

Las instituciones educativas que se encuentran dentro de esta categoría son:

- Abdón Calderón con 74 alumnos.
- Río Guayas con 73 alumnos.
- San Miguel del Guabal con 43 alumnos.
- Vasco Nuñez de Balboa con 83 alumnos.

3.6.3 Grupo 3

Para las instituciones con un número de estudiantes entre 101 y 300 la red LAN estará diseñada de la siguiente manera:

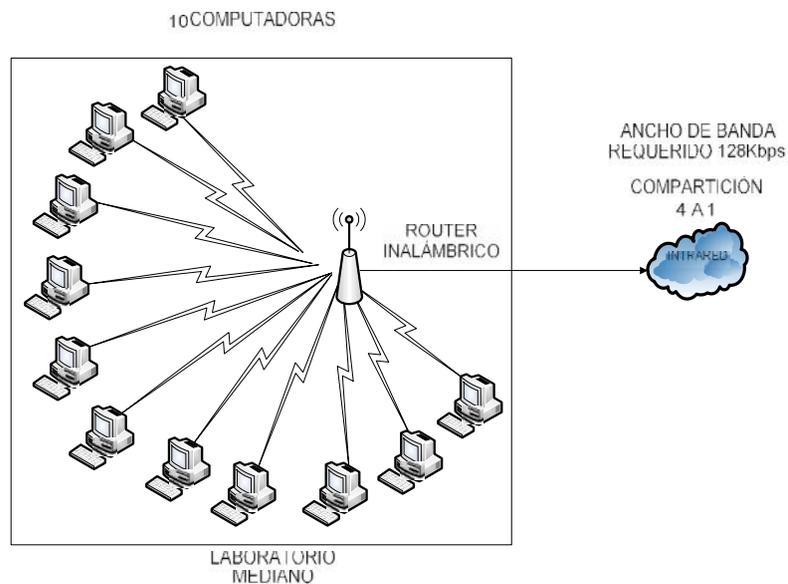


Figura 3.25. Red LAN para las instituciones del Grupo 3

Tabla 3.16. Direccionamiento IP para el grupo 3

| Red 192.168.3.0 | | | |
|----------------------------|---------------------|---------------|---------------------|
| Gateway 192.168.3.1 | | | |
| Equipo | Dirección IP | Equipo | Dirección IP |
| PC 1 | 192.168.3.2 | PC 7 | 192.168.3.7 |
| PC 2 | 192.168.3.3 | PC 8 | 192.168.3.8 |
| PC 3 | 192.168.3.4 | PC 9 | 192.168.3.9 |
| PC 4 | 192.168.3.5 | PC 10 | 192.168.3.10 |
| PC 5 | 192.168.3.6 | PC 11 | 192.168.3.11 |

Las instituciones educativas que se encuentran dentro de esta categoría son:

- Alfonso Moscoso con 186 alumnos.
- Angelita Mora de Ruiz con 209 alumnos.
- Barón de Carondelet con 250 alumnos.
- Ciudad de la Habana con 208 alumnos.
- Ciudad de Macará con 111 alumnos.
- Eugenio Espejo con 258 alumnos.
- Francisco de Orellana con 168 alumnos.
- Jesús del Gran Poder con 234 alumnos.
- Juan Sixto Bernal con 142 alumnos.
- Libre Ecuador con 192 alumnos.
- Manuel Samaniego con 133 alumnos.
- Pablo Enrique Albornoz con 276 alumnos.
- República de Canadá con 108 alumnos.
- Río Amazonas con 250 alumnos.
- Río Pastaza con 164 alumnos.
- Washington Pazmiño con 279 alumnos.
- El Esfuerzo con 210 alumnos.
- Puerto Limón con 293 alumnos.
- Valle Hermoso con 215 alumnos.

3.6.4 Grupo 4

Para las instituciones con un número de estudiantes entre 301 y 600 la red LAN estará diseñada de la siguiente manera:

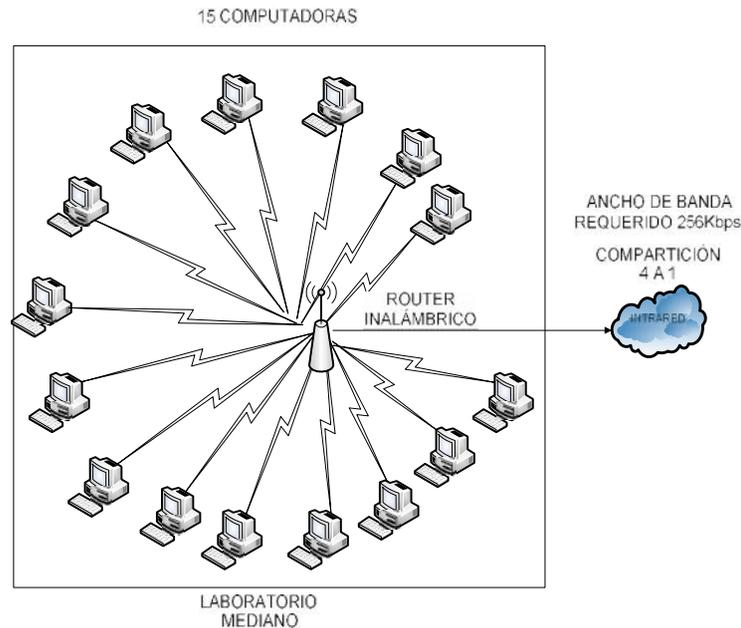


Figura 3.26. Red LAN para las instituciones del Grupo 4

Tabla 3.17. Direccionamiento IP para el grupo 4

| Red 192.168.4.0 | | | |
|---------------------|--------------|--------|--------------|
| Gateway 192.168.4.1 | | | |
| Equipo | Dirección IP | Equipo | Dirección IP |
| PC 1 | 192.168.4.2 | PC 9 | 192.168.4.10 |
| PC 2 | 192.168.4.3 | PC 10 | 192.168.4.11 |
| PC 3 | 192.168.4.4 | PC 11 | 192.168.4.12 |
| PC 4 | 192.168.4.5 | PC 12 | 192.168.4.13 |
| PC 5 | 192.168.4.6 | PC 13 | 192.168.4.14 |
| PC 6 | 192.168.4.7 | PC 14 | 192.168.4.15 |
| PC 7 | 192.168.4.8 | PC 15 | 192.168.4.16 |
| PC 8 | 192.168.4.9 | | |

Las instituciones educativas que se encuentran dentro de esta categoría son:

- 13 de Abril con 413 alumnos.
- Augusto Aguilera Cevallos con 392 alumnos.
- Clemencia Rodríguez de Mora con 560 alumnos.
- Demetrio Aguilera Malta con 333 alumnos.
- Dr. Carlos Rufino Marín con 600 alumnos.
- Eladio Roldós Barreira con 420 alumnos.
- Francisco Javier Salazar con 500 alumnos.
- Francisco Menghini con 320 alumnos.
- Gonzalo Pizarro con 520 alumnos.
- Hualcopo Duchicela con 479 alumnos.
- Jaime Ruperto Yerovi con 550 alumnos.
- Jhon F. Kennedy con 457 alumnos.
- Pichincha con 417 alumnos.
- Reino de Inglaterra con 309 alumnos.
- Vicente Rocafuerte con 336 alumnos.
- 2 de Mayo con 332 alumnos.
- 30 de Julio con 587 alumnos.
- 9 de Octubre con 477 alumnos.
- Alluriquín con 333 alumnos.
- Calazacón con 500 alumnos.
- Francisco José de Caldas con 495 alumnos.
- Las Delicias con 420 alumnos.
- Luz de América con 397 alumnos.
- Mariscal Sucre con 421 alumnos.

3.6.5 Grupo 5

Para las instituciones con un número de estudiantes entre 601 y 1000 la red LAN estará diseñada de la siguiente manera:

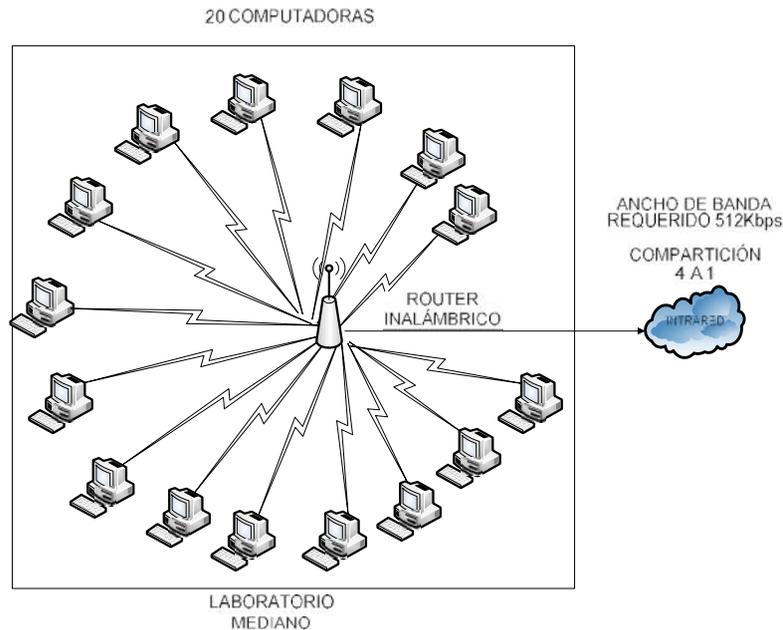


Figura 3.27. Red LAN para las instituciones del Grupo 5

Tabla 3.18. Direccionamiento IP para el grupo 5

| Red 192.168.5.0 | | | |
|---------------------|--------------|--------|--------------|
| Gateway 192.168.5.1 | | | |
| Equipo | Dirección IP | Equipo | Dirección IP |
| PC 1 | 192.168.5.2 | PC 11 | 192.168.5.12 |
| PC 2 | 192.168.5.3 | PC 12 | 192.168.5.13 |
| PC 3 | 192.168.5.4 | PC 13 | 192.168.5.14 |
| PC 4 | 192.168.5.5 | PC 14 | 192.168.5.15 |
| PC 5 | 192.168.5.6 | PC 15 | 192.168.5.16 |
| PC 6 | 192.168.5.7 | PC 16 | 192.168.5.17 |
| PC 7 | 192.168.5.8 | PC 17 | 192.168.5.18 |
| PC 8 | 192.168.5.9 | PC 18 | 192.168.5.19 |
| PC 9 | 192.168.5.10 | PC 19 | 192.168.5.20 |
| PC 10 | 192.168.5.11 | PC 20 | 192.168.5.21 |

Las instituciones educativas que se encuentran dentro de esta categoría son:

- Ciudad de Caracas con 776 alumnos.
- Ciudad de Santo Domingo con 694 alumnos.
- Dr. Alfredo Baquerizo Moreno con 720 alumnos.
- Ernesto Albán Mosquera con 708 alumnos.
- Jorge Washington con 617 alumnos.
- Manuel Agustín Aguirre con 793 alumnos.
- Manuela Cañizares con 715 alumnos.
- Alessandro Volta con 1000 alumnos.
- Jaime Roldós Aguilera con 974 alumnos.

3.6.6 Grupo 6

Para las instituciones con un número de estudiantes entre 1001 y 3000 la red LAN estará diseñada de la siguiente manera:

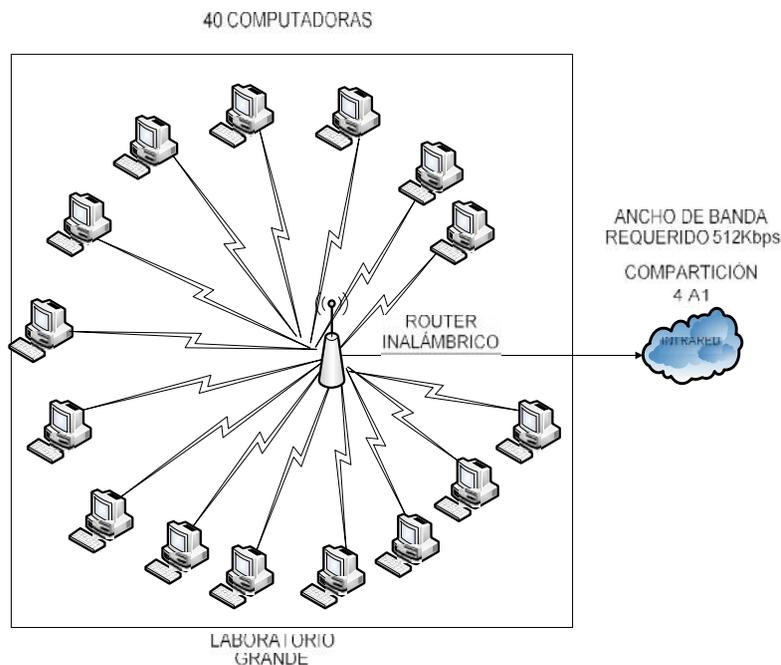


Figura 3.28. Red LAN para las instituciones del Grupo 6

Tabla 3.19. Direccionamiento IP para el grupo 6

| Red 192.168.6.0 | | | | | | | |
|---------------------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|
| Gateway 192.168.6.1 | | | | | | | |
| Equipo | Dirección IP | Equipo | Dirección IP | Equipo | Dirección IP | Equipo | Dirección IP |
| PC 1 | 192.168.6.2 | PC 11 | 192.168.6.12 | PC 21 | 192.168.6.22 | PC 31 | 192.168.6.32 |
| PC 2 | 192.168.6.3 | PC 12 | 192.168.6.13 | PC 22 | 192.168.6.23 | PC 32 | 192.168.6.33 |
| PC 3 | 192.168.6.4 | PC 13 | 192.168.6.14 | PC 23 | 192.168.6.24 | PC 33 | 192.168.6.34 |
| PC 4 | 192.168.6.5 | PC 14 | 192.168.6.15 | PC 24 | 192.168.6.25 | PC 34 | 192.168.6.35 |
| PC 5 | 192.168.6.6 | PC 15 | 192.168.6.16 | PC 25 | 192.168.6.26 | PC 35 | 192.168.6.36 |
| PC 6 | 192.168.6.7 | PC 16 | 192.168.6.17 | PC 26 | 192.168.6.27 | PC 36 | 192.168.6.37 |
| PC 7 | 192.168.6.8 | PC 17 | 192.168.6.18 | PC 27 | 192.168.6.28 | PC 37 | 192.168.6.38 |
| PC 8 | 192.168.6.9 | PC 18 | 192.168.6.19 | PC 28 | 192.168.6.29 | PC 38 | 192.168.6.39 |
| PC 9 | 192.168.6.10 | PC 19 | 192.168.6.20 | PC 29 | 192.168.6.30 | PC 39 | 192.168.6.40 |
| PC 10 | 192.168.6.11 | PC 20 | 192.168.6.21 | PC 30 | 192.168.6.31 | PC 40 | 192.168.6.41 |

Las instituciones educativas que se encuentran dentro de esta categoría son:

- Distrito Metropolitano con 1319 alumnos.
- Julio Moreno Espinoza con 2157 alumnos.

3.6.7 Grupo 7

Para las instituciones con un número de estudiantes mayor a 3001 la red LAN estará diseñada de la siguiente manera:

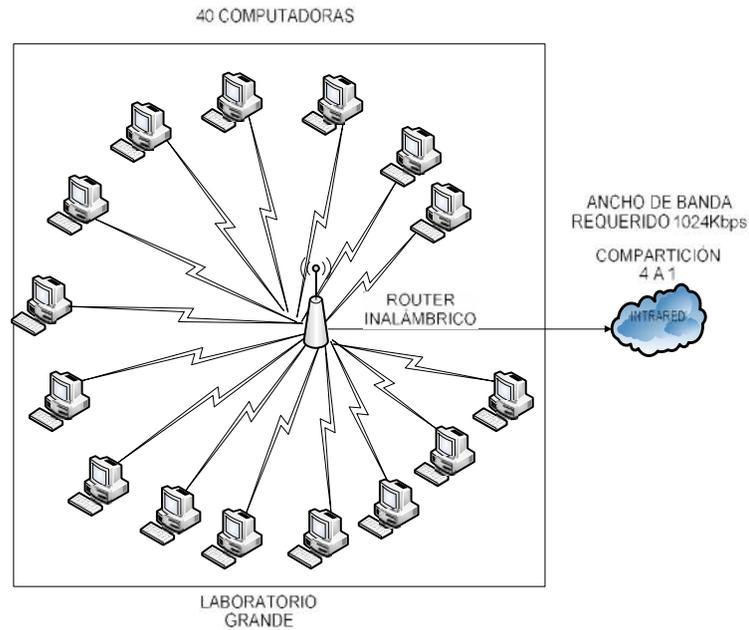


Figura 3.29. Red LAN para las instituciones del Grupo 7

Tabla 3.20. Direccionamiento IP para el grupo 7

| Red 192.168.7.0 | | | | | | | |
|---------------------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|
| Gateway 192.168.7.1 | | | | | | | |
| Equipo | Dirección IP | Equipo | Dirección IP | Equipo | Dirección IP | Equipo | Dirección IP |
| PC 1 | 192.168.7.2 | PC 11 | 192.168.7.12 | PC 21 | 192.168.7.22 | PC 31 | 192.168.7.32 |
| PC 2 | 192.168.7.3 | PC 12 | 192.168.7.13 | PC 22 | 192.168.7.23 | PC 32 | 192.168.7.33 |
| PC 3 | 192.168.7.4 | PC 13 | 192.168.7.14 | PC 23 | 192.168.7.24 | PC 33 | 192.168.7.34 |
| PC 4 | 192.168.7.5 | PC 14 | 192.168.7.15 | PC 24 | 192.168.7.25 | PC 34 | 192.168.7.35 |
| PC 5 | 192.168.7.6 | PC 15 | 192.168.7.16 | PC 25 | 192.168.7.26 | PC 35 | 192.168.7.36 |
| PC 6 | 192.168.7.7 | PC 16 | 192.168.7.17 | PC 26 | 192.168.7.27 | PC 36 | 192.168.7.37 |
| PC 7 | 192.168.7.8 | PC 17 | 192.168.7.18 | PC 27 | 192.168.7.28 | PC 37 | 192.168.7.38 |
| PC 8 | 192.168.7.9 | PC 18 | 192.168.7.19 | PC 28 | 192.168.7.29 | PC 38 | 192.168.7.39 |
| PC 9 | 192.168.7.10 | PC 19 | 192.168.7.20 | PC 29 | 192.168.7.30 | PC 39 | 192.168.7.40 |
| PC 10 | 192.168.7.11 | PC 20 | 192.168.7.21 | PC 30 | 192.168.7.31 | PC 40 | 192.168.7.41 |

Las instituciones educativas que se encuentran dentro de esta categoría son:

- Santo Domingo con 3200 alumnos.

3.7 DISEÑO DEL CENTRO DE GESTIÓN

El sitio central por petición del FODETEL será en el Gobierno Provincial de la provincia aquí es donde llegará el proveedor de Internet para dar la conexión a toda la red, además se establecerá un centro de gestión de red para monitorear y supervisar la red.

Luego de llegar el Internet al Gobierno Provincial la conexión pasa por un router y se dirige con una antena direccional, operando en un canal *wifi* que no interfiera con el canal 1 en el que trabajará toda la red, podrían ser el canal 6 u 11, depende de la configuración, al cerro Bombolí donde se distribuye entre los demás puntos del *backbone* y por consiguiente a las unidades educativas.

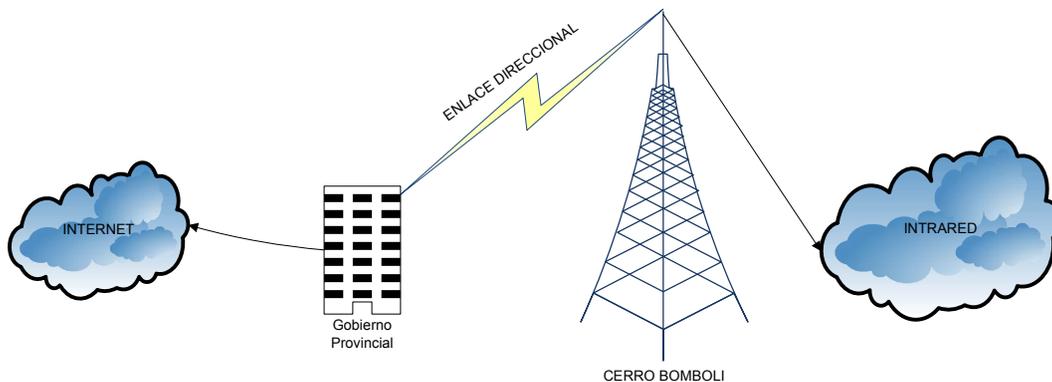


Figura 3.30. Estructura de la distribución del Internet desde el Gobierno Provincial

Como requerimientos del sitio central el Gobierno Provincial deberá asignar un área donde se ubiquen los equipos con la ventilación necesaria y puesta a tierra para proteger a los mismos.

El equipo a utilizarse para la transmisión del Internet desde el Gobierno Provincial al cerro Bombolí y su distribución, es el Lobo 924TS, este se conectará a un equipo igual en el cerro Bombolí, con antenas direccionales de 15dBi ubicadas en ambos puntos, la comunicación es posible ya que el equipo puede operar en dos frecuencias con antenas diferentes .La dirección IP del equipo ubicado en el edificio

del Gobierno Provincial es 192.168.8.100, dentro de la red 192.16.8.0. Ver ANEXO 9 y ANEXO11.

Para gestionar la red se recomienda lo siguiente:

3.7.1 Servidor de control de contenido

La función de este servidor será evitar que a la red ingresen virus, *grayware*¹¹ además de evitar el acceso a páginas web de pornografía, entretenimiento, descargas, ataques a la red, juegos, entre otros.

El servidor debe cumplir con las siguientes características:

- Permitir escoger de entre varias opciones la forma en la que se desea hacer el control de contenido ya sea listando los sitios de forma manual o automática.
- Que tenga la capacidad de proveer filtrado web URL a redes medianas.
- Clasificar por categorías los sitios web para una mejor administración.
- Que presente un software con ambiente amigable para su configuración.
- Que provea un reporte detallado de cada aspecto de seguridad que ofrece el sistema.
- Que sea especializado en la fabricación de equipos para este tipo de aplicaciones.

Dentro de algunos fabricantes, la marca que cumple con todos los requisitos propuestos es Fortinet, empresa especializada en la fabricación de dispositivos contra ataques de información en una red, el equipo es el FortiGuard Web Content Filtering.

¹¹ Grayware: Término utilizado para definir programas malignos (malware) como spyware, adware. NO incluye virus ni troyanos.

3.7.2 Servidor de control de ancho de banda

Un servidor de ancho de banda se encarga de gestionar y monitorear la distribución de ancho de banda en todos los enlaces, así como también el rendimiento de la red.

Las características del servidor deben ser:

- Debe ser capaz de monitorear las redes hasta una velocidad mucho más alta de 2Mbps (ancho de banda a ser contratado), para aplicaciones futuras.
- Capacidad de identificar varias aplicaciones con su respectivo ancho de banda.
- Debe permitir priorización de tráfico basadas en QoS.

Uno de los fabricantes que se especializa en este tipo de servidores es Allot, el equipo NetEnforcer AC-400 series cumple con todas las características, especializado en control de ancho de banda en enlaces de hasta 200Mbps.

3.7.3 Software de gestión

Su función es realizar un seguimiento de la red y a sus vez informar al administrador en caso de existir algún problema.

Las características que debe cumplir el software son:

- Debe ser diseñado bajo el sistema Linux para evitar el pago de licencias.
- Monitorear los servicios de la red como SNMP.
- Monitorear la información a través de un navegador, haciendo una interface amigable para el usuario.
- Permitir definir la jerarquía en la red.
- Informar al usuario en caso de existir problemas sea por mail o cualquier otro método.

En el mercado la solución más utilizada actualmente es el software Nagios, basado en la plataforma Linux que cumple con las características descritas, además de poseer otras propiedades.

3.8 ESTUDIO DE TRÁFICO

Para calcular el ancho de banda a contratarse se debe realizar la suma de la capacidad necesaria para cada escuela y a continuación dividir el resultado para el nivel de compartición requerido.

De acuerdo al diseño de la red LAN se tienen los siguientes datos:

- 23 Unidades educativas que necesitan un enlace de 128Kbps.
- 23 Unidades educativas que necesitan un enlace de 256Kbps.
- 11 Unidades educativas que necesitan un enlace de 512Kbps.
- 1 Unidad educativa que necesita un enlace de 1024Kbps.

La compartición de los enlaces es de 4 a 1.

$$AB = (23 * 128Kbps) + (23 * 256Kbps) + (10 * 512Kbps) + (1 * 1024Kbps)$$

$$AB = 15488 Kbps$$

$$AB = 16Mbps$$

Al ser compartición 4 a 1 el ancho de banda a contratarse al proveedor es de 4Mbps.

Lo calculado anteriormente fue para Internet inalámbrico, para Internet satelital. Se tiene que:

- 1 Unidad educativa que necesitan un enlace de 128Kbps.

- 1 Unidad educativa que necesita un enlace de 256Kbps.

Pero contratar enlaces de 128Kbps y 256Kbps es muy costoso para las aplicaciones que se van a utilizar, por lo que se contratará enlaces de 64Kbps para cada institución, que se considera más que suficiente para ambas localidades.

3.9 SELECCIÓN DE RUTAS

Para la selección de rutas se tomó en cuenta principalmente que entre los puntos del enlace exista línea de vista, además de parámetros como:

- Zona de Fresnel: Es una zona de despeje que es requerimiento en un enlace para su correcto desempeño, existen varias zonas y se sabe que debe ser mayor a $0.6F_1$ (primera zona de Fresnel), en el simulador un enlace es válido cuando el cálculo muestra un valor más alto del $0.6F_1$, para hacer el cálculo de forma manual de este valor existen algunas fórmulas.

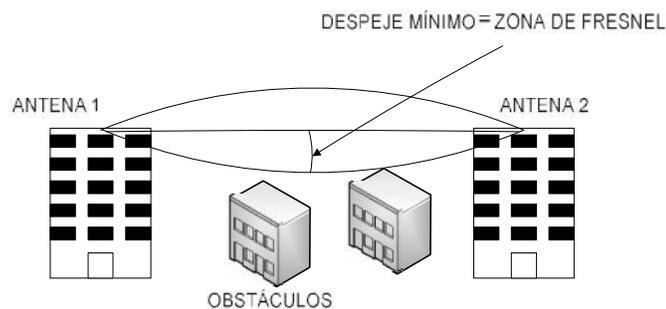


Figura 3.31. Zona de Fresnel

- Distancias: se buscó de preferencia el cerro más cercano a cada localidad, de manera que al momento de seleccionar los equipos se pueda aprovechar sus mejores prestaciones a cortas distancias.
- Alturas de las Antenas: presentadas en la parte de la última milla y backbone son las mínimas para cumplir con el valor determinado para la zona de fresnel,

también, se trató en lo posible de que en lugares difíciles las antenas tampoco sean muy altas para evitar altos costos.

En los perfiles se obtiene información de la distancia del enlace, zona de fresnel, azimut, ángulo de elevación, además de los cálculos de pérdidas, campo eléctrico, niveles de recepción en microvoltios y decibeles, nivel de recepción relativa, distancia de despeje.

Los datos ingresados para obtener los perfiles en el software Radio Mobile son:

- Frecuencia Mínima: 2412Mhz (primer canal *wifi*)
- Frecuencia Máxima: 2482Mhz (último canal *wifi*)
- Potencia de transmisión: 28dBm (631mW) dato del equipo Lobo 924TS.
- Umbral del receptor: -105dBm (1,26uV) datos de los equipos Miura OSB Plus y Five.
- Las alturas de las antenas se configuran en la simulación.

Los resultados de la simulación y perfiles se encuentran en el ANEXO 12.

3.10 ZONAS DE INFLUENCIA

Las zonas de influencia definen exactamente los sectores de la cobertura de cada uno de los cerros, esta acción la realiza directamente Radio Mobile con la herramienta de cobertura de radio polar ubicada en el menú herramientas.

Para obtener estos gráficos el simulador pide ingresar la unidad desde la cual se hace la cobertura, la unidad hacia en relación a la que se hace la cobertura llamada unidad móvil, los kilómetros que alcanza el enlace, los grados de cobertura. Para este caso los datos excepto la altura y la unidad móvil, serán los mismos para todos los puntos ya que son equipos de iguales características.

En todos los gráficos la escala de colores define la intensidad de la señal, es decir, en los sectores donde la cobertura es excelente la tonalidad es roja y mientras va alejándose de la unidad de transmisión las tonalidades son de color amarillo o naranja hasta llegar a azul o celeste que significa el límite de la cobertura. Las unidades móviles a utilizarse serán las que se encuentren más lejanas desde cada cerro.

3.10.1 Cerro Bombolí

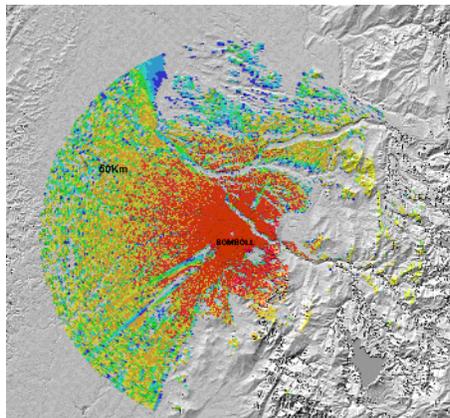


Figura 3.32. Zona de Influencia del Cerro Bombolí

Unidad más lejana: San Miguel de Guabal a 48.17Km del Cerro Bombolí

3.10.2 Cerro Chiguilpe

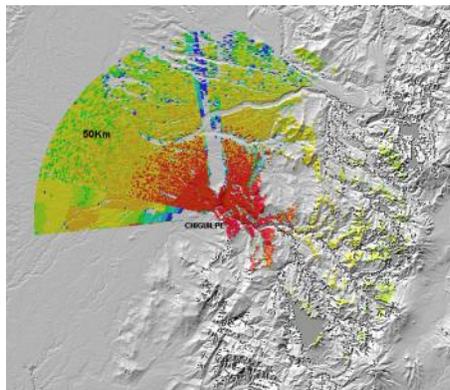


Figura 3.33. Zona de Influencia del Cerro Chiguilpe

Unidad más lejana: Dr. Baquerizo Moreno a 10.59Km del Cerro Chiguilpe

3.10.3 Cerro Congona

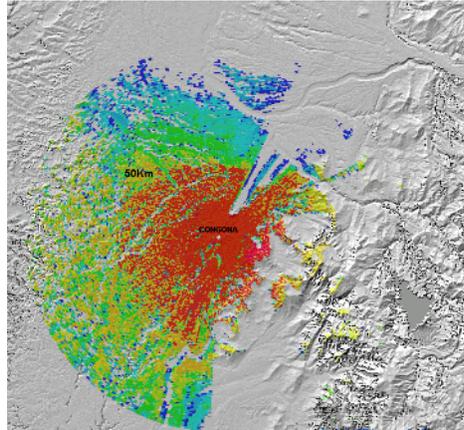


Figura 3.34. Zona de Influencia del Cerro Congona

Unidad más lejana: Río Pastaza a 15.67Km del Cerro Congona

3.10.4 Cerro Mirador del Toachi

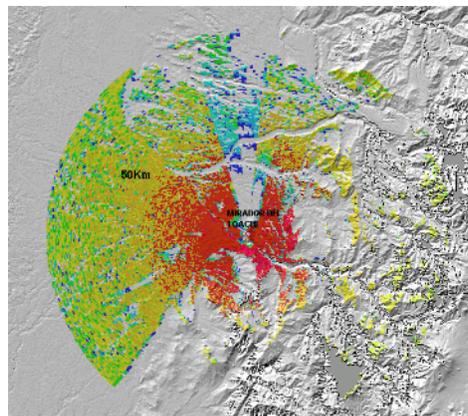


Figura 3.35. Zona de influencia del Cerro Mirador del Toachi

Unidad más lejana: Vicente Rocafuerte a 27.62Km del Cerro Mirador del Toachi

3.10.5 Cerro Bijahual

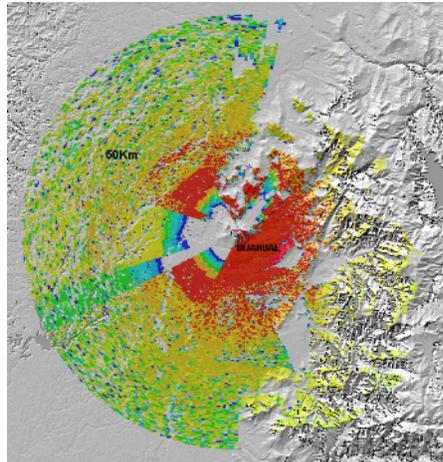


Figura 3.36. Zona de influencia del Cerro Bijahual

Unidad más lejana: Jhon F. Kennedy a 27.32Km del Cerro Bijahual

3.11 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE UTILIZADO

Radio Mobile es un software para la simulación de radioenlaces, inicialmente creado para radioaficionados. Trabaja en los rangos de 20Mhz a 20Ghz. Para utilizar este software es necesario conocer las coordenadas geográficas en las que se encuentra el punto, las hojas técnicas de los equipos a utilizarse y como opciones avanzadas pueden configurarse el clima, tipo de terreno, entre otras.

Los requerimientos básicos para este software son:

- Windows 95, 98, 2000, XP, Me, NT, Vista.

Radio Mobile utiliza datos de elevación de terreno que pueden ser descargados desde el Internet de diversas fuentes, una de ellas del proyecto de la NASA *Shuttle Terrain Mapping Mision (SRTM)*. A estos mapas de elevación se puede superponerles imágenes de satélite, mapas de carreteras, etc.

Para su utilización se siguen los siguientes pasos:

3.11.1 Instalación

Desde la página de Radio Mobile en Internet www.cplus.org/rmw/english11.html en la parte izquierda hacer clic en download y a continuación presentan una serie de pasos a seguir.

Antes de empezar con la instalación se debe crear una carpeta en el disco duro de la computadora con el nombre de Radio Mobile. Ejemplo C://Radio Mobile.

1. Si son versiones antiguas de Windows primero deben descargarse el *Visual Basic Runtime (Service Pack 6)*, caso contrario seguir con el paso 2.
2. Descargarse y descomprimir en la carpeta creada de Radio Mobile los siguientes archivos *rmwcore.zip*, *rmwupdate.zip* y *rmw957spa.zip*, este último es el programa en español.
3. Dentro de la carpeta de Radio Mobile crear dos carpetas una con el nombre *srtm* para ubicar los archivos SRTM y la otra con el nombre de *maps* para crear los archivos GTOPO30 y DTED.
4. Los archivos SRTM, GTOPO30 y DTED pueden ser descargados desde el Internet y descomprimidos a las carpetas anteriormente creadas.
5. Para trabajar en el programa no son necesarios los tres tipos de archivos se puede utilizar solo uno, pero para tener datos de elevación más exactos recomendamos los tres.
6. Finalmente para ejecutar el programa hacer clic en *rmwspa*.

3.11.2 Configuración de mapas

Radio Mobile trabaja con mapas de zonas geográficas, los cuales son descargados del Internet, son tres tipos de archivos STRM, GTOPO30, DTED.

En la carpeta Radio Mobile creada en el disco duro del computador copiar los archivos STRM en una carpeta que hay que crear con el mismo nombre, crear también una carpeta con el nombre de maps en Radio Mobile y dentro de ésta crear dos carpetas más con los nombres de GTOPO30 y DTED y copiar los archivos descargados respectivamente.

Para empezar la configuración en la barra de menú, clic en opciones – internet y en la ventana que se despliega escoger la opción SRTM, en esta parte se especifica de que fuente el programa va a tomar los mapas, en este caso seleccionar usar sólo archivos locales. Ver Figura 3.37.

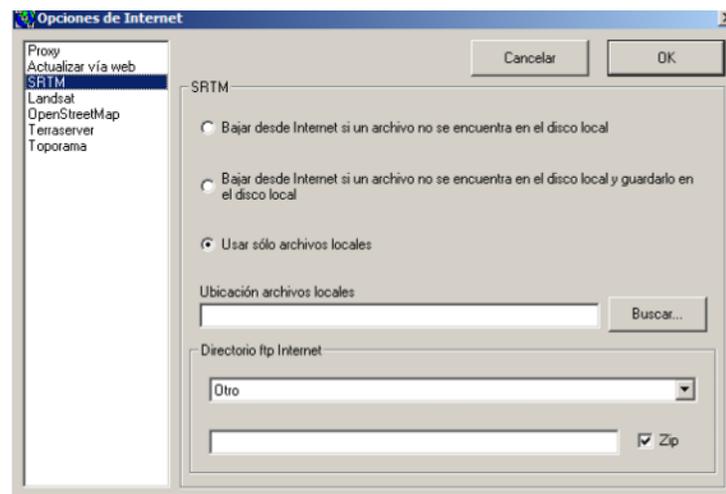


Figura 3.37. Opciones de Internet

Para extraer los mapas en el programa, es decir, visualizarlos clic en archivo – propiedades del mapa o en el ícono  y aparecerá una ventana como se observa en la Figura 3.38.



Figura 3.38. Extracción de mapas

En la parte de Centro se selecciona la sección del mapa en la que se desea trabajar para esto hacer clic en Seleccionar un nombre de ciudad y se elige Santo Domingo de los Colorados. Ver la Figura 3.39.

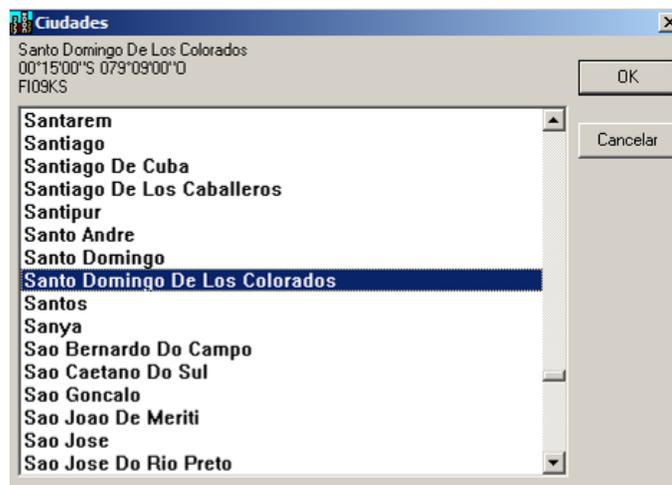


Figura 3.39. Selección de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados

Luego en la parte de tamaño insertamos el valor en pixeles y kilómetros del mapa y finalmente en el sector de Fuentes de datos de altitud seleccionamos los archivos descargados anteriormente en el orden que está en la Figura 3.38 SRTM, DTED y GTOPO30 con sus respectivas ubicaciones en el disco duro. Clic en Extraer.

Para este diseño los parámetros en el mapa son ancho y alto en pixeles 1000 y ancho y alto en kilómetros 150.

3.11.3 Creación de las unidades

Para crear las unidades, clic en el menú Archivo – Propiedades de la unidad, se selecciona Unidad 1 y en la parte superior derecha ubicar el nombre de la estación y en la parte inferior hacer clic en Ingresar LAT LON or QRA, aquí se deben ingresar las coordenadas en latitud y longitud de cada institución educativa (ver ubicación geográfica en el capítulo 2) y de cada cerro (ver Tabla 2.1). Luego en la parte de Style se puede escoger el gráfico que representará ese punto y se pueden modificar las características del color del texto, relleno, etc. Este proceso debe hacerse con cada estación involucrada en el radioenlace en este caso 60 unidades educativas y cinco cerros.

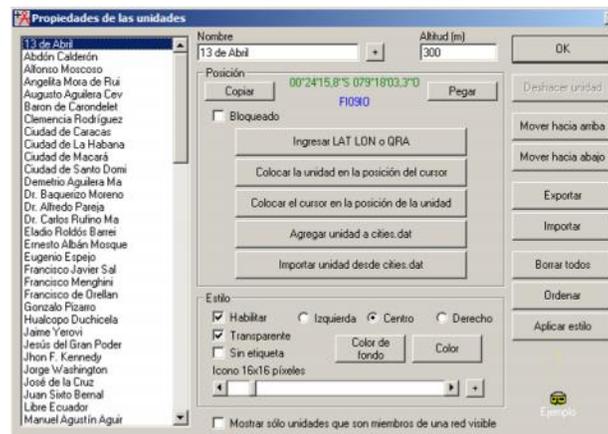


Figura 3.40. Ingreso de las unidades

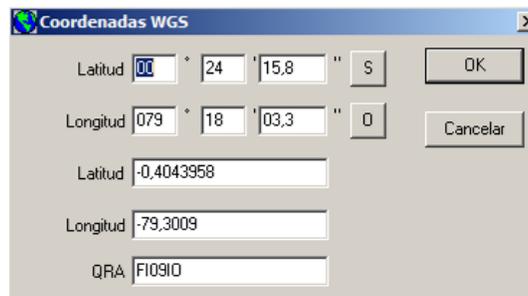


Figura 3.41. Ventana para ingresar las coordenadas de cada unidad

Conforme vayan creándose las unidades en el software en el mapa se verán como en la Figura 3.42.

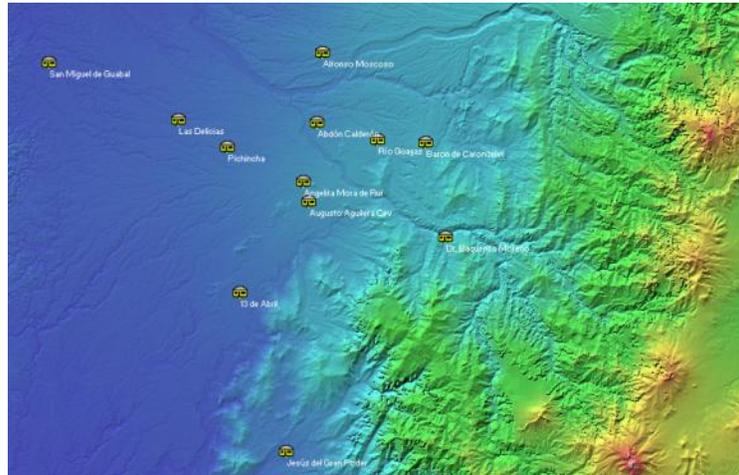


Figura 3.42. Unidades ubicadas en el mapa de acuerdo a sus coordenadas

3.11.4 Creación de las Redes

Luego de tener creadas todas las unidades, se procede a crear las redes entre ellas para lo cual, clic en Archivo – Propiedades de las redes. En la pestaña Parámetros se ingresan el nombre de la red, frecuencias de trabajo, polarización de las antenas, las demás opciones se las deja por defecto. Ver Figura 3.43.

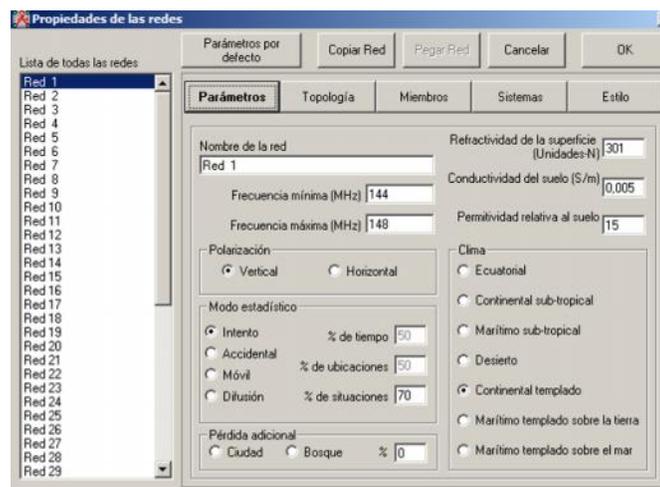


Figura 3.43. Configuración de las redes

En la pestaña Topología se elige la topología de la red, en este caso es la opción Red de datos, Topología estrella (Master/Esclavo). Luego en Miembros se selecciona los miembros correspondientes a la red y en la parte derecha el rol de cada uno en la red, además del sistema y altura de las antenas.

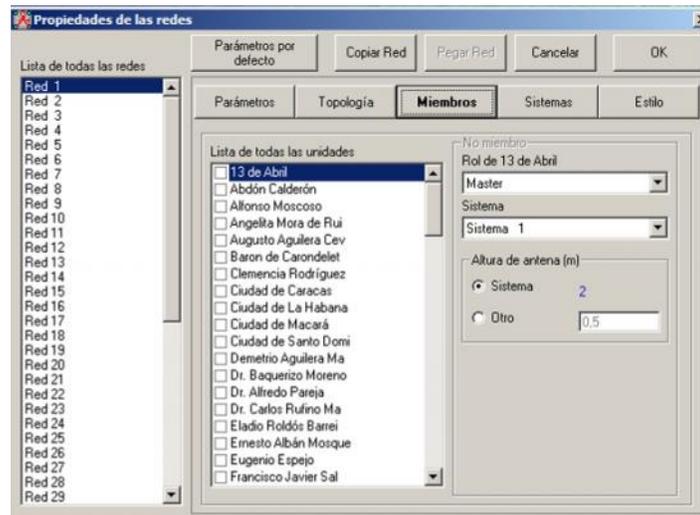


Figura 3.44. Selección de los miembros de la red

En la pestaña de Sistemas se ubica el nombre de los sistemas y los datos del enlace.

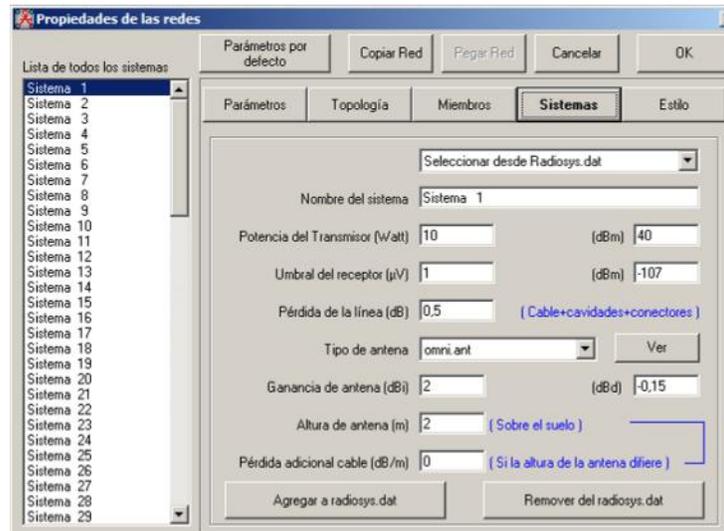


Figura 3.45. Configuración de los sistemas

3.11.5 Evaluación de los enlaces

Para evaluar los enlaces dar clic en el ícono  y aparecerá una ventana como se muestra en la Figura 3.46.

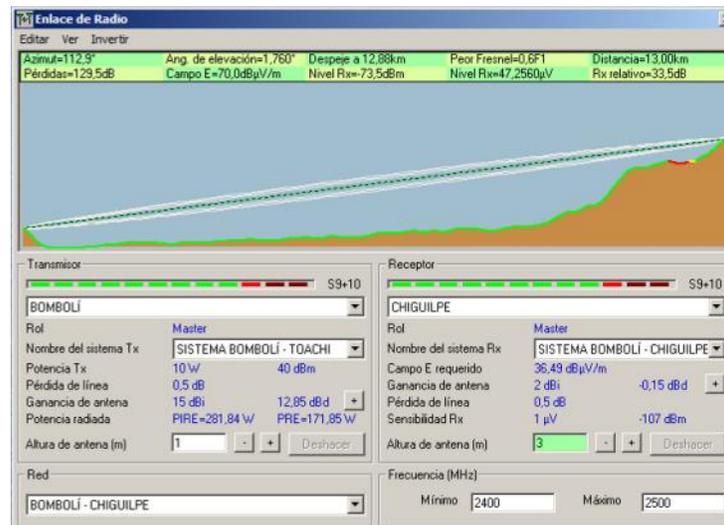


Figura 3.46. Resultados del radioenlace

En esta parte el programa proporciona varios datos sobre el enlace como azimut, ángulo de elevación, la distancia del despeje, peor Fresnel, distancia del enlace, pérdidas, campo eléctrico, niveles de recepción.

La opción Invertir permite observar el enlace en sentido contrario. Se pueden visualizar los enlaces entre diferentes unidades para saber si existe línea de vista, además las opciones que tienen los botones “+” permiten ver los diagramas de radiación de las antenas, también se pueden variar las alturas de las antenas para conocer su efecto en el radioenlace.

La opción Ver – Detalles presenta un resumen del radioenlace, las demás opciones dentro de ese menú permiten obtener varias vistas y datos del enlace, además de animaciones.

3.11.6 Gráficos de Cobertura

Para realizar los gráficos de cobertura clic en Herramientas - Cobertura de radio se tiene cuatro tipos de cobertura:

- **Polar Simple:** Hace un barrido radial para calcular el área de cobertura de una estación fija para un terminal móvil especificado, permite editar radio de cobertura, el rango de azimut y dibujar el resultado en escala de colores para indicar el nivel de la señal recibida en dBm.
- **Cartesiano Combinado:** Parecido al polar simple con la diferencia de que son varias estaciones fijas calculando el área de cobertura a un terminal móvil especificado. Utiliza coordenadas cartesianas.
- **Fresnel:** Colorea las áreas que cumplen con el intervalo de despeje de la primera zona de Fresnel.
- **Interferencia:** Entre dos estaciones muestra las regiones con un nivel de interferencia aceptable y las que sobrepasa el nivel establecido.
- **Encontrar el mejor sitio:** Ayuda a encontrar para una antena transmisora el mejor emplazamiento para el conjunto de receptores.

Existe otra opción en Herramientas – Cobertura Visual, este tipo de cobertura mide un rango de intercepción, se basa en parámetros geométricos del espacio libre utilizando como datos la altura del sensor sobre el suelo, altura del blanco sobre el piso, entre otros.

CAPITULO 4.

FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Para analizar el costo total del proyecto se ha dividido en grupos los diferentes gastos. Cabe recalcar que los costos presentados son referenciales, como fuentes de información al FODETEL y proveedores.

4.1 COSTO TOTAL DEL EQUIPAMIENTO

4.1.1 Equipos

Se ubicarán seis puntos de acceso, uno en el cerro Bombolí, uno cada torre repetidora, y el último en el Gobierno Provincial, a cada punto de acceso se le añadirá una antena omnidireccional de 17dBi, el equipo ubicado en el Gobierno Provincial utilizará una antena direccional parabólica de 15dBi para la comunicación con el cerro Bombolí, el cual usará ambas antenas, haciendo uso dos de sus cuatro conectores para antenas externas y sus dos radios integrados, los CPE's se ubicarán un total de 58 uno en cada institución educativa (tienen antena integrada direccional de 17dBi).

También se añade un costo por servidores de control de ancho de banda y de control de contenido, para el centro de gestión en el Gobierno Provincial.

Adicionalmente se considera el equipamiento de la red LAN para 56 de las 60 instituciones educativas, ya que poseen el número de computadoras necesario y con conexión a Internet, el número de computadoras que se toman en cuenta en el

presupuesto es de 335, de acuerdo a los cálculos realizados en el ANEXO 13. La asignación de equipos extras como pizarras electrónicas y el proyector son por disposición del FODETEL y del Fondo de Solidaridad.

Los valores de equipamiento son cancelados una sola vez.

Tabla 4.1. Costo total equipos

| Equipos Telecomunicaciones | Cantidad | Precio Unitario | Precio Total |
|---|-----------------|------------------------|---------------------|
| Puntos de Acceso (AP) | 5 | \$1574,87 | \$7874,35 |
| CPE´s Miura OSB Five | 17 | \$322,78 | \$5487,26 |
| CPE´s Miura OSB Plus | 41 | \$247,71 | \$10156,11 |
| Router | 1 | \$3832,05 | \$3832,05 |
| Antena Omnidireccional de 17dBi | 5 | \$154,33 | \$771,65 |
| Antena Direccional Parabólica de 15dBi | 2 | \$90,00 | \$180,00 |
| Adicionales | | | |
| UPS pequeño para las escuelas | 60 | \$60,61 | \$3636,60 |
| UPS para repetidoras y Gobierno Provincial. | 6 | \$3500,00 | \$21000,00 |
| Servidor de control de ancho de banda | 1 | \$3780,00 | \$3780,00 |
| Servidor de control de contenido | 1 | \$1151,86 | \$1151,86 |
| Equipamiento interno en las escuelas | | | |
| Router Inalámbrico | 56 | \$94,90 | \$5314,40 |
| Tarjetas de red <i>wifi</i> | 335 | \$25,00 | \$8375,00 |
| Computadoras | 335 | \$442,75 | \$148321,25 |
| Impresoras | 60 | \$90,00 | \$5400,00 |
| Proyector | 60 | \$919,49 | \$55169,40 |
| Pizarra Electrónica 60" | 60 | \$1502,88 | \$90172,28 |
| TOTAL EQUIPAMIENTO | | | \$370622,73 |

4.1.2 Infraestructura

La parte de infraestructura para los costos incluye los soportes de los equipos en los puntos de acceso, el pago mensual por alquiler de un espacio en torres autosoportadas se incluye en costos operacionales ya que es un gasto mensual, esto

se aplica en todas los puntos ya que todo los cerros cuentan con infraestructura de telecomunicaciones.

Además se tomarán en cuenta la construcción de torres no autoportadas para las instituciones educativas que requieran ubicar el CPE a una altura mayor a 8m (sin contar con los 2m de altura de las aulas de las instituciones, sobre las cuales se ubicarán los equipos), para los demás puntos será suficiente con mástiles. Los mástiles se venden en tubos de 6m de largo y 2.5 pulgadas de diámetro, por lo que los costos harán referencia al número de tubos de 6m a utilizarse en total.

Para las instituciones que serán provistas con Internet satelital, el costo hace referencia a toda la infraestructura instalada por el proveedor, antenas, cables, conectores, entre otros.

Tabla 4.2. Costo total infraestructura

| Materiales | | Cantidad | Precio Unitario | Precio Total |
|------------------------------|------------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| Mástiles | Tubos de 6m | 15 | \$50,00 | \$650,00 |
| Torres no autoportadas | Precio por metro | 133 | \$90,00 | \$11970,00 |
| Sistema de tierra CPE | | 60 | \$200,00 | \$12000,00 |
| Infraestructura VSAT | Incluyen equipos | 2 | \$1500,00 | \$3000,00 |
| TOTAL INFRAESTRUCTURA | | | | \$27620,00 |

En resumen el costo total de la inversión en equipamiento es:

Tabla 4.3. Costo total del equipamiento

| Grupo | Costo |
|-------------------------------------|--------------------|
| Equipos | \$370622,73 |
| Infraestructura | \$27620,00 |
| COSTO TOTAL DEL EQUIPAMIENTO | \$398242,73 |

4.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Dentro de los costos de operación se incluye el servicio de Internet tanto inalámbrico como satelital, los cálculos estarán orientados hasta 5 años de vida de la red ya que el FODETEL contrataría los servicios durante ese periodo.

Para el servicio a Internet inalámbrico se contratará un canal dedicado de 4096Kbps, su costo aproximado es de \$6000 mensuales según información proporcionada por el FODETEL, el enlace deberá llegar al Gobierno Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas para de ahí ser distribuido.

En caso del enlaces satelital, se contratará un ancho de banda de 64Kbps para las dos unidades educativas. El costo mensual del servicio es de \$280,00, el total por las dos instituciones es de \$560,00.

También se debe pagar por el uso del espectro radioeléctrico de acuerdo al Reglamento de Derechos de Concesión y Tarifas por el uso de espectro radioeléctrico del CONATEL. El reglamento define los costos para enlaces punto a punto y punto a multipunto. En la red existe un solo enlace punto – punto desde el Gobierno Provincial al cerro Bombolí y cinco enlaces punto – multipunto, del cerro Bombolí con 42 estaciones, cerro Congona con 7 estaciones, cerro Mirador del Toachi con 5 estaciones, cerro Chiguilpe con 2 estaciones y el cerro Bijahual con 2 estaciones. Los valores de las tarifas de los enlaces punto – punto se encuentra en la ecuación (4) en el capítulo 5, y de los enlaces punto – multipunto la tarifa A se encuentran en la Tabla 5.1 y de la Tarifa C en la Tabla 5.2.

Tabla 4.4. Costos por el uso del espectro radioeléctrico

| Tipo de Enlace | N° de enlaces | Tiempo (meses) | Tarifa Mensual | | | Precio total para 5 años |
|---|------------------|----------------|----------------|----------|----------------|--------------------------|
| Punto – Punto | 1 | 60 | \$12,80 | | | \$768,00 |
| Punto – Multipunto | N° de estaciones | Tiempo | Tarifa A | Tarifa C | Tarifa Mensual | Costo total para 5 años |
| Bombolí | 42 | 60 | \$23,00 | \$19,00 | \$42,00 | \$105840,00 |
| Congona | 7 | 60 | \$23,00 | \$3,00 | \$26,00 | \$10920,00 |
| Mirador del Toachi | 5 | 60 | \$23,00 | \$3,00 | \$26,00 | \$7800,00 |
| Chiguilpe | 2 | 60 | \$23,00 | \$3,00 | \$26,00 | \$3120,00 |
| Bijahual | 2 | 60 | \$23,00 | \$3,00 | \$26,00 | \$3120,00 |
| TOTAL A PAGAR POR EL USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO | | | | | | \$131568,00 |

Los costos de mantenimiento son el 1% anual, del costo total en equipamiento.

Tabla 4.5. Costos operacionales y de mantenimiento

| COSTOS OPERACIONALES | | | |
|--|-------------------------|-----------------|--------------|
| Internet Inalámbrico | Tiempo | Precio Unitario | Precio Total |
| Servicio | 60 meses | \$6000,00 | \$360000,00 |
| Instalación | Una sola vez | \$500,00 | \$500,00 |
| Internet Satelital | Tiempo | Precio Unitario | Precio Total |
| Servicio | 60 meses | \$560,00 | \$33600,00 |
| Espacio en torres autosoportadas | 5años (en las 5 torres) | \$41760,00 | \$208800,00 |
| COSTO DE MANTENIMIENTO | | | |
| Mantenimiento | 5 años | \$3982,43 | \$19912,14 |
| COSTOS TOTALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | | | \$622812,14 |

En resumen el costo total de la inversión es:

Tabla 4.6. Costo total de operación y mantenimiento

| Grupo | Costo |
|--|-------------|
| Uso del espectro radioeléctrico | \$131568,00 |
| Operación y Mantenimiento | \$622812,14 |
| COSTO TOTAL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | \$754380,14 |

4.3 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

El costo total del proyecto se resume en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7. Costo total del proyecto

| Área | Costo |
|--|---------------------|
| Costo total de equipamiento | \$398242,73 |
| Costo totales de operación y mantenimiento | \$754380,14 |
| COSTO TOTAL DEL PROYECTO | \$1152622,87 |

La inversión final del proyecto es de un millón ciento cincuenta y dos mil seiscientos veinte y dos dólares con ochenta y siete centavos de dólar.

4.4 PLANES DE SOSTENIBILIDAD

El funcionamiento de la red será financiada por el FODETEL durante 5 años lo que significa que para que el funcionamiento sea indefinido deben aplicarse planes de sostenibilidad, para lo cual se recomiendan:

- Hacer de las instituciones educativas en las tardes o en las mañanas dependiendo del horario de trabajo de las mismas telecentros, donde se alquilen las computadoras ya sea para acceder al Internet u otras actividades y que el cobro sea de \$0.60 por hora, los telecentros podrían estar funcionando de 8h30 a 13h30 o de 14h30 a 19h30. En el peor de los casos según información proporcionada por el FODETEL, el coeficiente de utilización de las computadoras es del 42% lo que significa 2.10 horas por computadora. Las personas que atiendan los telecentros contarán con un salario mensual de \$200.

Salario mensual del personal = \$200

Salario anual por institución educativa = \$200 * 12 meses = \$2400

Egreso total por salario del personal = \$2400 * 60instituciones = \$144000

- Los estudiantes pueden aportar una cuota mensual de \$0.25 lo que significaría \$ 2,50 anuales por estudiante.
- Pedir auspicio o donaciones o crear convenios con a empresas de la provincia para que de alguna manera colaboren con el Gobierno Provincial. Según información proporcionada por la Superintendencia de Compañías existen aproximadamente 2762 empresas en Pichincha y Santo Domingo de los Tsáchilas, el 5% se encuentran en la provincia, el aporte se recibiría de 138 empresas, un valor de \$12 anuales.

4.5 FLUJO DE CAJA

En el flujo de caja se toman en cuenta los ingresos y egresos del proyecto para conocer si es rentable la implementación del mismo.

Los egresos corresponden a los gastos por los equipos e infraestructura que son pagados una sola vez y el servicio de Internet que se paga mensualmente además del mantenimiento. La inversión inicial es de parte del FODETEL.

Tabla 4.8. Egresos del proyecto

| Egresos | Costo Anual |
|----------------------------------|--------------------|
| Internet inalámbrico | \$72000,00 |
| Internet Satelital | \$6720,00 |
| Mantenimiento | \$3982,43 |
| Salarios | \$144000,00 |
| Uso del espectro radioeléctrico | \$26313,60 |
| Espacio en torres autosoportadas | \$41760,00 |
| Total | \$294776,03 |

| Inversión | Costo |
|-----------------|-------------|
| Equipamiento | \$370622,73 |
| Infraestructura | \$27620,00 |

Los ingresos, como no es una red con fines de lucro sino más bien comunitaria los ingresos vendrán de parte de los planes de sostenibilidad que se apliquen.

Si los estudiantes aportan con \$0,25 cada mes se tendría:

$$\text{Ingreso anual de los estudiantes} = \$2,50 * 24758 \text{ alumnos} = \$61895,00$$

Si las instituciones educativas trabajan como telecentros, se tiene que el ingreso anual sería de:

$$\text{Ingreso diario} = 2.10 \text{ horas} * \$0.60 * 864 \text{ computadoras} = \$1088,64$$

$$\text{Ingreso mensual} = \$1088,64 * 20 \text{ días hábiles} = \$21772,80$$

$$\text{Ingreso anual} = \$21772,80 * 12 \text{ meses} = \$261273,60$$

En cuanto a los ingresos por donaciones o auspicios de empresas privadas se tiene que:

$$\text{Total ingreso de empresas anual} = \$12,00 * 138 \text{ empresas} = \$1656,00$$

Tabla 4.9. Estimación del flujo de caja

| | | ESTIMACION DEL FLUJO DE CAJA LIBRE | | | | | |
|----------|--|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | PROYECTO SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS | | | | | |
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| 1 | Ingresos | | 678754,60 | 324754,60 | 324754,60 | 324754,60 | 324754,60 |
| | Pago anual de los alumnos | | 61825,00 | 61825,00 | 61825,00 | 61825,00 | 61825,00 |
| | Aporte solidario de empresas privadas | | 1656,00 | 1656,00 | 1656,00 | 1656,00 | 1656,00 |
| | Ingreso neto de telecentros | | 261273,60 | 261273,60 | 261273,60 | 261273,60 | 261273,60 |
| | Aporte FODETEL | | 354000,00 | | | | |
| 2 | Costos | | -211256,03 | -211256,03 | -211256,03 | -211256,03 | -211256,03 |
| | Internet | | -72000,00 | -72000,00 | -72000,00 | -72000,00 | -72000,00 |
| | Internet Satelital | | -6720,00 | -6720,00 | -6720,00 | -6720,00 | -6720,00 |
| | Uso del Espectro Radioeléctrico | | -26313,60 | -26313,60 | -26313,60 | -26313,60 | -26313,60 |
| | Mantenimiento | | -3982,43 | -3982,43 | -3982,43 | -3982,43 | -3982,43 |
| | Salario del Personal | | -144000,00 | -144000,00 | -144000,00 | -144000,00 | -144000,00 |
| | Espacio en torres autosoportadas | | 41760,00 | 41760,00 | 41760,00 | 41760,00 | 41760,00 |
| | MARGEN OPERACIONAL BRUTO | | 467498,57 | 113498,57 | 113498,57 | 113498,57 | 113498,57 |
| 3 | Gastos no desembolsables | | -37062,27 | -37062,27 | -37062,27 | -37062,27 | -37062,27 |
| | Depreciación equipos | | -37062,27 | -37062,27 | -37062,27 | -37062,27 | -37062,27 |
| | MARGEN OPERACIONAL FINAL | | 430436,30 | 76436,30 | 76436,30 | 76436,30 | 76436,30 |
| 4 | Ajuste por Gastos no desembolsables | | 37062,27 | 37062,27 | 37062,27 | 37062,27 | 37062,27 |
| | Depreciación por equipamiento | | 37062,27 | 37062,27 | 37062,27 | 37062,27 | 37062,27 |

| | | | | | | | |
|--------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| 5 Inversión | -398242,73 | | | | | | -123539,68 |
| | 398242,73 | | | | | | |
| Equipamiento | 370622,73 | | | | | | -123539,68 |
| Infraestructura | 27620,00 | | | | | | |
| Total US\$ | -398242,73 | 467498,57 | 113498,57 | -10041,11 | 113498,57 | 113498,57 | |

4.5.1 Variables económicas VAN y TIR

- **VAN**

Es el Valor Actual Neto, permite conocer antes de implementar el proyecto, si el mismo va a producir ganancias, en base a los flujos de caja de años futuros como si el proyecto ya estuviese disponible.

En este caso se tomarán en cuenta los flujos de caja hasta el año 2014, para calcular el VAN de forma manual se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{n=0}^N \frac{F_n}{(1+i)^n} \quad (2)$$

Donde:

F_n = Flujos de caja

i = Tasa de descuento anual

n = Índice temporal

N = Número de periodos considerados

Si el valor del VAN es > 0 el proyecto es rentable, si el VAN es < 0 el proyecto no producirá ganancias y si es igual a 0 el proyecto no produciría ni ganancias ni pérdidas.

Como se explicó anteriormente es necesario que el valor del VAN sea > 0 para que el proyecto pueda financiarse a sí mismo en los años de operación.

También se puede calcular el VAN en Excel con la función VNA, donde se debe ingresar la tasa de descuento anual y los valores del flujo de caja de la Tabla 4.9. El valor de la tasa de descuento anual es del 14.5%¹².

El valor del VAN es de: \$ 186,59

- **TIR**

Es la Tasa Interna de Retorno, se obtiene al igual el VAN a cero. Si el resultado es mayor a la tasa de descuento anual, el proyecto es factible de ser realizado, caso contrario se debe de rechazar el proyecto.

Para calcular el TIR de forma manual se tiene:

$$0 = \sum_{n=0}^N \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} \quad (3)$$

Donde:

F_n = Flujos de caja

TIR = Tasa interna de retorno

n = Índice temporal

N = Número de periodos considerados

De igual manera el TIR puede ser calculado en Excel con la función TIR, se ingresan los mismo parámetros que para el VAN.

El valor del TIR es de: 49,5%

¹² Fuente: Definición de la SENPLADES – Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo del Estado – tasa referencial activa para proyectos sociales.

Como se pudo apreciar los valores el resultado del VAN es mayor a cero y del TIR es mayor a la tasa de descuento anual, por lo tanto el proyecto es rentable y puede mantenerse indefinidamente con los planes de sostenibilidad propuestos.

CAPITULO 5.

ASPECTOS LEGALES Y REGULATORIOS

El funcionamiento e implementación de los servicios de telecomunicaciones en nuestro país se encuentra regulado por organismos cuyas funciones son definidas, estos son:

- Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL): su función es administrar y regular las telecomunicaciones, incluyendo el espectro radioeléctrico.
- Secretaria Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL): encargada de la ejecución, implementación y regulación de las normas y leyes emitidas por el CONATEL.
- Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTTEL): cuya función es monitorear y controlar las telecomunicaciones.

A través de ellos las empresas que desean implementar una red de cualquier tipo debe, primero cumplir con los requerimientos que el Estado demanda para la utilización, en nuestro caso, del espectro radioeléctrico.

A continuación se detallan los reglamentos y requisitos que se debe seguir para implementar un sistema de Modulación Digital de Banda Ancha (MBDA) que se aplica al diseño de esta red ya que utiliza spread spectrum.

5.1 PLAN NACIONAL DE FRECUENCIAS

En el diseño ya se considera a la frecuencia a la que la red va a operar, esto es muy importante ya que dependiendo de si es una banda licenciada o no, los trámites son diferentes. Para este caso el diseño utiliza la banda de 2.4Ghz.

Según el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT la Nota 5.150 y el Plan Nacional de Frecuencias el Estado establece que las bandas 902 – 928 Mhz, 2400 – 2500 Mhz 5725 – 5875 Mhz son bandas ICM, es decir, están designadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas, además según el ítem EQA.90 se instaure que las bandas 902 – 928 Mhz, 2400 – 2483.5 Mhz, 5150 – 5350 Mhz y 5470 – 5725 Mhz también operan sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha sin protección contra interferencias perjudiciales.

Además la banda en la que va a operar la red es no licenciada, es decir, únicamente se deben registrar los enlaces.

5.2 NORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL

La norma fue creada para asegurar la administración de los sistemas que emplean técnicas de modulación digital de banda ancha en las frecuencias que determine el CONATEL. Se divide en varios capítulos los cuales serán resumidos a manera de texto.

El Secretario Nacional de Telecomunicaciones tiene la potestad de aprobar la operación de los sistemas MDBA, y su atribución es a título secundario lo que significa que si su enlace interfiere perjudicialmente con otro sistema de título primario, el sistema MDBA debe retirar los equipos hasta que la SUPTEL solucione el problema de interferencia.

Dentro de la norma también describe las características que tiene un sistema MDBA como son:

- Una distribución de la energía media de la señal transmitida, con una anchura de banda mucho más amplia que la convencional y menor nivel de potencia.
- Las técnicas de modulación utilizadas resisten a las interferencias.
- Permitir que la misma banda de frecuencia la utilicen varios usuarios simultáneamente.
- Permitan la coexistencia con sistemas de banda angosta.
- Operen en las siguientes bandas de frecuencia: 902 – 928 Mhz, 2400 – 2500 Mhz, 5150 – 5350 Mhz, 5470 – 5725 Mhz y 5725 – 5875 Mhz.

La configuración de los sistemas MDBA podrían ser: punto a punto, punto a multipunto y móviles, y para determinar las características técnicas de los equipos como la potencia de transmisión se encuentran en el Anexo 1 de la Norma en www.conatel.gov.ec, lo cual deben cumplir para ser homologados por la SUPTEL según el Reglamento para la Homologación de Equipos de Telecomunicaciones.

Para registrar el sistema se deben de seguir los requisitos que se explican en el siguiente ítem, luego una vez aprobada la solicitud y cancelados los valores correspondientes por concesión de frecuencias y tarifas del uso del espectro, el registro tiene una duración de cinco años y puede ser renovado treinta días antes de su vencimiento.

Cualquiera que sea el uso del sistema MDBA sea con fines de lucro o sin fines de lucro se deberá obtener el respectivo título habilitante. En caso de decidir hacer una modificación en el sistema, se debe solicitar dicho cambio a la SENATEL para tener la respectiva aprobación.

5.3 REQUISITOS LEGALES PARA LA UTILIZACIÓN DE LAS FRECUENCIAS

Los requisitos para registrar el uso de las frecuencias son:

5.3.1 Información legal

- Solicitud dirigida al Secretario Nacional de Telecomunicaciones donde debe constar el tipo de servicio al que aplica, nombre y dirección del solicitante, en caso de ser una compañía nombre de la misma y representante legal.
- Copia de la cédula de ciudadanía.
- Documentos que la SENATEL solicite.

5.3.2 Información Técnica

- Estudio técnico del sistema, presentado en los formularios solicitados por la CONATEL, suscrito por un ingeniero en electrónica y telecomunicaciones con licencia profesional registrada en el Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CEEE).
- Copia de la licencia profesional vigente del ingeniero que realizó el estudio.

5.3.3 Formularios

Los formularios que se detallan a continuación son requeridos para el trámite en la SENATEL.

- Formulario RC – 1B: Información legal (Sistemas MDBA).
- Formulario RC – 2A: Información de la infraestructura del sistema de radiocomunicaciones.

- Formulario RC – 3A: Información de antenas.
- Formulario RC – 4A: Información de equipamiento.
- Formulario RC – 9A: Para los Sistemas MDBA punto – punto.
- Formulario RC – 9B: Para los Sistemas MDBA punto – multipunto.
- Formulario RC – 9C: Para los Sistemas MDBA móviles.
- Formulario RC – 14A: Esquema del Sistema.
- Formulario RC – 15A: Emisiones del RNI (Radiación no Ionizante).

Todos estos formularios deben ser entregados con el resto de documentos solicitados por la SENATEL.

5.4 REGLAMENTO DE DERECHOS POR CONCESIÓN Y TARIFAS POR USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.

Fue creado para imponer una tarifa mensual a los sistemas MDBA y también para que el FODETEL en su calidad de institución ejecutora de los proyectos de tipo social pueda tener un tratamiento especial en cuanto a las tarifas. El Reglamento define diferentes tarifas dependiendo del tipo de enlace.

5.4.1 Enlace Punto – Punto

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

$$T(\text{US\$}) = K_a * \alpha_6 * \beta_6 * B * \text{NTE} \quad (4)$$

Donde:

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

Ka = Factor de ajuste por inflación.

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

β_6 = Coeficiente de corrección para los sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

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

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

Los valores de K_a y β_6 son iguales a 1, el valor de α_6^{13} es 0.5333 y el valor de B^{14} es igual a 12, NTE es igual a 2 ya que se tienen dos estaciones por el único enlace punto – punto, estos valores reemplazando en la ecuación (4):

$$T(\text{US\$}) = 1 * 0.5333 * 1 * 12 * 2$$

$$T(\text{US\$}) = 12.80\text{US\$}$$

5.4.2 Enlaces Punto – Multipunto

- Tarifa A

“**Artículo 11: Tarifa A.-** Para el cálculo del componente de la tarifa por uso de frecuencias de cada Estación de Base del Servicio Móvil (Multiacceso) o por cada Estación Central Fija del Servicio Fijo punto – multipunto (Multiacceso) se utilizará la siguiente ecuación:

$$T(\text{US\$}) = K_a * \alpha_4 * \beta_4 * A * D^2 \quad (5)$$

Donde:

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

¹³ El valor de α_6 se tomó de la tabla 1, anexo 5 del Reglamento de Tarifas.

¹⁴ El valor de B se tomó de la tabla 2, anexo 5 para sistemas MDBA del Reglamento de Tarifas.

K_a = Factor de ajuste por inflación.

β_4 = Coeficiente de valoración del espectro para el Servicio Fijo y Móvil (Multiacceso)(de acuerdo a tabla 1, anexo 4).

β_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 (De acuerdo a la tabla 1, anexo 4).”

Los valores de K_a y β_4 son igual a 1, del coeficiente β_4 y el radio de cobertura D^2 se encuentra en la Tabla 5.1 para los valores de frecuencias en la que operan los sistemas MDBA. El ancho de banda será el cálculo entre la frecuencia mínima y máxima de cada intervalo. A continuación se presentan los valores de cada variable y el valor final de la Tarifa A.

Tabla 5.1. Cálculos de la Tarifa A¹⁵

| K_a y β_4 | β_4 | Bandas de Frecuencia(MHz) | Ancho de Banda | D | D^2 | Valor Tarifa A (US\$) |
|-------------------|-----------|---------------------------|----------------|------|--------|-----------------------|
| 1 | 0,0036731 | 902-928 | 28 | 16,5 | 272,25 | 28 |
| 1 | 0,0020828 | 2400-2483,5 | 83,5 | 11,5 | 132,25 | 23 |
| 1 | 0,0015625 | 5150-5250 | 100 | 8 | 64 | 10 |
| 1 | 0,0015625 | 5250-5350 | 100 | 8 | 64 | 10 |
| 1 | 0,0015625 | 5470-5725 | 255 | 8 | 64 | 25,5 |
| 1 | 0,0015625 | 5725-5850 | 125 | 8 | 64 | 12,5 |

- Tarifa C

“**Artículo 13: Tarifa C.-** El cálculo de la tarifa mensual por Estaciones Radioeléctricas de Abonado Fijas y Móviles activadas en el Servicio Fijo y Móvil (Multiacceso), se realizará aplicando la ecuación:

¹⁵ Los valores de β_4 y D están resumidos en base a la Tabla 1 del Anexo 4 del Reglamento de Tarifas.

$$T(\text{US\$}) = K_a * \alpha_5 * F_d \quad (6)$$

Donde:

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

K_a = Factor de ajuste por inflación.

α_5 = Coeficiente de valoración del espectro por estaciones de abonado móviles y fijas para el Servicio Fijo y Móvil (multiacceso) (De acuerdo a la tabla 2, anexo 4).

F_d = Factor de capacidad (De acuerdo al Servicio Fijo y Móvil (multiacceso), refiérase a las tablas 3 hasta la 8, anexo 4)."

Al igual que en la tarifa A los valores de K_a y α_5 son igual a 1, por lo que la tarifa C está en función de F_d en la Tabla 5.2 se muestran los valores aplicables al proyecto.

Tabla 5.2. Valor de F_d para Sistemas de MDBA

| Número de estaciones | F_d (US\$) |
|----------------------|--------------|
| $3 < N \leq 10$ | 3 |
| $10 < N \leq 20$ | 7 |
| $20 < N \leq 30$ | 10 |
| $30 < N \leq 40$ | 15 |
| $40 < N \leq 50$ | 19 |
| $N > 50$ | 25 |

K_a es el Factor de Ajuste por Inflación que puede ser revisado por el CONATEL el primer mes de cada año y siempre deberá ser menor que el penúltimo, se establece en 1.

α y β son el Coeficiente de Valoración del Espectro y del Coeficiente de Corrección respectivamente, sus valores serán fijados por el CONATEL. Para α su valor es definido al inicio de la concesión y no puede ser cambiado hasta que la concesión termine y para β su valor variará al detectar un cambio en una zona geográfica que será aplicable en los enlaces de última milla. Su valor máximo es 1.

La tarifa total final será la suma de la Tarifa A + Tarifa C.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El diseño de la red de telecomunicaciones para las 60 unidades educativas de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas fue posible gracias a la colaboración de autoridades, alumnos y maestros con la visita de campo que fue vital para el esquema de la red, además de las condiciones geográficas favorables en su mayoría que presenta la provincia para el desarrollo de redes inalámbricas.

En la visita de campo, por entrevistas verbales con autoridades de las instituciones y encuestas a los estudiantes, se comprobó que la situación actual de las telecomunicaciones refleja la urgente necesidad de contar en la mayoría de los casos con laboratorios de computación y en todos con acceso a Internet. Además se pudo apreciar la predisposición del personal docente y estudiantil para aprovechar de la mejor manera los recursos que les sean asignados con este proyecto.

En el diseño, se escogió la tecnología *wifi* ya que ahora trabaja con largas distancias, en bandas no licenciadas y que los equipos utilizan la función *wireless distribución system* (WDS), que permite a todos los dispositivos de trabajar en un solo canal de transmisión evitando el solapamiento de frecuencias. Además la redundancia permitirá a la mayoría de unidades educativas, que más de una pueda acceder a más de una repetidora por la amplia cobertura de 50Km que cada una provee a la red.

Los costos del proyecto son referenciales, en base a información proporcionada por el FODETEL y proveedores, por lo que al implementar la red, los costos pueden variar ya que existirán egresos extras como pago a ingenieros y técnicos.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las variables VAN y TIR, se pudo apreciar que el proyecto es viable, y que incluso puede mantenerse indefinidamente si se aplican planes de sostenibilidad.

Recomendaciones

Se recomienda que, cuando se deba realizar una visita de campo, tener en cuenta los sectores a ser visitados, realizar un contacto previo con las autoridades del sector para organizar el orden de las visitas y ahorrar tiempo.

Se recomienda que para mantener la red indefinidamente se deben aplicar los planes de sostenibilidad propuestos o ejecutar otros nuevos, eso ya está a cargo del Gobierno Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas.

ANEXO 1.

LISTADO DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS BENEFICIARIAS

| No. | Nombre del Plantel | Parroquia | Dirección / Recinto |
|-----|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 1 | 13 de Abril. | Luz de América | Quev. 23 derecho |
| 2 | Abdón Calderón. | Sto. Domingo/El Placer | Colonia Velasco Ibarra |
| 3 | Alfonso Moscoso. | Valle Hermoso | Recinto Cristóbal Colón |
| 4 | Angelita Mora de Ruiz. | Bombolí | Vía Chone 4/5 Buenos Aires |
| 5 | Augusto Aguilera Cevallos | Abraham Calazacón | Coop. Carlos Ruiz Burneo |
| 6 | Barón de Carondelet | Alluriquín/Las Mercedes | Las Mercedes |
| 7 | Clemencia Rodríguez de Mora | Maracay | Coop 15 de Septiembre |
| 8 | Ciudad de Caracas | Sto. Domingo | Av. Río Toachi y Quito |
| 9 | Ciudad de la Habana | Río Verde | Quev 2 Izq. Cochalquines |
| 10 | Ciudad de Macará | Sto. Domingo/El Placer | Rto. El Placer |
| 11 | Ciudad de Santo Domingo | San Jacinto del Búa | Chone 9+22 |
| 12 | Demetrio Aguilera Malta | Sto. Domingo | Av. Quito 308 y Río Toachi |
| 13 | Dr. Alfredo Baquerizo Moreno | Alluriquín | Vía Quito km 23 Der. |
| 14 | Dr. Alfredo Pareja Diezcanseco | Río Verde | Coop. Alianza Carchense |
| 15 | Dr. Carlos Rufino Marín | Abraham Calazacón | Quev. 6.5 La Aurora |
| 16 | Eladio Roldós Barreira | Abraham Calazacón | Coop. El Proletariado |
| 17 | Ernesto Albán Mosquera | Río Verde | Coop. Aquepi |
| 18 | Eugenio Espejo | Puerto Limón | Puerto Limón |
| 19 | Francisco Javier Salazar | Sto. Domingo/Las Delicias | Chone 27.5 Las Delicias |
| 20 | Francisco Menghini | Sto. Domingo | Coop. Rumiñahui |
| 21 | Francisco de Orellana | Sto. Domingo/Julio Moreno | San Gabriel del Baba |
| 22 | Gonzalo Pizarro | Abraham Calazacón | Coop. Las Playas |
| 23 | Hualcopo Duchicela | Bombolí | Av. Abraham Calazacón |
| 24 | Jaime Ruperto Yerovi N. | Abraham Calazacón | Plan de Vivienda Municipal |
| 25 | Jesús del Gran Poder | Santa Ma. Toachi | Quev. 45+26 Sta. Maria del T |
| 26 | Jhon F. Kennedy | El Esfuerzo | Quev. 19+4 Izq |
| 27 | Jorge Washington | Sto. Domingo/Nuevo Israel | Chone 21 Der Nuevo Israel |
| 28 | Juan Sixto Bernal | Río Toachi | Urbanización El Paraíso |
| 29 | Libre Ecuador | Bombolí | Coop. Libre Ecuador |
| 30 | Manuel Augusto Aguirre | Río Verde | Coop. Santa Martha sec. 3 |
| 31 | Manuel Samaniego | Bombolí | Coop. Las Acacias |

| No. | Nombre del Plantel | Parroquia | Dirección / Recinto |
|------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| 32 | Manuela Cañizares | Chigüilpe | Ciudadela T. Unificados |
| 33 | Pablo Enrique Albornoz | Río Verde | Coop. Asistencia Municipal 2 |
| 34 | Pichincha | San Jacinto | San Pedro del Laurel |
| 35 | Reino de Inglaterra | Río Verde | Coop. 20 de Octubre |
| 36 | República de Canadá | Sto. Domingo/Nuevo Israel | Chone 26+5 – San Juan |
| 37 | Río Amazonas | Río Verde | Julio Moreno 10 |
| 38 | Río Guayas | Sto. Domingo/Las Mercedes | La Alianza |
| 39 | Río Pastaza | Puerto Limón | San Vicente de Nila |
| 40 | San Miguel del Guabal | San Jacinto | San Miguel de Guabal |
| 41 | Vasco Nuñez de Balboa | Sto. Domingo/Nuevo Israel | Chone 26+10 Izq. – Sta. Cecilia |
| 42 | Vicente Rocafuerte | Valle Hermoso | Valle Hermoso |
| 43 | Washington Pazmiño | San Jacinto | San Vicente del Búa |
| 44 | 2 de Mayo | Bombolí | Coop. Dos de Mayo |
| 45 | 30 de Julio | Sto. Domingo | Av. Pastaza y Ejerc. Ecuat. |
| 46 | 9 de Octubre | Zaracay | Av. Quito 406 |
| 47 | Alessandro Volta | Río Verde | Coop. Santa Martha |
| 48 | Alluriquín | Alluriquín | Alluriquín |
| 49 | Calazacón | Abraham Calazacón | Coop. La Aurora |
| 50 | Distrito Metropolitano | Bombolí | Coop. Ciudad Nueva |
| 51 | El Esfuerzo | El Esfuerzo | Vía Quev. 19+6 |
| 52 | Puerto Limón | Puerto Limón | Vía Quev. 7+23 |
| 53 | Santo Domingo | Abraham Calazacón | Coop. 17 de Diciembre |
| 54 | Francisco José de Caldas | Bombolí | Coop. Casiv de Malaria |
| 55 | Jaime Roldós Aguilera | Chigüilpe | Coop. Unificados |
| 56 | Las Delicias | San Jacinto del Búa | Vía Chone 27+5 |
| 57 | Luz de América | Luz de América | Vía Quev. Km 23 |
| 58 | Mariscal Sucre | Bombolí | Juan Eulogio Pazmiño |
| 59 | Julio Moreno Espinoza | Zaracay | Av. Quito |
| 60 | Valle Hermoso | Valle Hermoso | Valle Hermoso |

ANEXO 2.

FOTOGRAFÍAS DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS BENEFICIARIAS

CENTRO EDUCATIVO: LAS DELICIAS
CANTÓN : SAN JACINTO DEL BÚA
PARROQUIA: SAN JACINTO
LOCALIDAD: VÍA CHONE 27+5



CENTRO EDUCATIVO: PICHINCHA
CANTÓN : SAN JACINTO DEL BÚA
PARROQUIA: SAN JACINTO
LOCALIDAD: SAN PEDRO DEL LAUREL



CENTRO EDUCATIVO: CD. DE SANTO DOMINGO
CANTÓN : SAN JACINTO DEL BÚA
PARROQUIA: SAN JACINTO
LOCALIDAD: CHONE 9+22



CENTRO EDUCATIVO: REINO DE INGLATERRA
CANTÓN : SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS
PARROQUIA: RÍO VERDE
LOCALIDAD: COOP. 20 DE OCTUBRE



CENTRO EDUCATIVO: WASHINGTON PAZMIÑO
CANTÓN : SAN JACINTO DEL BÚA
PARROQUIA: SAN JACINTO
LOCALIDAD: SAN VICENTE DEL BÚA



CENTRO EDUCATIVO: JORGE WASHINGTON
CANTÓN : NUEVO ISRAEL
PARROQUIA: NUEVO ISRAEL
LOCALIDAD: CHONE 21 DER NUEVO ISRAEL



| | |
|---|---|
| <p>CENTRO EDUCATIVO: 30 DE JULIO CANTÓN : SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS PARROQUIA: SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS LOCALIDAD: AV. PASTAZA Y EJÉRCITO ECUATORIANO</p> | <p>CENTRO EDUCATIVO: GRAL. FRANCISCO J. SALAZAR CANTÓN : SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS PARROQUIA: LAS DELICIAS LOCALIDAD: CHONE 27.5 LAS DELICIAS</p> |
|---|---|



| | |
|---|---|
| <p>CENTRO EDUCATIVO: 2 DE MAYO CANTÓN : SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS PARROQUIA: BOMBOLÍ LOCALIDAD: COOP. DOS DE MAYO</p> | <p>CENTRO EDUCATIVO: SANTO DOMINGO CANTÓN : SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS PARROQUIA: ABRAHAN CALAZACON LOCALIDAD: COOP. 17 DE DICIEMBRE</p> |
|---|---|



| | |
|---|--|
| <p>CENTRO EDUCATIVO: JAIME RUPERTO YERIVI CANTÓN : SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS PARROQUIA: ABRAHAN CALAZACON LOCALIDAD: PLAN DE VIVIENDA MUNICIPAL</p> | <p>CENTRO EDUCATIVO: ANGELITA MORA DE RUIZ CANTÓN : SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS PARROQUIA: BOMBOLÍ LOCALIDAD: VÍA CHONE 4/5 BUENOS AIRES</p> |
|---|--|



ANEXO 3.

FOTOGRAFÍAS DE LOS LABORATORIOS DE COMPUTACIÓN DE ALGUNAS UNIDADES EDUCATIVAS

| | |
|--|---|
| <p>CENTRO EDUCATIVO: PICHINCHA CANTÓN : SAN JACINTO DEL BÚA PARROQUIA: SAN JACINTO LOCALIDAD: SAN PEDRO DEL LAUREL</p> | <p>CENTRO EDUCATIVO: CD. DE SANTO DOMINGO CANTÓN : SAN JACINTO DEL BÚA PARROQUIA: SAN JACINTO LOCALIDAD: CHONE 9+22</p> |
|  |  |
| <p>CENTRO EDUCATIVO: JORGE WASHINGTON CANTÓN : NUEVO ISRAEL PARROQUIA: NUEVO ISRAEL LOCALIDAD: CHONE 21 DER NUEVO ISRAEL</p> | <p>CENTRO EDUCATIVO: LAS DELICIAS CANTÓN : SAN JACINTO DEL BÚA PARROQUIA: SAN JACINTO LOCALIDAD: VÍA CHONE 27+5</p> |
|  |  |
| <p>CENTRO EDUCATIVO: LIBRE ECUADOR CANTÓN : STO. DOMINGO DE LOS COLORADOS PARROQUIA: BOMBOLÍ LOCALIDAD: COOP. LIBRE ECUADOR</p> | <p>CENTRO EDUCATIVO: MANUEL AGUSTÍN AGUIRRE CANTÓN : STO. DOMINGO DE LOS COLORADOS PARROQUIA: RÍO VERDE LOCALIDAD: COOP. SANTA MARTHA SEC. 3</p> |
|  |  |

ANEXO 4.

MODELO DE LA ENCUESTA REALIZADA

ENCUESTA

Institución

Alumno Maestro

Dirección

1. ¿Sabe usar una computadora? Si No
2. ¿Tiene una computadora en su casa? Si No
3. ¿Cuántas horas al día utiliza la computadora? Hasta 2 hasta 4 más de 6
4. ¿Considera el uso del Internet como una necesidad básica e indispensable para el desarrollo de las comunidades? Si No
5. ¿En dónde tiene acceso al Internet? Casa Escuela Trabajo Café net Otro _____
6. ¿Cuánto paga por el servicio de Internet cada mes? Hasta \$20 hasta \$30 Mas de \$30
7. ¿Cuántas horas al día utiliza el Internet? Hasta 1 hasta 3 más de 4
8. ¿Qué aplicaciones utiliza en el Internet? Chat E-mail Consultas Juegos en red
Descargas de música o video Llamadas Biblioteca Virtual Videoconferencia
9. ¿Qué aplicaciones le gustaría utilizar? Chat E-mail Consultas Juegos en red
Descargas de música o video Llamadas Biblioteca Virtual Videoconferencia

ANEXO 5.

ROUTER INALÁMBRICO 3COM OFFICE CONNECT



Especificaciones de producto

- **Número de usuarios soportados:** hasta 253 (128 wireless) usuarios simultáneos
- **Total de puertos:** LAN ports: 4 autosensing 10 BASE-T/100BASE-TX
- WAN port: 1 autosensing 10BASE-T/100BASE-TX
- **Estándares:** Wi-Fi, WPA, IEEE 802.11b, 802.11g
- **Rango de transmisión de datos Wireless:** 802.11g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, & 6 Mbps
- **Banda de frecuencia Wireless:** 2.4 - 2.4835 GHz
- **Rangos de alcance de operación Wireless:** máximo interno: 100 metros; máximo externo: 457 metros.
- **Canales de operación Wireless:** 5-7 (Israel), 10-13 (France, Jordan), 1-11 (U.S., Argentina, Brazil, Canada, Columbia, Mexico, Taiwan), 1-13 (elsewhere worldwide).
- **Protocolos:** dinámicos y estáticos IP addressing IPCP, IP Routing (RIP 1 and 2), NAT/PAT (with TCP, UDP), PAP, PPCP, PPTP/PPPoE, SNTP.
- **Seguridad:** URL or keyword filtering, allow/deny access control lists, disable broadcast SSID, MAC address filtering, 256-bit WPA encryption, 40/64-bit and 128-bit WEP shared-key encryption
- **Configuración y administración:** por interface del explorador de internet, device discovery, programa de ayuda para configuración básica y configuraciones por omisión.
- **Indicadores LED:** energía; estado conexión puerto LAN, velocidad, y actividad; estado conexión puerto WLAN, actividad; alerta/diagnóstico
- **Energía:** usa adaptador de energía suministrado: voltage de entrada: 10-30V; frecuencia de operación: 47-63Hz; máximo poder de consumo: 6.5W; máxima salida de transmisión: 17dBm
- **Condiciones de operación:** temperatura indicada: 0°C to 40°C, temperatura no indicada: -40°C to 70°C, humedad: 0 a 90% no condensante.
- **Dimensiones:** Alto: 2.54 cm (1 in), Ancho: 2.2 cm (8.7 in), Profundidad: 13.5 cm (5.3 in).
- **Peso:** 0.592kg (1.3lbs)

Requisitos del sistema

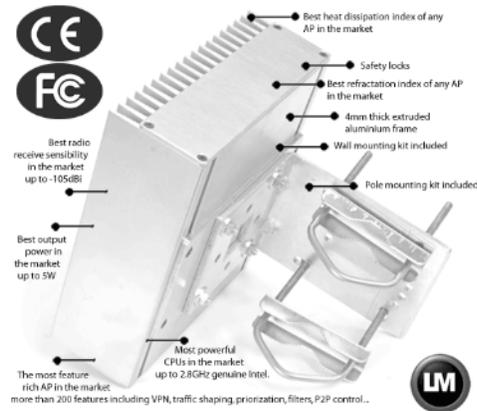
- Cable or DSL modem con interface Ethernet (no incluido).
- Laptops o PC's habilitadas con las siguientes características 802.11g, 802.11b, o Ethernet (usando 3Com u otras Wi-Fi PC Cards certificadas)
- CD requiere Windows XP/Me/2000/98/95/NT 4.0

ANEXO 6.

LOBOMETRICS

Lobometrics es una marca que estuvo focalizada hasta el 2005 exclusivamente en el sector industrial, realizando sistemas de comunicación inalámbrica a medida para entornos diversos, desde sistemas de transferencia de datos en prospección marina pasando por sistemas de control en líneas de producción en industria manufacturera.

Los sistemas inalámbricos Lobometrics sirven para establecer redes inalámbricas profesionales del tipo WiFi a grandes distancias o en grandes superficies tanto de interiores como de exteriores.



En lo que respecta a prestaciones, disponen de "channel-bonding" que les permite establecer comunicaciones de doble o cuádruple canal entre APs multiplicando las prestaciones. Las comunicaciones de múltiple canal son entrelazadas por el propio Lobo y son vistas por la red como una sola conexión de alta velocidad, el "channel-bonding" permite obtener velocidades de transmisión real y efectiva que van desde los 35Mbps hasta 400Mbps dependiendo del modelo. Para sacar el máximo rendimiento del bonding de canales los sistemas Lobometrics van equipados con las CPU más potentes del mercado, que según el modelo van desde procesadores RISC hasta potentes Pentium IV integrados en hardware industrial diseñado para soportar las más duras condiciones de exteriores.

Otra de sus ventajas únicas es que dispone de la gama de frecuencias de trabajo más amplia del mercado, incluidas 2.3GHz, 2.4GHz, 5.0GHz, 5.1GHz, 5.2GHz, 5.3GHz, 5.4GHz, 5.5GHz, 5.6GHz, 5.7GHz, 5.8GHz, 5.9GHz y 6.0GHz., sin duda la mejor garantía contra las interferencias, incluso, en los modelos multiradio, se puede emitir simultáneamente en los tres estándares de red inalámbrica (802.11a, 802.11b y 802.11g) en las bandas de 2.4 y 5.X GHz. No solo eso, para entornos con una alta densidad de redes e interferencias, los sistemas Lobometrics pueden trabajar en canales con ancho de banda no estándar, desde canales estrechos de 5Mhz, 10MHz, 20MHz (el estándar) aumentando considerablemente la estabilidad en entornos radioeléctricos difíciles hasta canales anchos de 25Mhz, 30MHz, 40MHz, 45MHz, 50Mhz, 60Mhz, 80MHz, 160Mhz.

En que que hace referencia a posibilidades técnicas de control y seguridad, toda la gama Lobo dispone de encriptación por hardware (mínima penalización en prestaciones) WEP 64, WEP 128, WPA, WPA2 e incluso pueden establecer uniones inalámbricas punto-a-punto y punto-a-multipunto con tecnología VPN IPsec, el estándar corporativo para conexiones seguras a través de túneles encriptados. Un importante valor añadido de seguridad es la posibilidad de configurarlos para emitir en frecuencias no estándar dentro de la gama de frecuencias libres (no requiere licencias), la utilización de estas frecuencias convierten a las redes basadas en Lobometrics en indetectables por dispositivos cliente y APs estándar.

Toda la gama Lobo dispone además de filtros, a fin de poder limitar el tipo de tráfico que se desea pase por la red o eliminar o reducir tráfico P2P, disponen de cortafuegos, que se puede utilizar para reforzar aun más la seguridad y para evitar la propagación de virus. Por último destacar que los sistemas Lobometrics son redundantes y se pueden programar para que automáticamente tomen medidas en caso de la pérdida de una conexión.

Para que una red inalámbrica sea efectiva debe tener, además de prestaciones, una buena cobertura que evite el tener que instalar un gran número de dispositivos y asegure una calidad de servicio adecuada a los usuarios estén donde estén. Para que una comunicación inalámbrica sea efectiva entran en juego tres factores, la sensibilidad de recepción (la capacidad de oír e interpretar señales débiles), la potencia de emisión (capacidad de emitir las señales con potencia a larga distancia) y la velocidad de procesador para controlar los errores y re-enviar los paquetes que el cliente no haya recibido correctamente. Los sistemas Lobometrics se destacan en las tres áreas, con una sensibilidad de recepción de hasta -105dBi, una potencia de emisión de hasta 1W y unos procesadores de hasta 2.8GHz.

Los sistemas Lobometrics ofrecen el mayor set de funcionalidades profesionales de red del mercado, desde filtros, control de ancho de banda multi-nivel y en cascada, control de accesos (por día, hora, IPs, MACs, puertos, protocolos), sistemas de validación (hotspot, radius), multi-rutas estáticas, APs virtuales, clusters de APs, STP, OSPF y más de 200 funcionalidades más, todas accesibles desde un interfaz gráfico. Los sistemas Lobometrics también disponen de diversas utilidades adicionales gratuitas tales como la monitorización (con alarmas) de clientes desde cualquier PC con Windows pasando por wizards. Otras de las funcionalidades de seguridad interesante es la capacidad de hacer copias de seguridad internas y un sistema anti-sabotaje que devuelve el control del sistema en caso de ser manipulado y deje de ser accesible.

Los sistemas Lobometrics disponen de un lenguaje de programación propio e interno, y todas las variables del sistema (número de usuarios, calidad del enlace, ancho de banda ocupado y disponible, rutas, disponibilidad de otros dispositivos IP) son variables dinámicas del sistema. De este modo se puede programar los sistemas Lobometrics para que sean dispositivos inteligentes que ejecuten acciones predefinidas cuando se produzcan determinadas situaciones.

Los sistemas Lobometrics disponen de un sistema opcionalmente activable de auto-ajuste dinámico de potencia a fin de asegurar el completo cumplimiento de la normativa legal referente a emisiones radioeléctricas. El proceso es muy sencillo, en el momento de configuración o posteriormente se dispone de la posibilidad de activar el sistema de regulación seleccionando el país donde se está instalando el sistema y la ganancia de la antena. Estos parámetros acompañados de su auto-calibración continua le permitirán contar con la seguridad de saber que está emitiendo a la máxima potencia en cada momento sin sobrepasar los límites legales. Los sistemas Lobometrics disponen además de un sistema manual de regulación de potencia de emisión.

Los puntos de acceso Lobometrics disponen de un servicio que permite que tan solo abriendo un único puerto en nuestro router de salida a Internet podamos acceder a todos los dispositivos de la red. El Lobo al que accedemos hace de puente al resto de la instalación. No solo eso, incluso en los casos en que los diversos puntos de acceso se encuentren en rangos distintos, los dispositivos de red inalámbrica de Lobometrics permiten acceder a la configuración de los mismos por capa 2, es decir, a nivel MAC, sin importar la IP del dispositivo, es más, incluso cuando el dispositivo no tiene IP.

Los sistemas Lobometrics son 100% compatible e íter-operables con cualquier otro dispositivo certificado WiFi ya que las funcionalidades adicionales de velocidad funcionan como capas de servicios adicionales que trabajan sobre el estándar. Tanto las velocidades como la coberturas son dependientes de los dispositivos instalados a ambos extremos, así que es posible que con mezclando sistemas Lobometrics con terceras marcas no se puedan obtener los niveles de cobertura y velocidad propios de los enlaces íntegramente Lobometrics. Respecto a la seguridad, si se combina sistemas Lobometrics con terceros es posible que no se puedan hacer uso de algunas funcionalidades de seguridad añadida tales como los canales no estándar, o los enlaces VPN por IPSec.

ANEXO 7.

EQUIPOS LOBOMETRICS ACCESS POINT LOBO 924TS

| OSB Series 924 : Common features | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|--------|---------|---------|--------------|------|-------|-------|--------|
| Extreme load system | | | | | IP67 Outdoor | | | | |
| AP | C | WB | WDS | WDS-S | WDS-C | HS | VAP | AR | FW |
| NAT | PAT | M | BC | TP | EoIP | IPT | DHCPS | DHCPR | DHCPC |
| CRR | ACL | WEP64 | WEP128 | WPA | WPA2 | VLAN | PPTPS | L2TPS | IPSecS |
| PPPoES | PPTPC | L2TPC | IPSecC | PPPoEC | P2PF | MCL | PF | PP | MPL |
| Burst | Fframes | CMPRSN | 802.11e | 802.11h | | | | | |

| Lobo 924TS : | | | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 130Mbps/190km multi-purpose wireless networking server with two high power transmitters | | | | | | | | | |
| 1-100mW | 1-400mW | 600-XmW | 1Radio | 2Radio | 3Radio | 4Radio | 6Radio | 2CB | 4CB |
| 8CB | HDuplex | FDuplex | 5km | 30km | 50km | 90km | 150km | 17Mbps | 30Mbps |
| 35Mbps | 50Mbps | 100Mbps | 150Mbps | 200Mbps | 300Mbps | 400Mbps | LR | 900MHz | 2.0GHz |
| 2.1GHz | 2.2GHz | 2.3GHz | 2.4GHz | 2.5GHz | 2.6GHz | 2.7GHz | 2.8GHz | 2.9GHz | 5.0GHz |
| 5.1GHz | 5.2GHz | 5.3GHz | 5.4GHz | 5.5GHz | 5.6GHz | 5.7GHz | 5.8GHz | 5.9GHz | 5MHzC |
| 10MHzC | 20MHzC | 40MHzC | 80MHzC | 160MHzC | NSF | DFS | 802.11a | 802.11b | 802.11g |

The Lobo 924TS is a multi-purpose wireless networking server with all the high end features that professional production deployments need. The Lobo 924TS is based on a double high output power radio (28dB) that combined with its extraordinary receive sensibility, that ranges from -105.0dBi to -74.0dBi, makes solid long distance high speed wireless links possible. High power and sensibility not only enables long distance links, it also enables noticeably higher throughput than standard systems in short distance links.

The bonding features of the Lobo 924TS give also an important added performance, the Lobo can bond four simultaneous wireless channels into a single transparent link which is in fact like having the speed of four links in a single device, giving an effective channel width for data of 80MHz instead of the industry standard of 20MHz

The Lobo 924TS is a full duplex system that enables even higher performance on long distance links where adding lows fade margin connections has an important impact. Full duplex also has also advantages on certain type of applications.

Its proprietary Linux based operating system and graphic and dual graphic/console interface enables network administrators to control each and every aspect of the network performance and quality of services, from connection priorities to bandwidth control.

With the Lobo 924TS users can deploy the safest networks available with its advanced encryption algorithms and its wide range of VPN tunneling protocols, including IPSec server and client. Naturally, standard and advanced 802 encryptions like WEP, WPA and WPA are also available. The Lobo 924TS also incorporates an unique extra security feature, it can establish wireless links at non standard frequencies, for example, a standard 802.11a system connects in frequencies 5200Hz, 5220Hz, instead it can connect at intermediate non-standard frequencies like 5205, 5210, 5215 using intermediate frequencies our network becomes invisible to standard wireless equipment.

The Lobo 924TS comes fitted in the new Lobometrics HD AlMgSi alloy enclosure, a watertight casing capable of an unequalled level of heat dissipation, that in combination with its industrial grade electronics ensures a fault free continuous full speed operation in any outdoor environment..The enclosure provides four industry standard N-Female connectors for plugging external antennas

The Lobo 924TS also includes some exclusive features like redundancy (if one main link fails it can be configured to automatically connect to a backup link), programmable static routes (having several default gateways and sending data to one or the other based on user defined rules), special WDS modes that avoid standard WDS transparent links speed loss due to retransmission, OSPF, STP, internal backups, automatic restores in case of sabotage so the network and the control of the device can be restored after unauthorized manipulation, system configuration replication for big deployments, automatic link optimization, hot spot services,...



- Dual radio 802.11b/g system
 - Radio #1 : from 2.412MHz to 2.482MHz
 - Radio #2 : from 2.412MHz to 2.482MHz
- Output power :
 - Max. Radio #1 : 28dB (650mW) at antenna connector
 - Max. Radio #2 : 28dB (650mW) at antenna connector
- Receive sensibility :
 - Max. : -105dBi at antenna connector on each radio
- CPU :
 - Single CPU
 - 1 x IBM RISC at 335 MHz with network coprocessor
- Casing :
 - High dissipation watertight outdoor AlMgSi Alloy
- Integrated antenna :
 - No
- Antenna connectors:
 - Four N-Female
- LAN Interface :
 - 1 x 10/100 Auto-MDI/X
 - 3 x 10/100 Auto-MDI/X (with multiport option)
- Data connectors :
 - Professional Outdoor IP67 8-Pin DB8 barrel
- Power :
 - Power over Ethernet (PoE) (Included)
 - 24VDC-110/220VAC Power adaptor (included)
 - Accepts power adaptors from 14VDC to 28VDC
 - Power consumption (Typical): 8,94W
 - Power consumption (Max.) : 12,58W
 - Max. Data/PoE cable length 100m

- Performance :
 - Wireless link throughput of 130Mbps
 - Speed tested in a 20km LOS link
- Directional coverage (between equals) :
 - Physical link : over 190km
 - At low speed : over 190km
 - At medium speed : over 190km
 - At high speed : over 190km
- 120° sector beam coverage (between equals) :
 - Physical link : over 180km
 - At low speed : over 130km
 - At medium speed : over 100km
 - At maximum speed : over 70km
- 360° omnidirectional coverage (between equals) :
 - Physical link : over 160km
 - At low speed : over 60km
 - At medium speed : over 50km
 - At maximum speed : over 30km

ANEXO 8.

ANTENA OMNIDIRECCIONAL DE 17DBI



Descripción

Antena Omnidireccional profesional 2.4 GHz de bajo costo excelente para cobertura general en pueblos y ciudades medianas. Alta Ganancia Omnidireccional para estaciones base WiFi Rayo Disparo y recepción 360°. Viable para Hotspot Público Wireless. Diseñada y Optimizada para los 2.4GHz ISM band. Aplicable en IEEE 802.11b, 802.11g y 802.11n wireless LANs, Bluetooth .

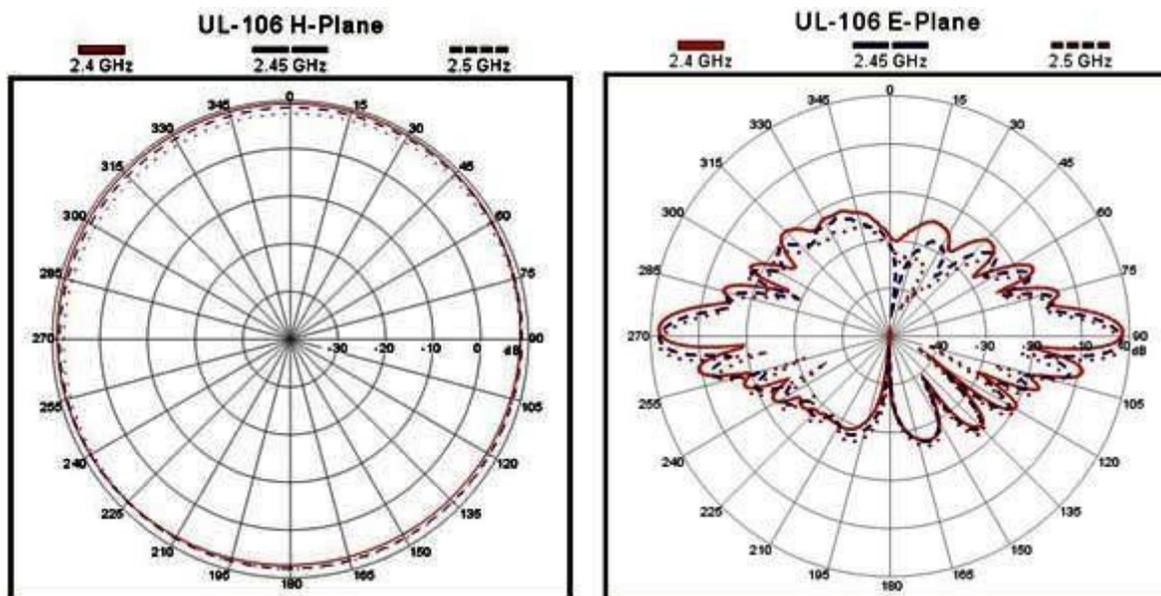
Características

- Elaboración con tecnología de punta.
- Precisión computarizada
- R.O.E. mínimo.
- Construcción robusta de alta densidad y resistente, para intemperie.
- Elementos de montaje aislados y resistentes al agua
- Conexión con terminal N

Especificaciones Técnicas

- Frecuencia de Trabajo: 2400 - 2500Mhz.
 - Ganancia: 17dbi
 - Polarización: Vertical
 - Angulo Vertical: 6 °
 - Angulo Horizontal: 360°
- Impedancia: 50 ohm
 - Potencia Maxima: 50Watt

Patrones de radiación



ANEXO 9.

EQUIPO LOBOMETRICS CPE MIURA OSB PLUS

| CPE Series Miura OSB : Common features | | | | | | | | | |
|--|---------|--------|---------|---------|--------------|------|-------|-------|--------|
| Low load system | | | | | IP67 Outdoor | | | | |
| AP | C | WB | WDS | WDS-S | WDS-C | HS | VAP | AR | FW |
| NAT | PAT | M | BC | TP | EoIP | IPT | DHCPS | DHCPR | DHCPC |
| CRR | ACL | WEP64 | WEP128 | WPA | WPA2 | VLAN | PPTPS | L2TPS | IPSecS |
| PPPoES | PPTPC | L2TPC | IPSecC | PPPoEC | P2PF | MCL | PF | PP | MPL |
| Burst | Fframes | CMPRSN | 802.11e | 802.11h | | | | | |

| Lobo Miura OSB Plus : | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 25Mbps/10km wireless network client (customer premise device) with one transmitter | | | | | | | | | |
| 1-100mW | 1-400mW | 600-XmW | 1Radio | 2Radio | 3Radio | 4Radio | 6Radio | 2CB | 4CB |
| 8CB | HDuplex | FDuplex | 5km | 30km | 50km | 90km | 150km | 17Mbps | 30Mbps |
| 35Mbps | 50Mbps | 100Mbps | 150Mbps | 200Mbps | 300Mbps | 400Mbps | LR | 900MHz | 2.0GHz |
| 2.1GHz | 2.2GHz | 2.3GHz | 2.4GHz | 2.5GHz | 2.6GHz | 2.7GHz | 2.8GHz | 2.9GHz | 5.0GHz |
| 5.1GHz | 5.2GHz | 5.3GHz | 5.4GHz | 5.5GHz | 5.6GHz | 5.7GHz | 5.8GHz | 5.9GHz | 5MHzC |
| 10MHzC | 20MHzC | 40MHzC | 80MHzC | 160MHzC | NSF | DFS | 802.11a | 802.11b | 802.11g |

The Lobo Miura OSB Plus is a wireless network client (customer premise device) with all the high end features that professional production deployments need. The Lobo Miura OSB Plus is based on a single standard output radio that combined with its extraordinary receive sensibility, that ranges from -105.0dBi to -71.0dBi, makes solid long distance high speed wireless links possible.

The bonding features of the Lobo Miura OSB Plus give also an important added performance, the Lobo can bond two simultaneous wireless channels into a single transparent link which is in fact like having the speed of two links in a single device, giving an effective channel width for data of 40MHz instead of the industry standard of 20MHz

Its proprietary Linux based operating system and graphic and dual graphic/console interface enables network administrators to control each and every aspect of the network performance and quality of services, from connection priorities to bandwidth control.

With the Lobo Miura OSB Plus users can deploy the safest networks available with its advanced encryption algorithms and its wide range of VPN tunneling protocols, including IPsec server and client. Naturally, standard and advanced 802 encryptions like WEP, WPA and WPA are also available. The Lobo Miura OSB Plus also incorporates an unique extra security feature, it can stablish wireless links at non standard frequencies, for example, a standard 802.11a system connects in frequencies 5200Hz, 5220Hz, instead it can connect at intermediate non-standard frequencies like 5205, 5210, 5215 using intermediate frequencies our network becomes invisible to standard wireless equipment.

The Lobo Miura OSB Plus comes in light and compact outdoor IP67 (water and dust resistant) synthetic casing that integrates a directional 17dBi antenna operating in the 2.4GHz band.

The Lobo Miura OSB Plus also includes some exclusive features like redundancy (if one main link fails it can be configured to automatically connect to a backup link), programable static routes (having several default gateways and sending data to one or the other based on user defined rules), special WDS modes that avoid standard WDS transparent links speed loss due to retransmission,

OSPF, STP, internal backups, automatic restores in case of sabotage so the network and the control of the device can be restored after unauthorised manipulation, system configuration replication for big deployments, automatic link optimization, hot spot services,...



- Single radio 802.11a/b/g system
 - Radio #1 : from 2.412MHz to 2.482MHz
 - Radio #2 : from 4.920MHz to 6.100MHz
- Output power :
 - Max. Radio #1 : 18dB (63mW) at antenna connector
- Receive sensibility :
 - Max. : -105dBi at antenna connector on each radio
- CPU :
 - Single CPU
 - 1 x MIPS RISC4000 at 175 MHz
- Casing :
 - Light synthetic outdoor IP67
- Integrated antenna :
 - Yes (17dBi)
- Antenna connectors:
 - Cero N-Female
- LAN Interface :
 - 1 x 10/100 Auto-MDI/X
- Data connectors :
 - Outdoor IP67 RJ45
- Power :
 - Power over Ethernet (PoE) (Included)
 - 18VDC-110/220VAC Power adaptor (included)
 - Accepts power adaptors from 18VDC to 28VDC
 - Power consumption (Typical): 3,825W
 - Power consumption (Max.) : 5,419W
 - Max. Data/PoE cable length 100m
- Performance :
 - Wireless link throughput of 25Mbps
 - Speed tested in a 5km LOS link
- Directional coverage (integrated antenna) (between equals) :
 - Physical link : over 50km
 - At low speed : over 10km
 - At medium speed : over 10km
 - At high speed : over 5km
- 120° sector beam coverage (between equals) :
 - Physical link : n/a

At low speed : n/a
At medium speed : n/a
At maximum speed : n/a

- 360° omnidirectional coverage (between equals) :
Physical link : n/a
At low speed : n/a
At medium speed : n/a
At maximum speed : n/a

ANEXO 10.

EQUIPO LOBOMETRICS CPE MIURA OSB FIVE

| CPE Series Miura OSB : Common features | | | | | | | | | |
|--|---------|--------|---------|---------|--------------|------|-------|-------|--------|
| Low load system | | | | | IP67 Outdoor | | | | |
| AP | C | WB | WDS | WDS-S | WDS-C | HS | VAP | AR | FW |
| NAT | PAT | M | BC | TP | EoIP | IPT | DHCPS | DHCPR | DHCPC |
| CRR | ACL | WEP64 | WEP128 | WPA | WPA2 | VLAN | PPTPS | L2TPS | IPSecS |
| PPPoES | PPTPC | L2TPC | IPSecC | PPPoEC | P2PF | MCL | PF | PP | MPL |
| Burst | Fframes | CMPRSN | 802.11e | 802.11h | | | | | |

| Lobo Miura OSB Five : | | | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 25Mbps/50km wireless network client (customer premise device) with one high power transmitter | | | | | | | | | |
| 1-100Mw | 1-400mW | 600-XmW | 1Radio | 2Radio | 3Radio | 4Radio | 6Radio | 2CB | 4CB |
| 8CB | HDuplex | FDuplex | 5km | 30km | 50km | 90km | 150km | 17Mbps | 30Mbps |
| 35Mbps | 50Mbps | 100Mbps | 150Mbps | 200Mbps | 300Mbps | 400Mbps | LR | 900MHz | 2.0GHz |
| 2.1GHz | 2.2GHz | 2.3GHz | 2.4GHz | 2.5GHz | 2.6GHz | 2.7GHz | 2.8GHz | 2.9GHz | 5.0GHz |
| 5.1GHz | 5.2GHz | 5.3GHz | 5.4GHz | 5.5GHz | 5.6GHz | 5.7GHz | 5.8GHz | 5.9GHz | 5MHzC |
| 10MHzC | 20MHzC | 40MHzC | 80MHzC | 160MHzC | NSF | DFS | 802.11a | 802.11b | 802.11g |

The Lobo Miura OSB Five is a wireless network client (customer premise device) with all the high end features that professional production deployments need. The Lobo Miura OSB Five is based on a single high output power radio (26dB) that combined with its extraordinary receive sensibility, that ranges from -105.0dBi to -74.0dBi, makes solid long distance high speed wireless links possible. High power and sensibility not only enables long distance links, it also enables noticeably higher throughput than standard systems in short distance links.

The bonding features of the Lobo Miura OSB Five give also an important added performance, the Lobo can bond two simultaneous wireless channels into a single transparent link which is in fact like having the speed of two links in a single device, giving an effective channel width for data of 40MHz instead of the industry standard of 20MHz

Its proprietary Linux based operating system and graphic and dual graphic/console interface enables network administrators to control each and every aspect of the network performance and quality of services, from connection priorities to bandwidth control.

With the Lobo Miura OSB Five users can deploy the safest networks available with its advanced encryption algorithms and its wide range of VPN tunneling protocols, including IPSec server and client. Naturally, standard and advanced 802 encrptions like WEP, WPA and WPA are also available. The Lobo Miura OSB Five also incorporates an unique extra security feature, it can stablish wireless links at non standard frequencies, for example, a standard 802.11a system connects in frequencies 5200Hz, 5220Hz, instead it can connect at intermediate non-standard frequencies like 5205, 5210, 5215 using intermediate frequencies our network becomes invisible to starndard wireless equipment.

The Lobo Miura OSB Five comes in a light and compact outdoor IP67 (water and dust resistant) synthetic casing that integrates a directional 20dBi antenna operating in the 5.XGHz band.

The Lobo Miura OSB Five also includes some exclusive features like redundancy (if one main link fails it can be configured to automatically connect to a backup link), programable static routes (having several default gateways and sending data to one or the other based on user defined rules),

special WDS modes that avoid standard WDS transparent links speed loss due to retransmission, OSPF, STP, internal backups, automatic restores in case of sabotage so the network and the control of the device can be restored after unauthorised manipulation, system configuration replication for big deployments, automatic link optimization, hot spot services,...



- Single radio 802.11b/g system
 - Radio #1 : from 2.412MHz to 2.482MHz
- Output power :
 - Max. Radio #1 : 26dB (400mW) at antenna connector
- Receive sensibility :
 - Max. : -105dBi at antenna connector on each radio
- CPU :
 - Single CPU
 - 1 x MIPS RISC4000 at 175 MHz
- Casing :
 - Light synthetic outdoor IP67
- Integrated antenna :
 - Yes (20dBi)
- Antenna connectors:
 - Cero N-Female
- LAN Interface :
 - 1 x 10/100 Auto-MDI/X
- Data connectors :
 - Outdoor IP67 RJ45
- Power :
 - Power over Ethernet (PoE) (Included)
 - 18VDC-110/220VAC Power adaptor (included)
 - Accepts power adaptors from 18VDC to 28VDC
 - Power consumption (Typical): 4,98W
 - Power consumption (Max.) : 8,29W
 - Max. Data/PoE cable length 100m
- Performance :
 - Wireless link throughput of 25Mbps
 - Speed tested in a 5km LOS link
- Directional coverage (integrated antenna) (between equals) :
 - Physical link : over 170km
 - At low speed : over 100km
 - At medium speed : over 50km
 - At high speed : over 50km
- 120° sector beam coverage (between equals) :
 - Physical link : n/a

At low speed : n/a
At medium speed : n/a
At maximum speed : n/a

- 360° omnidirectional coverage (between equals) :
Physical link : n/a
At low speed : n/a
At medium speed : n/a
At maximum speed : n/a

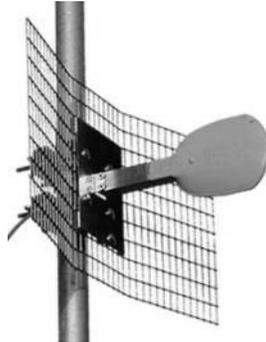
ANEXO 11.

ANTENA DIRECCIONAL PARABÓLICA DE 15 DBI

STELLA DORADUS IRELAND LTD.

2.4GHz Parabolic antenna

Part No.: 24 SD15



The 24 SD15 is a high gain point to point antenna designed for use in high density RF environments. The excellent radiation characteristics are the distinguishing features of these well priced antennas. This family of grid antennas is designed for high wind harsh environments.

Electrical Specification

| | |
|---------------------|----------------------------|
| Gain | 15dBi |
| Bandwidth | 2.4-2.485 Ghz |
| 3dB beam Pattern | 30° x 20° |
| VSWR | 1.8: 1 |
| Front to Back Ratio | 29dB |
| Cross Polar Ratio | 24dB |
| Polarization | Vertical / Horizontal |
| Power Rating | 50W |
| Impedance | 50 ohms |
| Termination | N-Male or N-female pigtail |

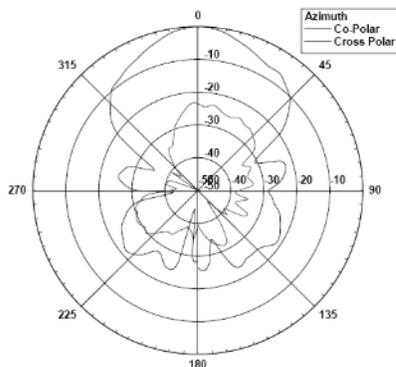
Mechanical Specifications

| | |
|------------------------|--------------|
| Length | 45 cm |
| Width | 25 cm |
| Weight (incl brackets) | 1.2kg |
| Windage(at 216kmph) | 114 N |
| Mechanical Tilt | 0-25 degrees |
| Mounting Pipe | 5 cm pipe |

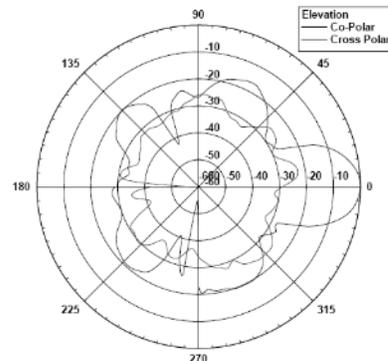
Materials

| | |
|-------------------|---------------------------|
| Radiating Element | Copper Dipole |
| Radome (feed) | UV stabilized Polystyrene |

SD15 Azimuth Pattern



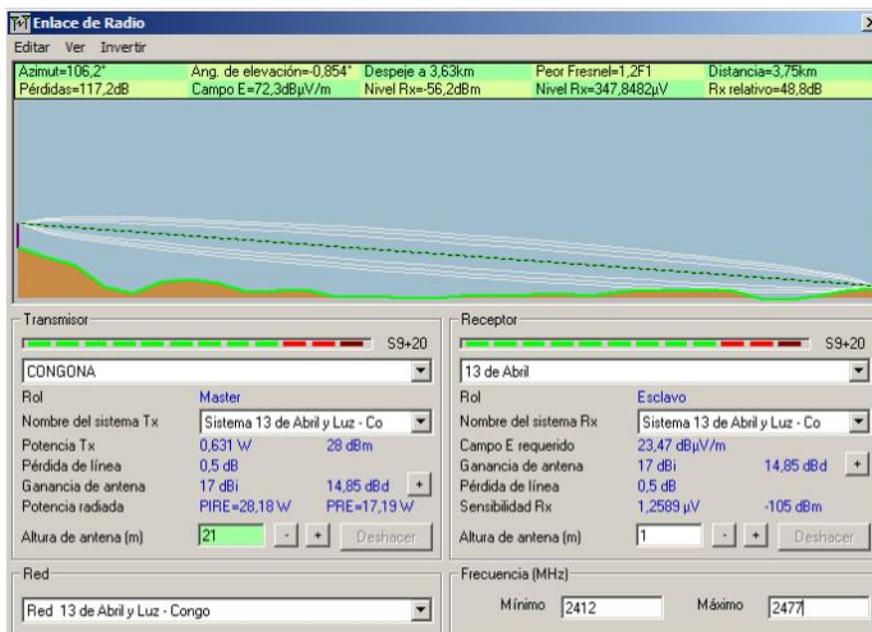
D15 Elevation Pattern



ANEXO 12.

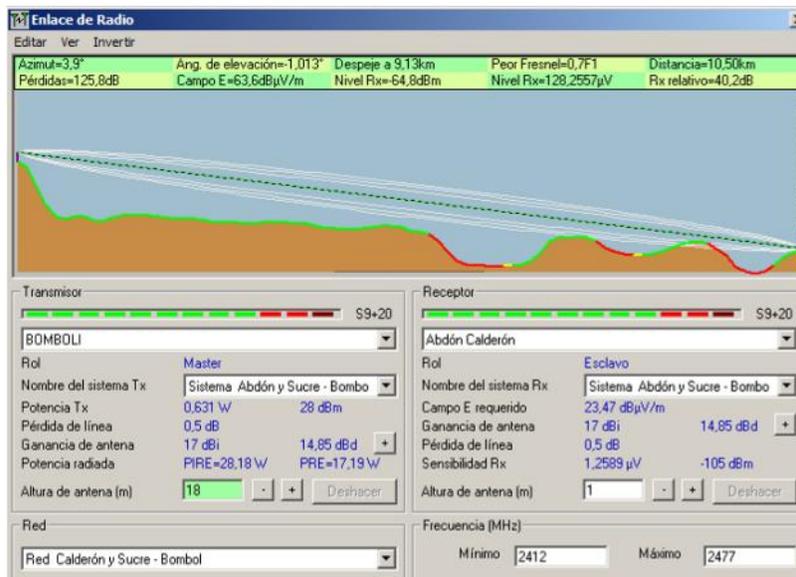
PERFILES DE LOS ENLACES

Enlace Congona – 13 de Abril



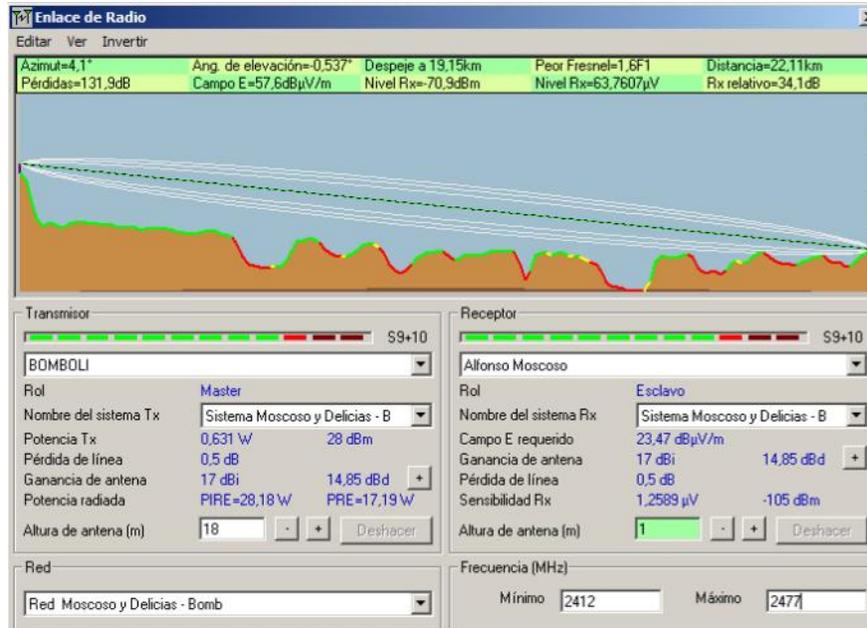
Enlace Congona – 13 de Abril

Enlace Bombolí – Abdón Calderón



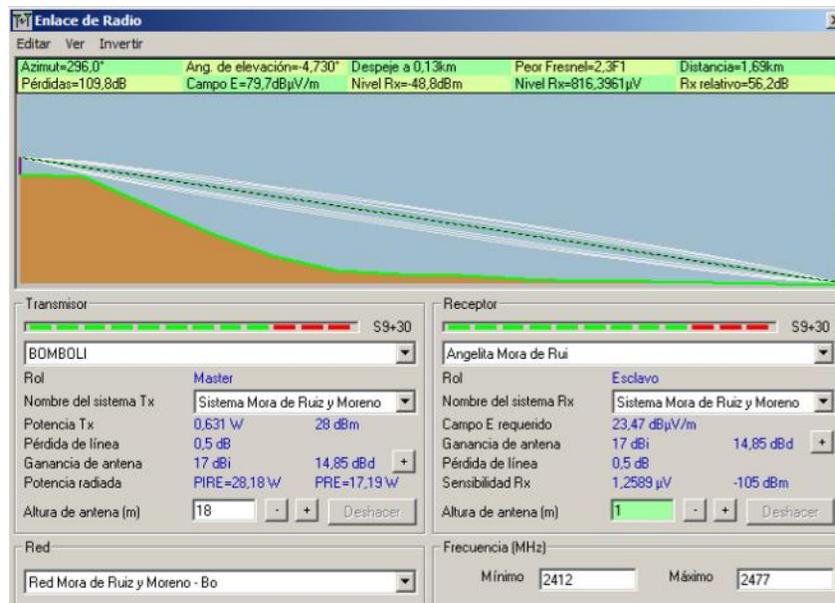
Enlace Bombolí – Abdón Calderón

Enlace Bombolí – Alfonso Moscoso



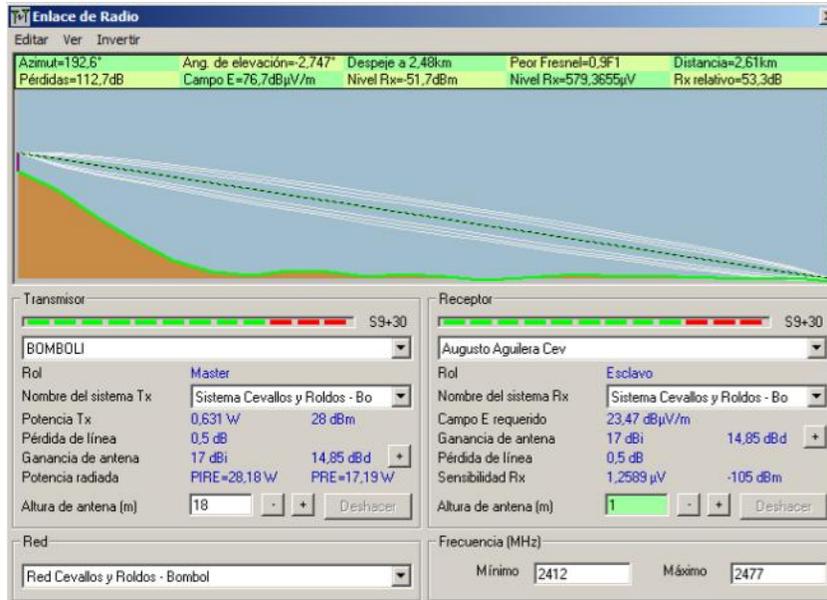
Enlace Bombolí – Alfonso Moscoso

Enlace Bombolí – Angelita Mora de Ruiz



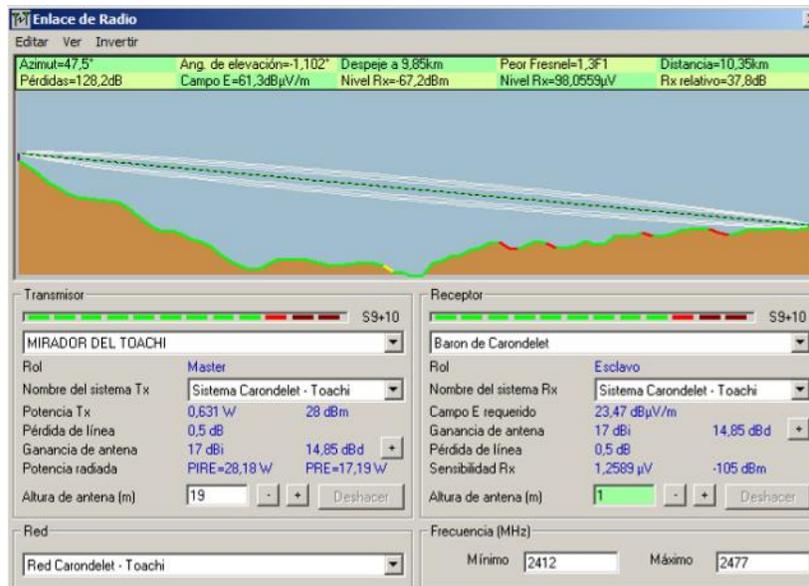
Enlace Bombolí – Angelita Mora de Ruiz

Enlace Bombolí – Augusto Aguilera Cevallos



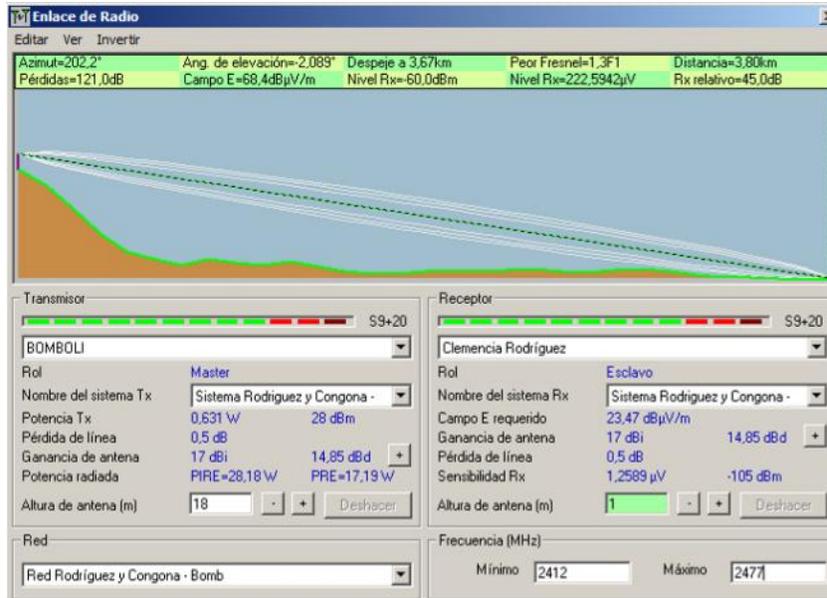
Enlace Bombolí – Augusto Aguilera Cevallos

Enlace Mirador del Toachi – Barón de Carondelet



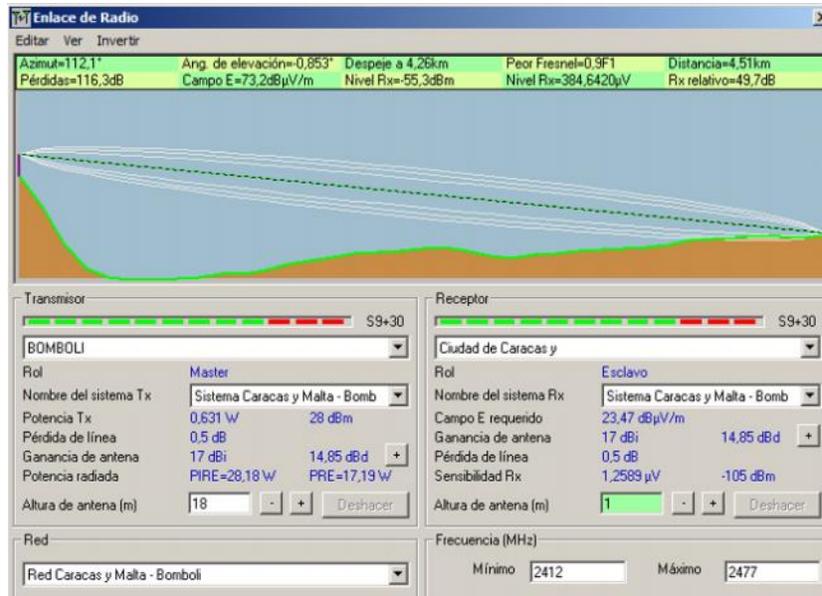
Enlace Mirador del Toachi – Barón de Carondelet

Enlace Bombolí – Clemencia Rodríguez de Mora



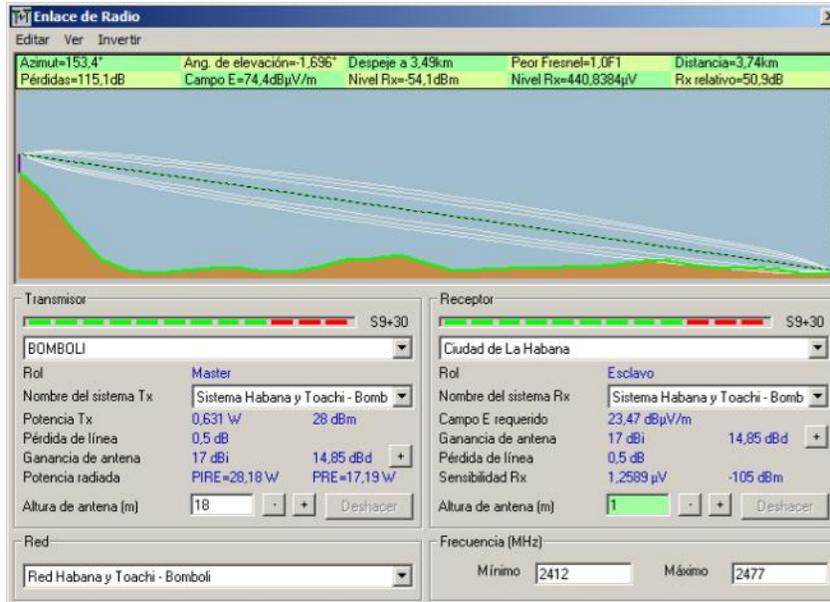
Enlace Bombolí – Clemencia Rodríguez de Mora

Enlace Bombolí – Ciudad de Caracas y Demetrio Aguilera Malta



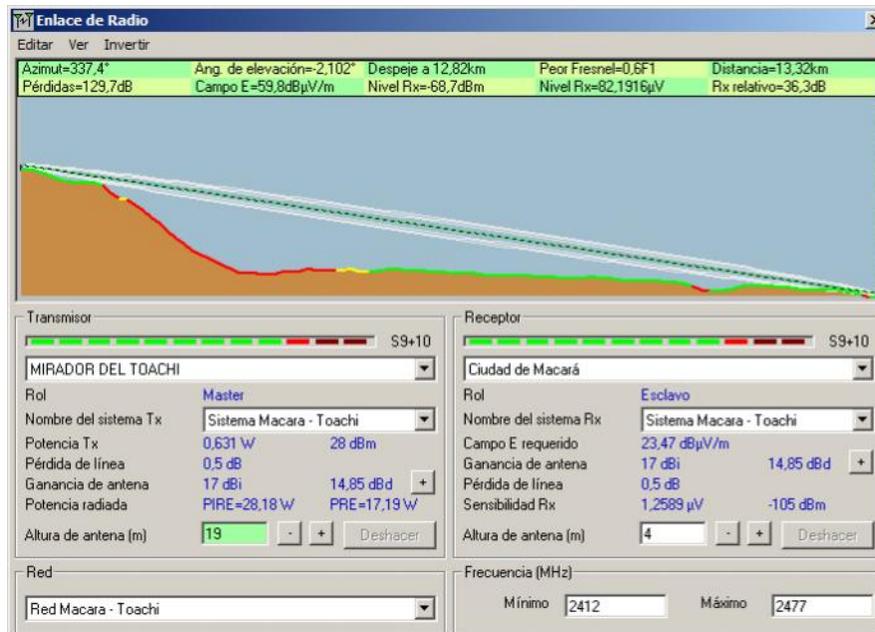
Enlace Bombolí – Ciudad de Caracas y Demetrio Aguilera Malta

Enlace Bombolí – Ciudad de la Habana



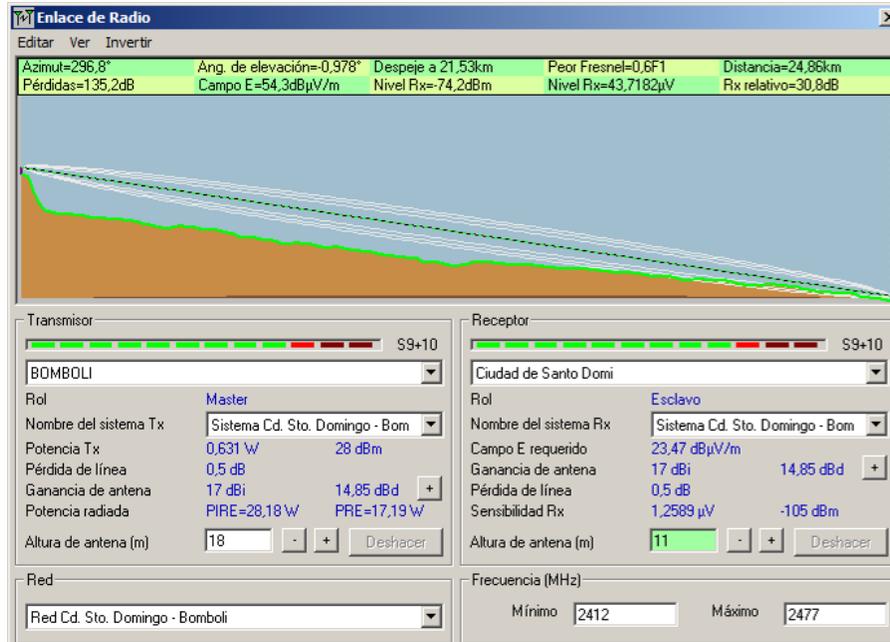
Enlace Bombolí – Ciudad de la Habana

Enlace Mirador del Toachi – Ciudad de Macará



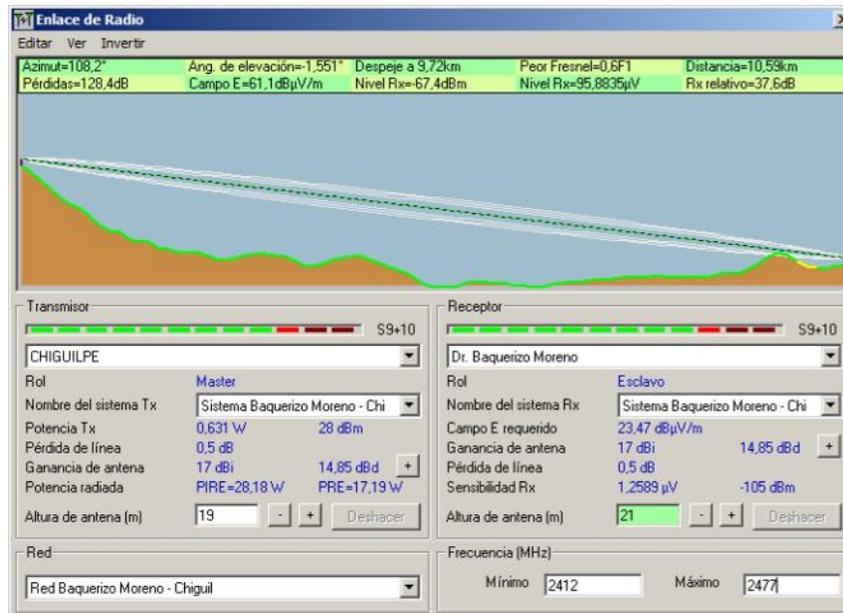
Enlace Mirador del Toachi – Ciudad de Macará

Enlace Bombolí – Ciudad de Santo Domingo



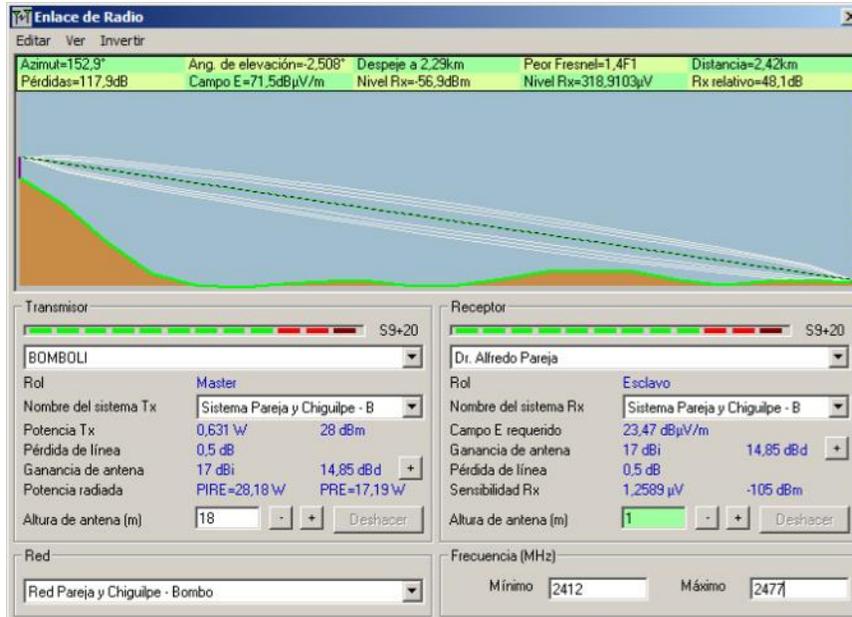
Enlace Bombolí – Ciudad de Santo Domingo

Enlace Chiguilpe – Dr. Baquerizo Moreno



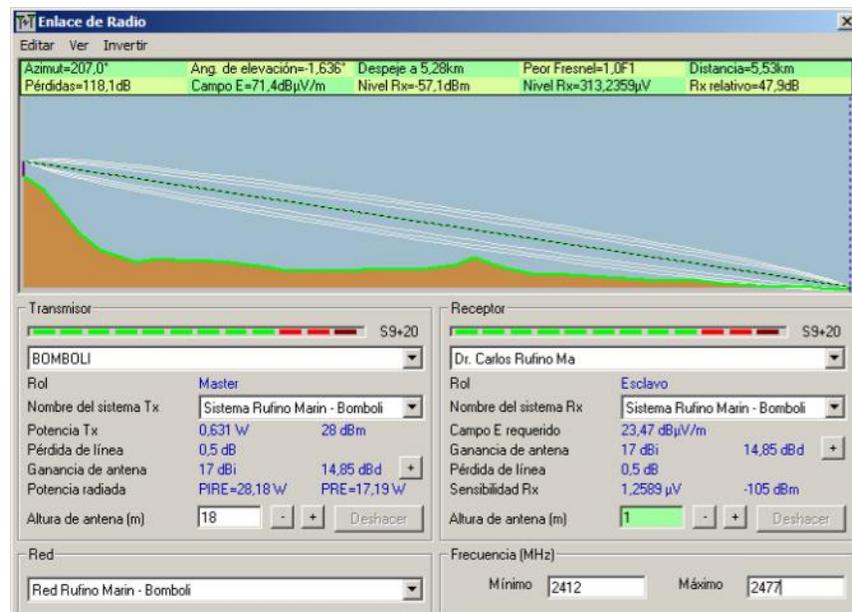
Enlace Chiguilpe – Dr. Baquerizo Moreno

Enlace Bombolí – Dr. Alfredo Pareja



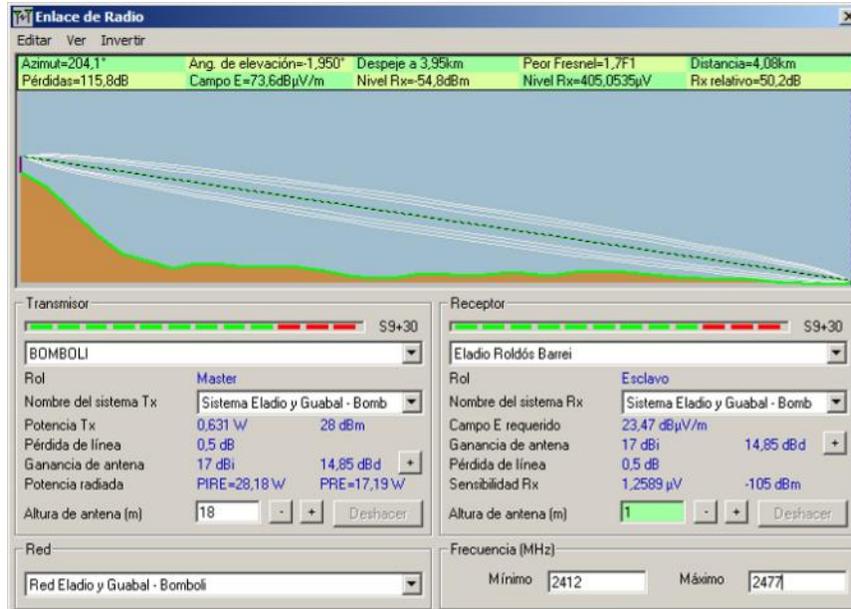
Enlace Bombolí – Dr. Alfredo Pareja

Enlace Bombolí – Dr. Carlos Rufino Marín



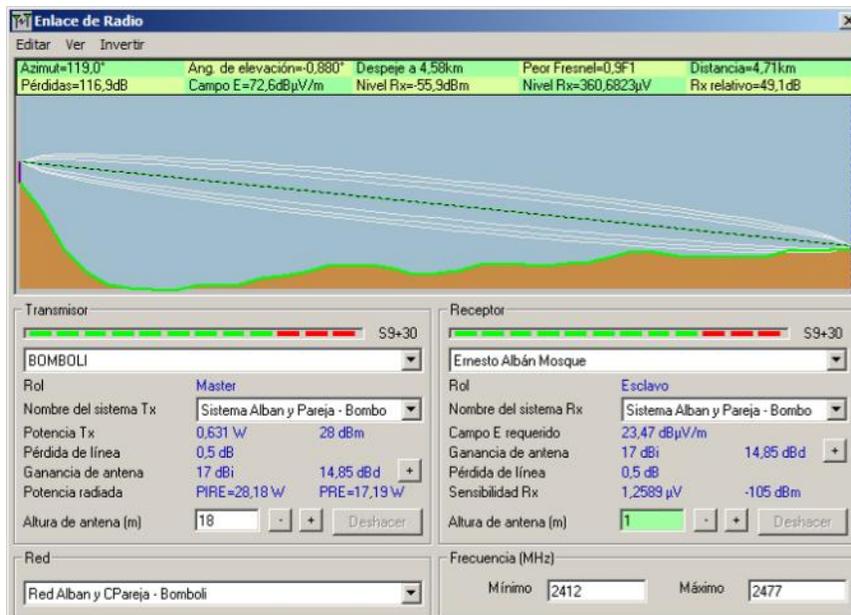
Enlace Bombolí – Dr. Carlos Rufino Marín

Enlace Bombolí – Eladio Roldós Barreira



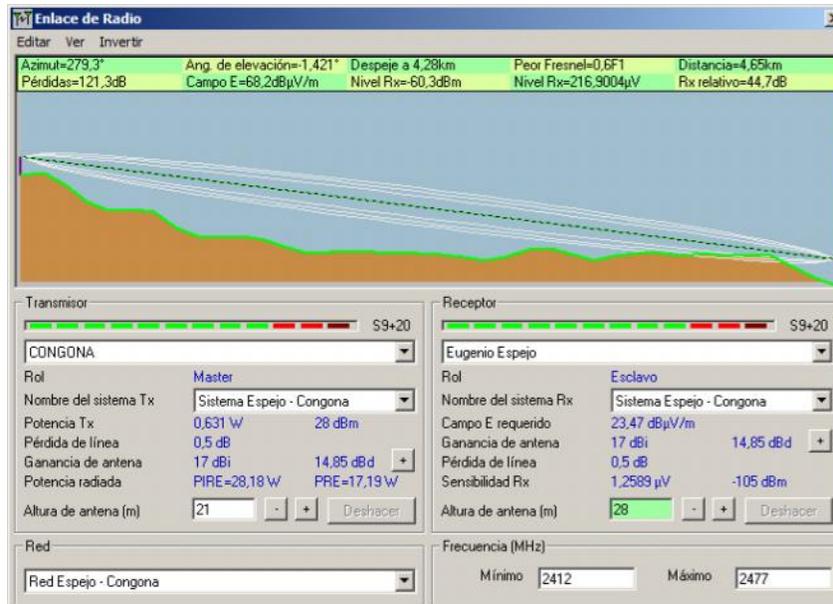
Enlace Bombolí – Eladio Roldós Barreira

Enlace Bombolí – Ernesto Albán Mosquera



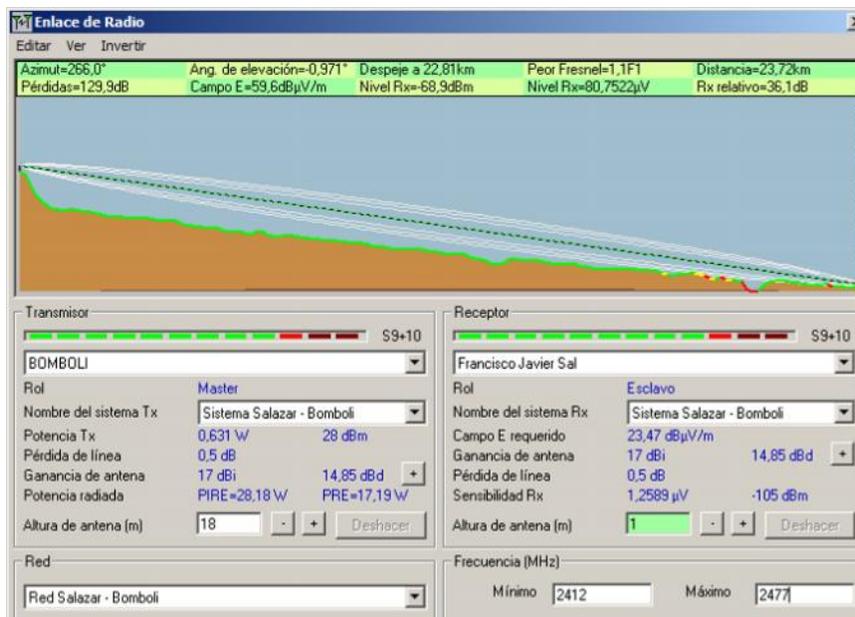
Enlace Bombolí – Ernesto Albán Mosquera

Enlace Congona – Eugenio Espejo



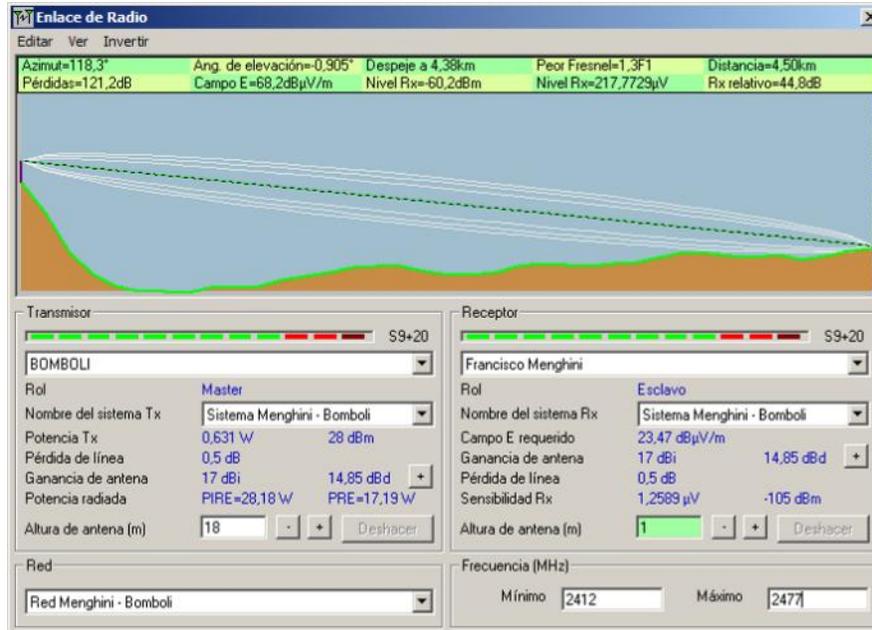
Enlace Congona – Eugenio Espejo

Enlace Bombolí – Francisco Javier Salazar



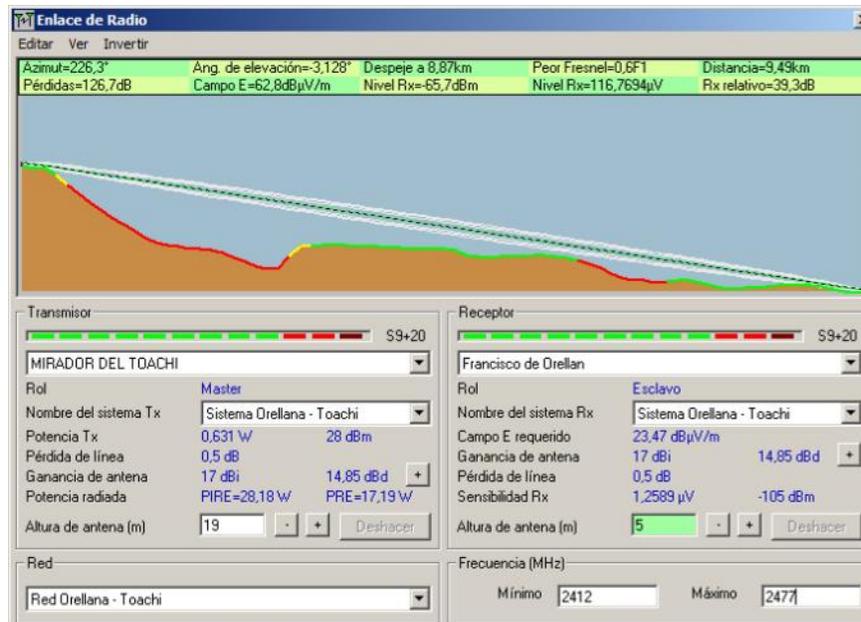
Enlace Bombolí – Francisco Javier Salazar

Enlace Bombolí – Francisco Menghini



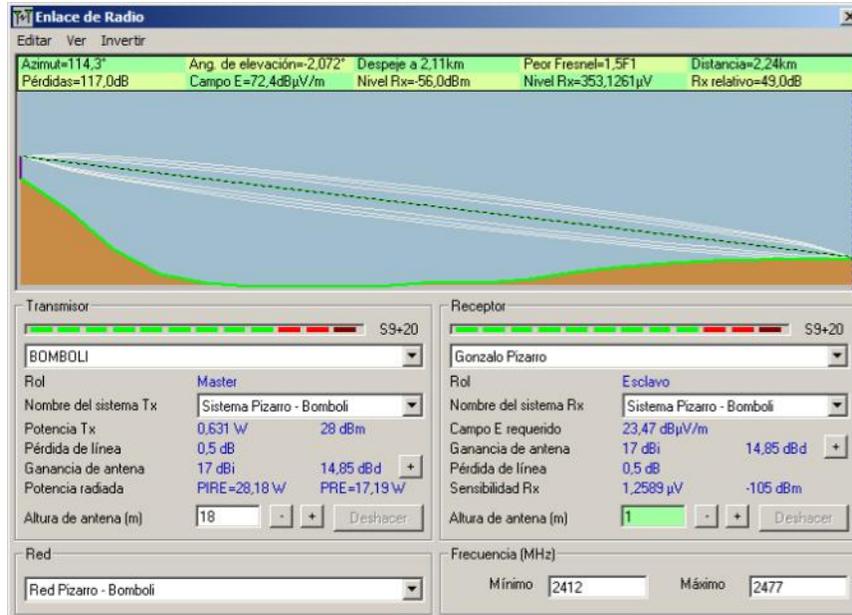
Enlace Bombolí – Francisco Menghini

Enlace Mirador del Toachi – Francisco de Orellana



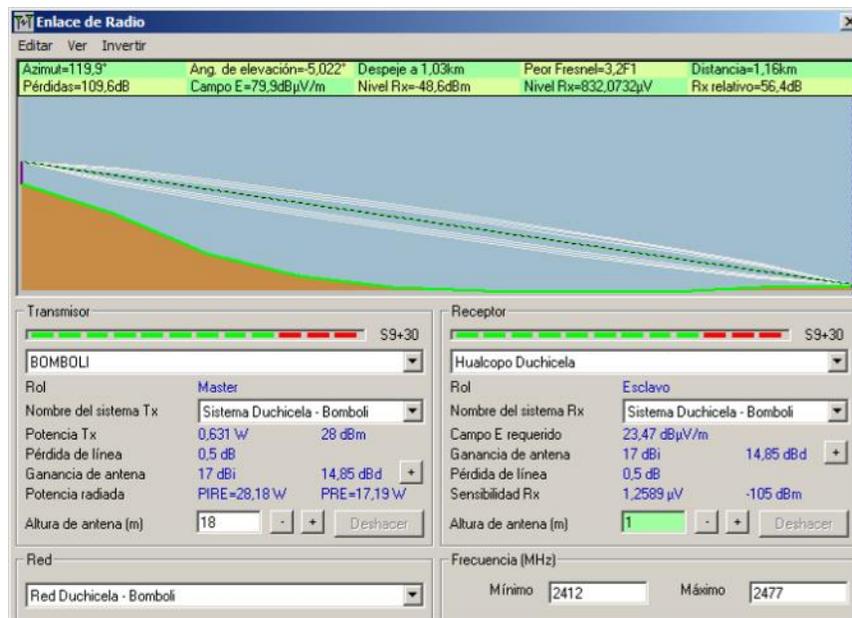
Enlace Mirador del Toachi – Francisco de Orellana

Enlace Bombolí – Gonzalo Pizarro



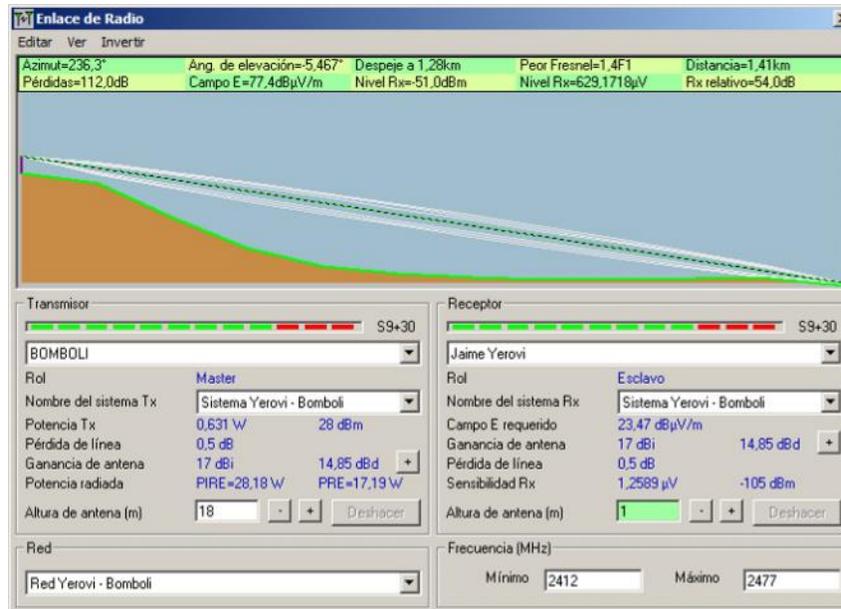
Enlace Bombolí – Gonzalo Pizarro

Enlace Bombolí – Hualcopo Duchicela



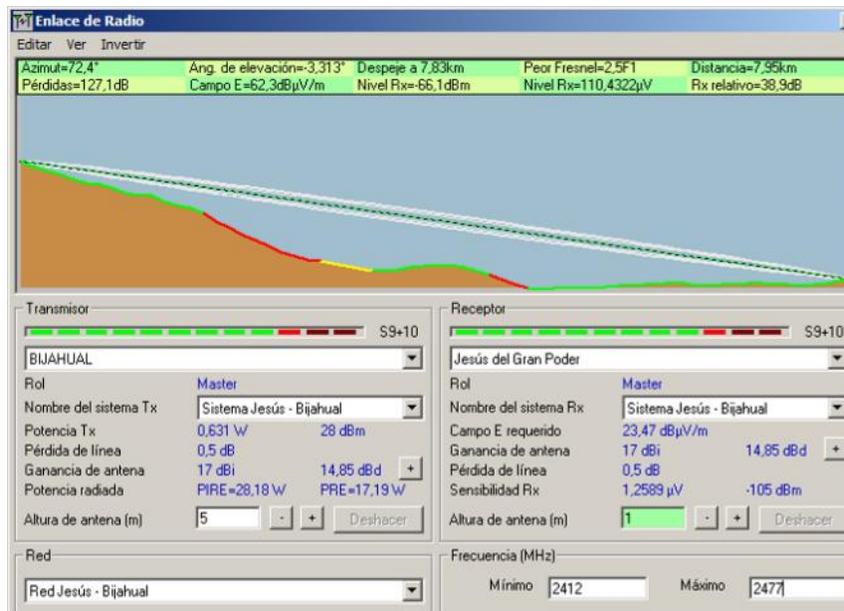
Enlace Bombolí – Hualcopo Duchicela

Enlace Bombolí – Jaime Yerovi



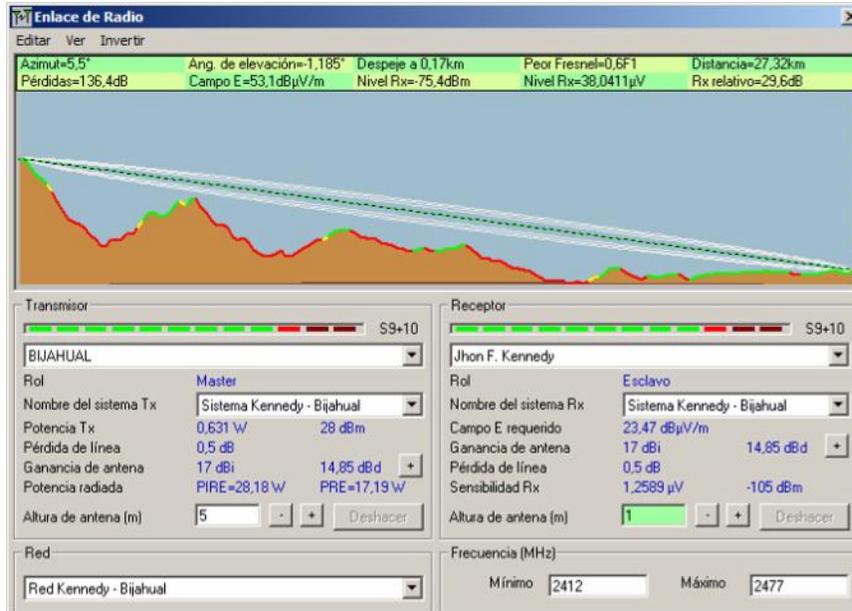
Enlace Bombolí – Jaime Yerovi

Enlace Bijahual – Jesús del Gran Poder



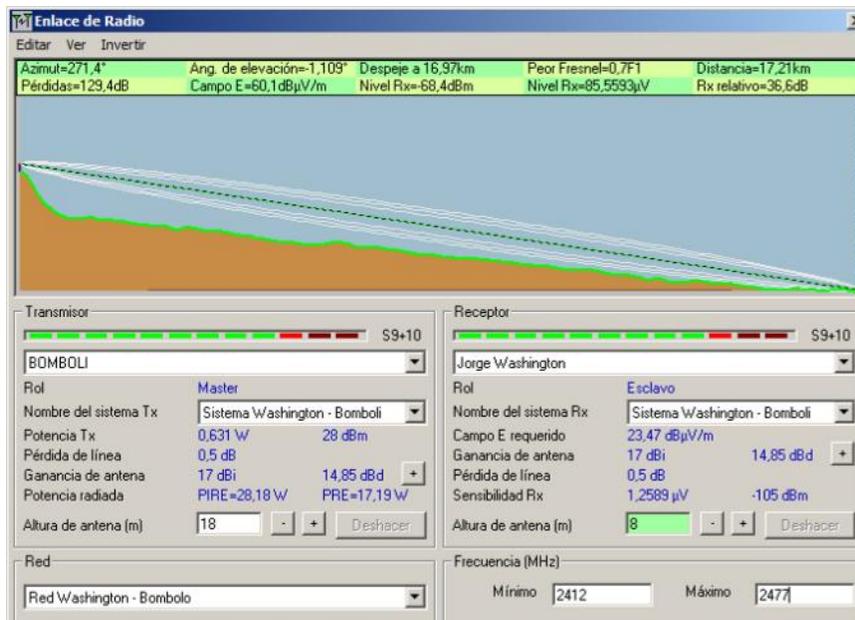
Enlace Bijahual – Jesús del Gran Poder

Enlace Bijahual – Jhon F. Kennedy



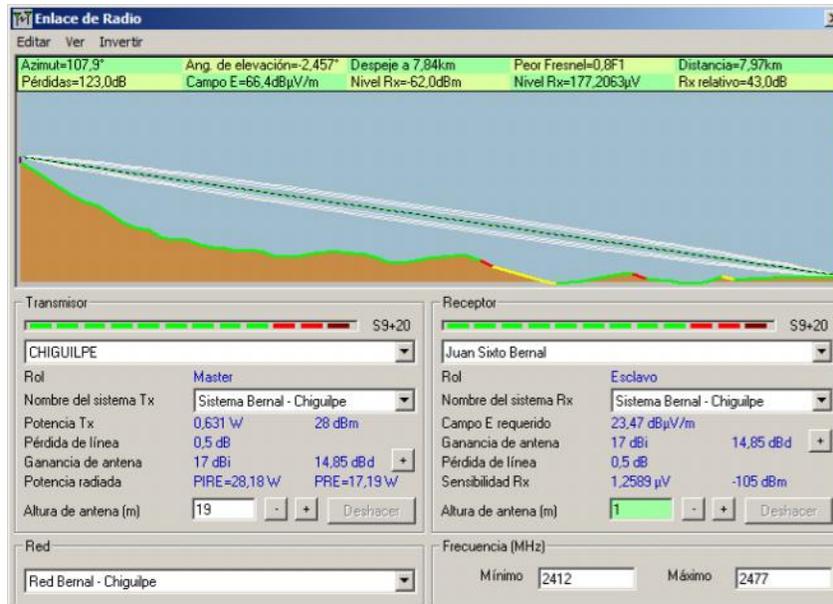
Enlace Bijahual – Jhon F. Kennedy

Enlace Bombolí – Jorge Washington



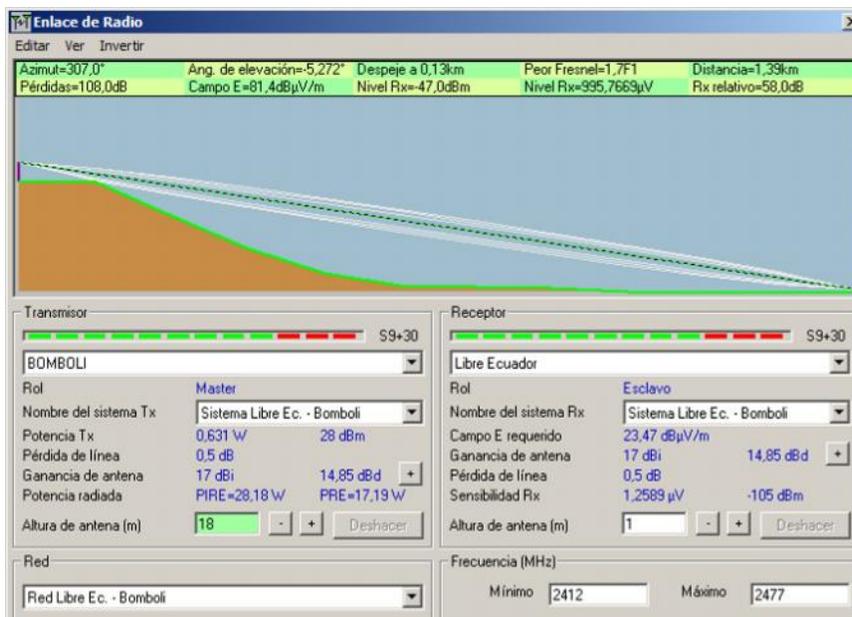
Enlace Bombolí – Jorge Washington

Enlace Chiguilpe – Juan Sixto Bernal



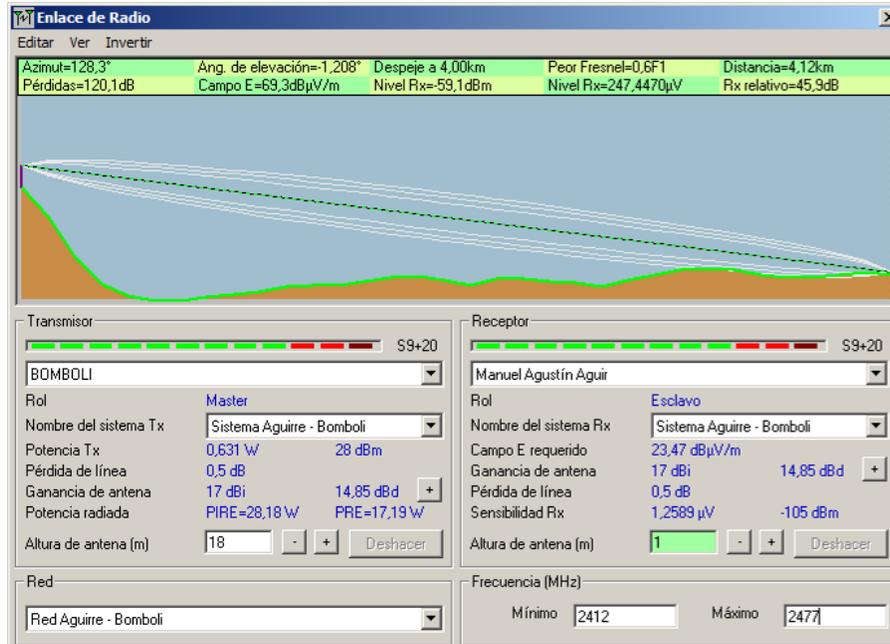
Enlace Chiguilpe – Juan Sixto Bernal

Enlace Bombolí – Libre Ecuador



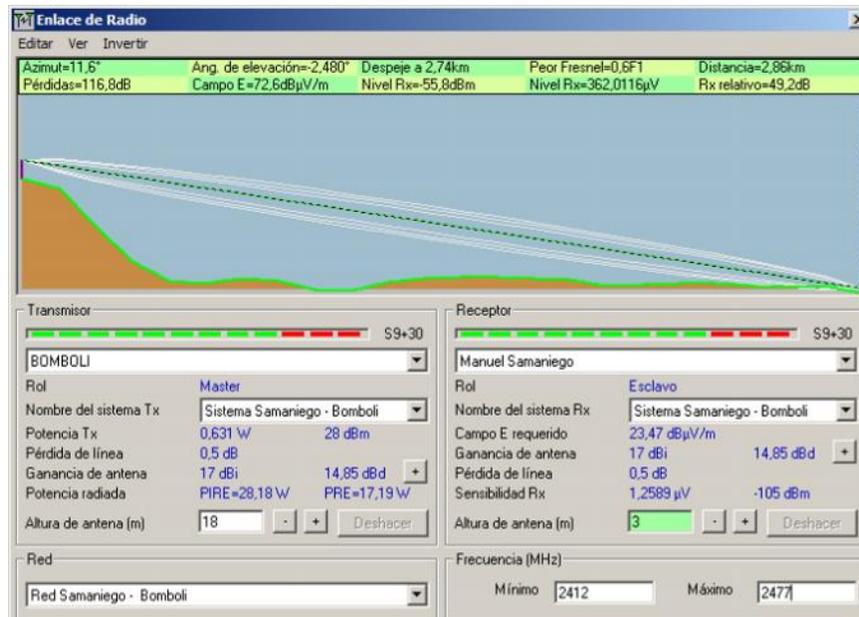
Enlace Bombolí – Libre Ecuador

Enlace Bombolí – Manuel Agustín Aguirre



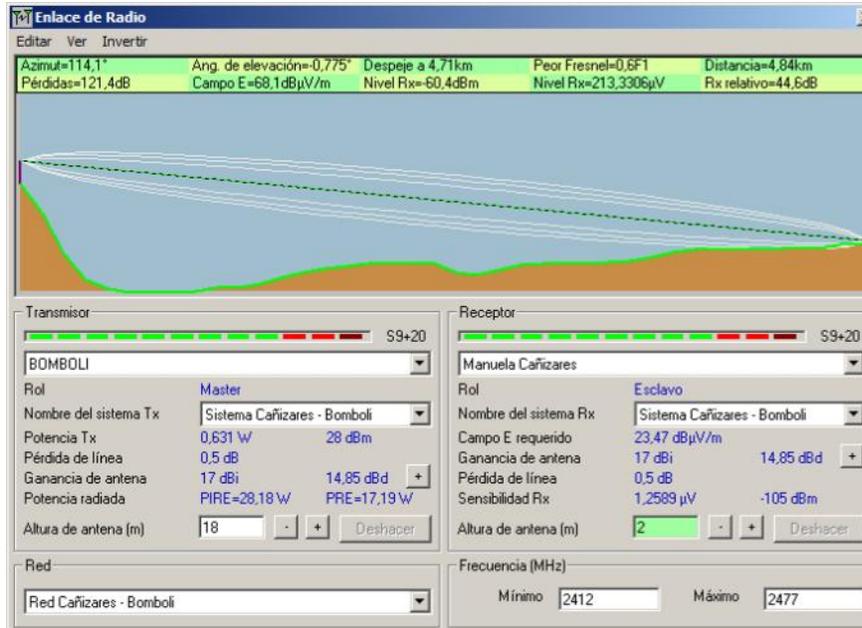
Enlace Bombolí – Manuel Agustín Aguirre

Enlace Bombolí – Manuel Samaniego



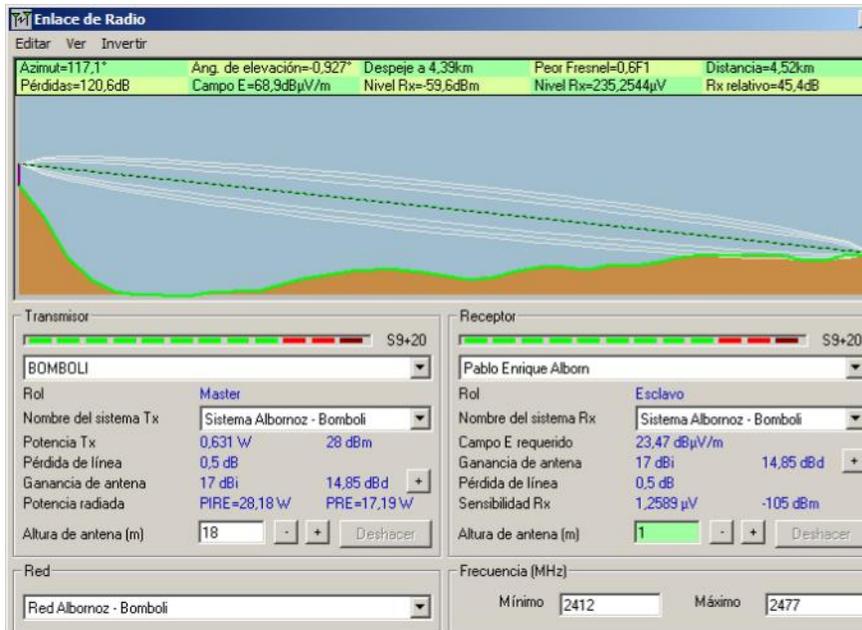
Enlace Bombolí – Manuel Samaniego

Enlace Bombolí – Manuela Cañizares



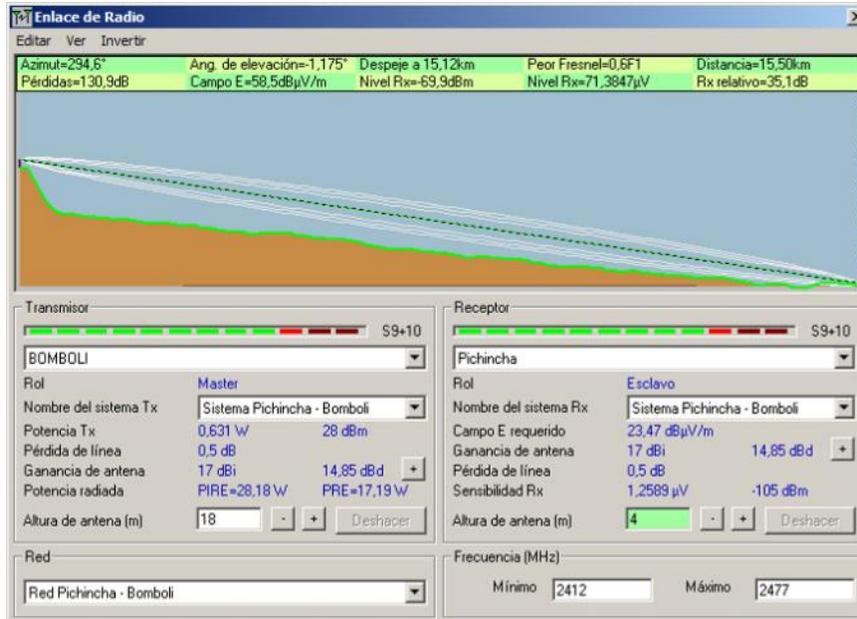
Enlace Bombolí – Manuela Cañizares

Enlace Bombolí – Pablo Enrique Albornoz



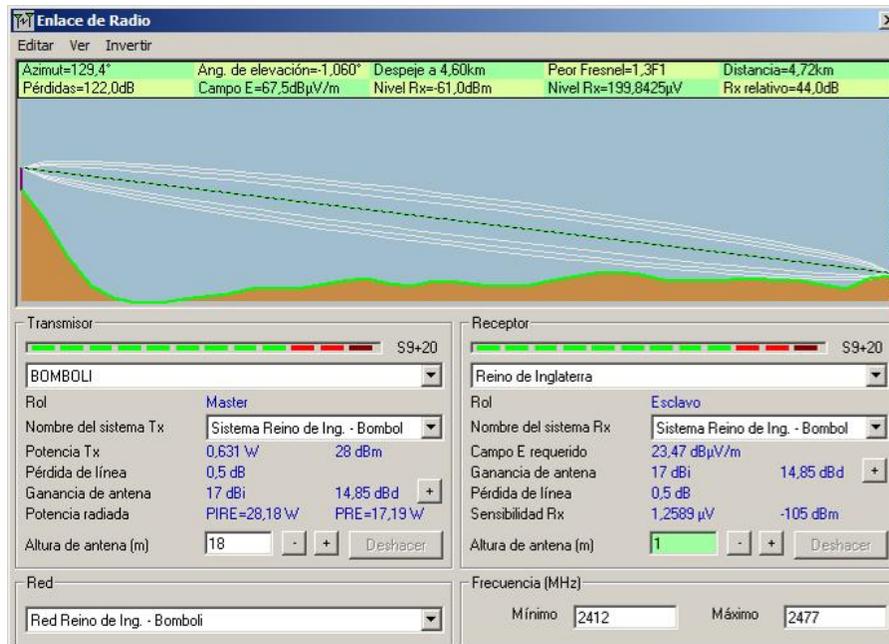
Enlace Bombolí – Pablo Enrique Albornoz

Enlace Bombolí – Pichincha



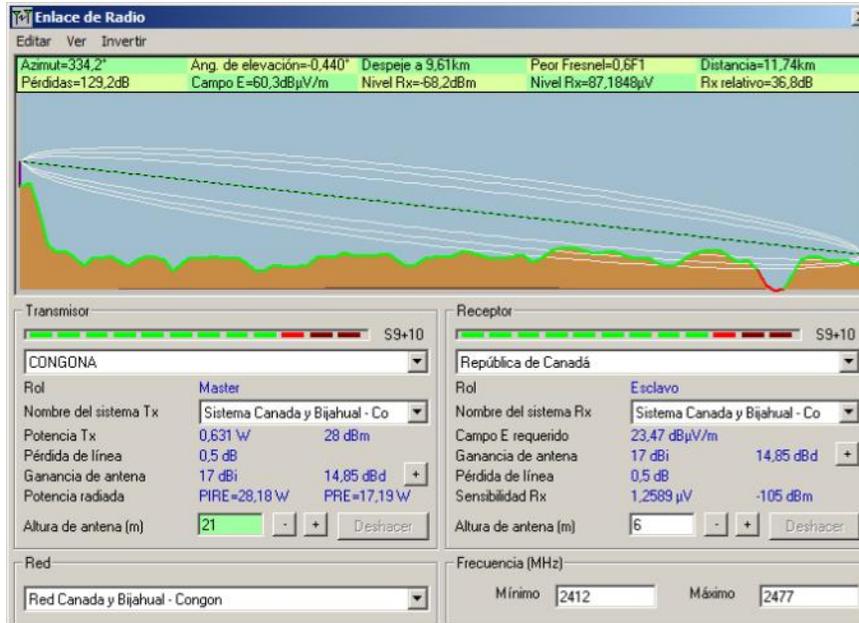
Enlace Bombolí – Pichincha

Enlace Bombolí – Reino de Inglaterra



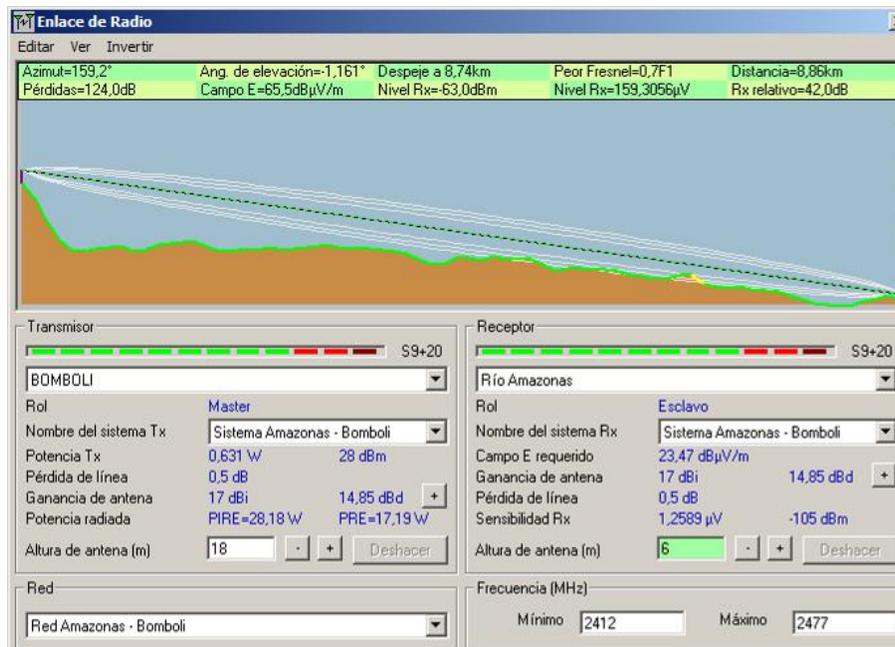
Enlace Bombolí – Reino de Inglaterra

Enlace Congona – República de Canadá



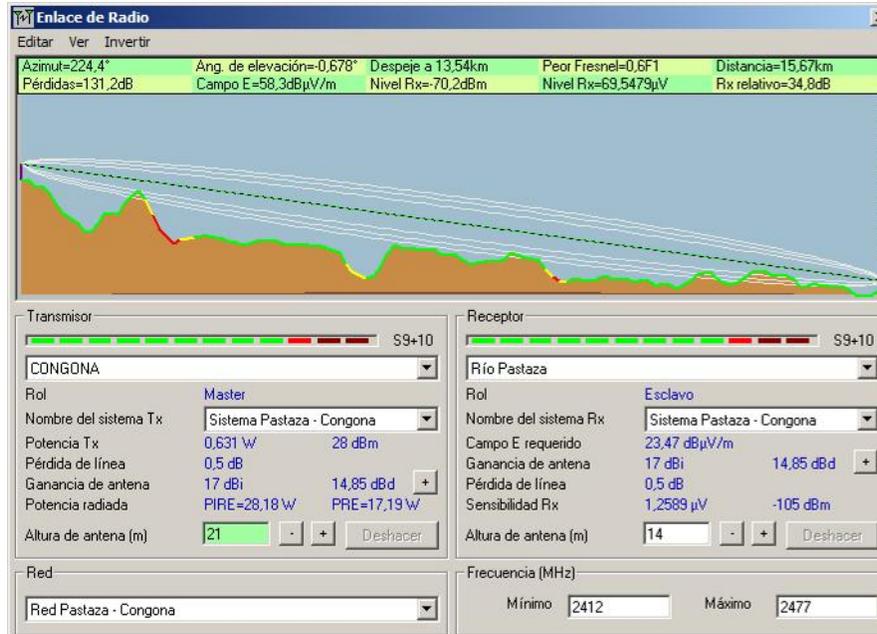
Enlace Congona – República de Canadá

Enlace Bombolí – Río Amazonas



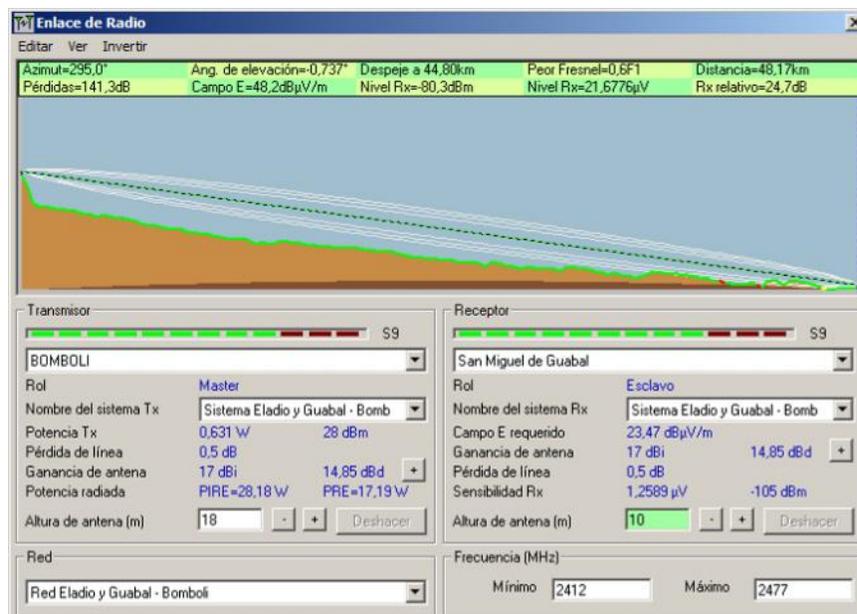
Enlace Bombolí – Río Amazonas

Enlace Congona – Río Pastaza



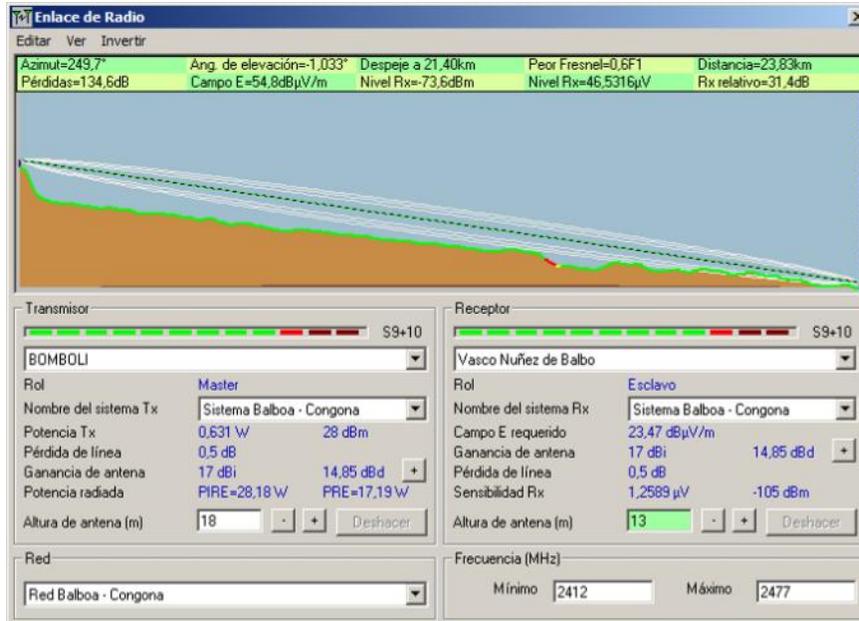
Enlace Congona – Río Pastaza

Enlace Bombolí – San Miguel de Guabal



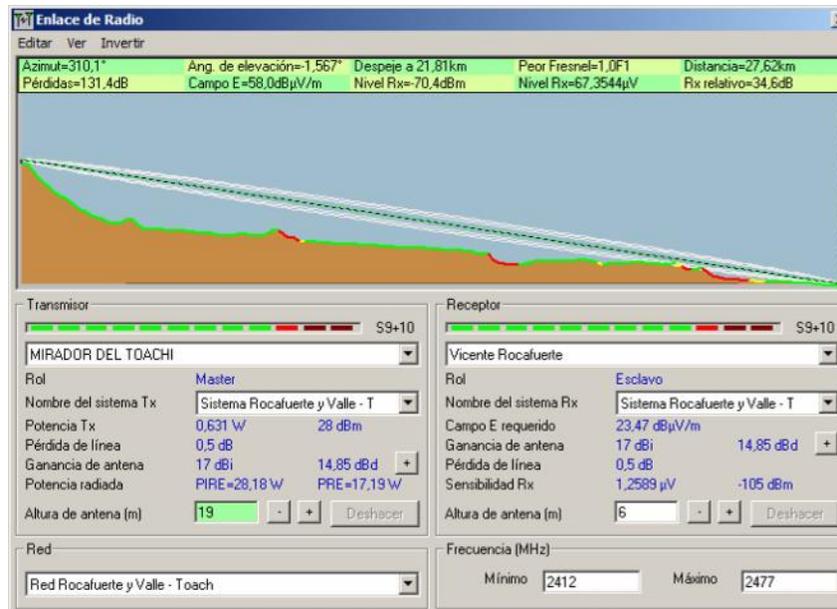
Enlace Bombolí – San Miguel de Guabal

Enlace Bombolí – Vasco Nuñez de Balboa



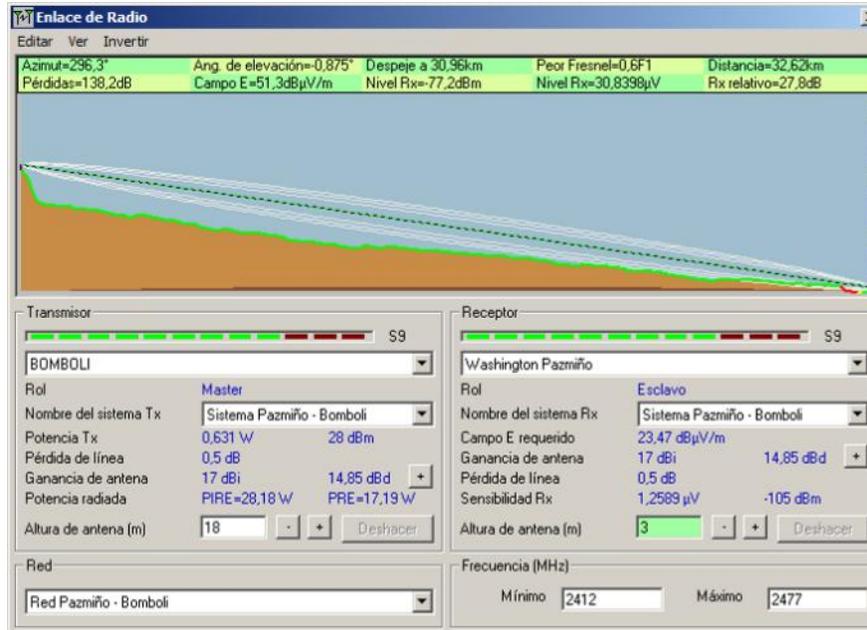
Enlace Bombolí – Vasco Nuñez de Balboa

Enlace Mirador del Toachi – Vicente Rocafuerte



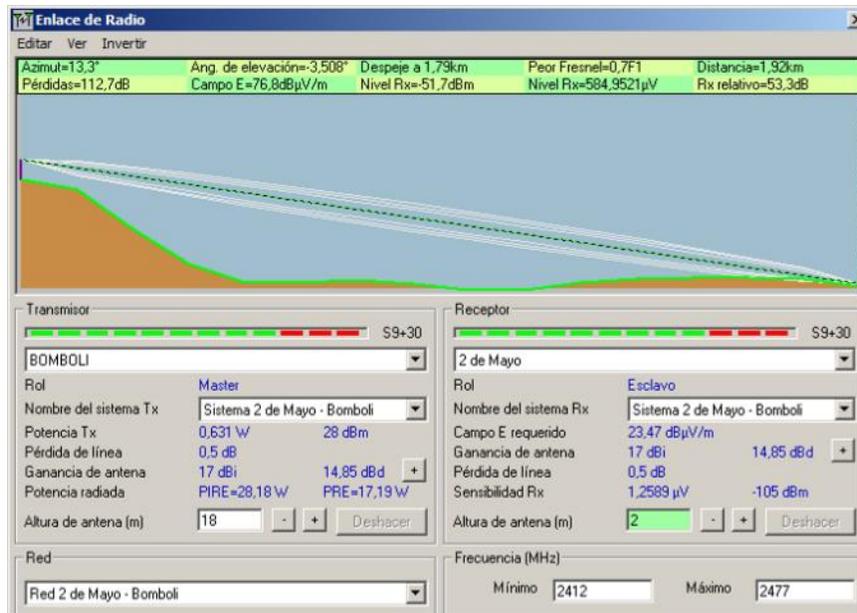
Enlace Mirador del Toachi – Vicente Rocafuerte

Enlace Bombolí – Washington Pazmiño



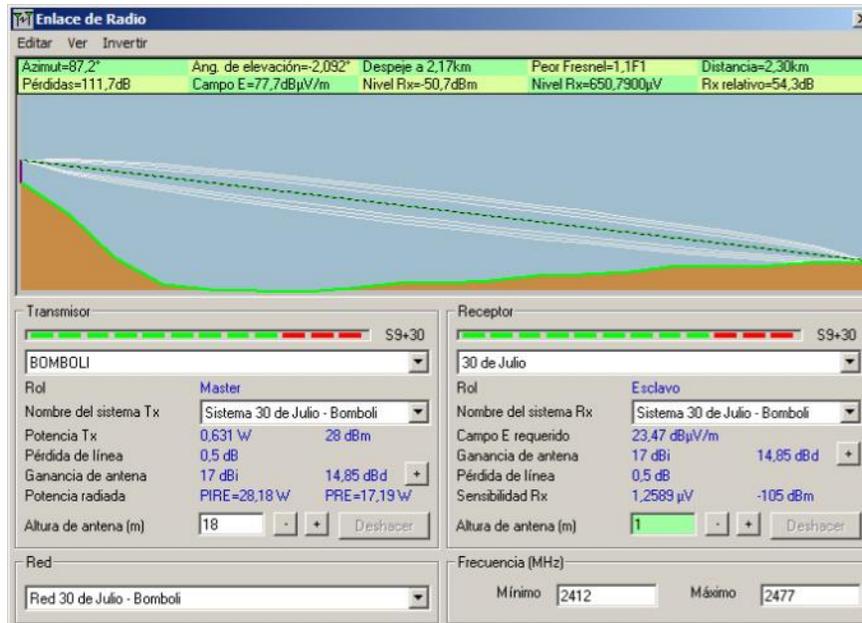
Enlace Bombolí – Washington Pazmiño

Enlace Bombolí – 2 de Mayo



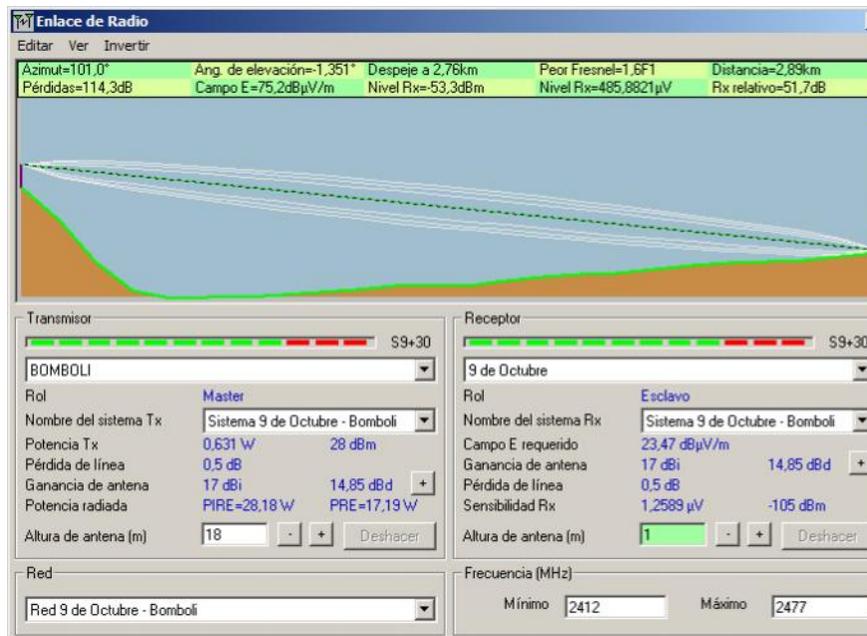
Enlace Bombolí – 2 de Mayo

Enlace Bombolí – 30 de Julio



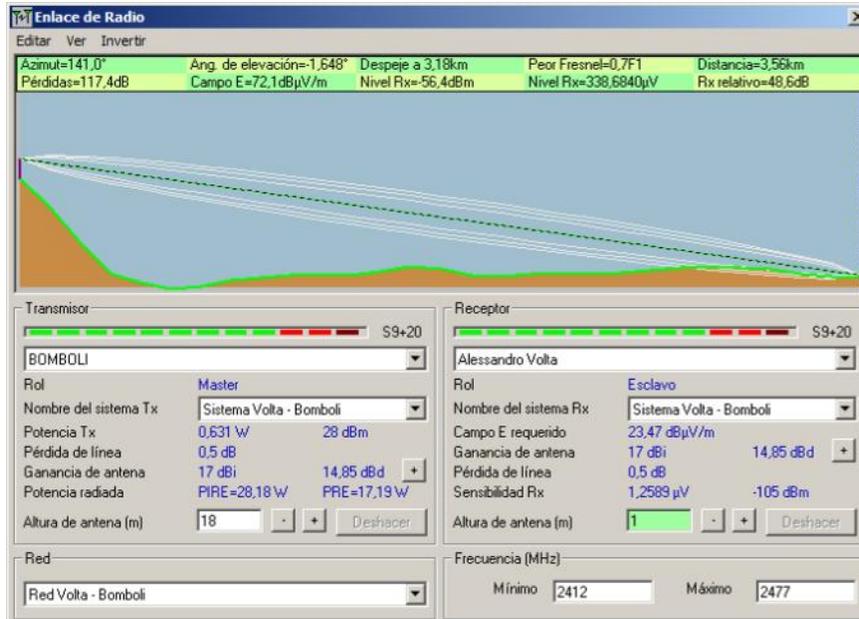
Enlace Bombolí – 30 de Julio

Enlace Bombolí – 9 de Octubre



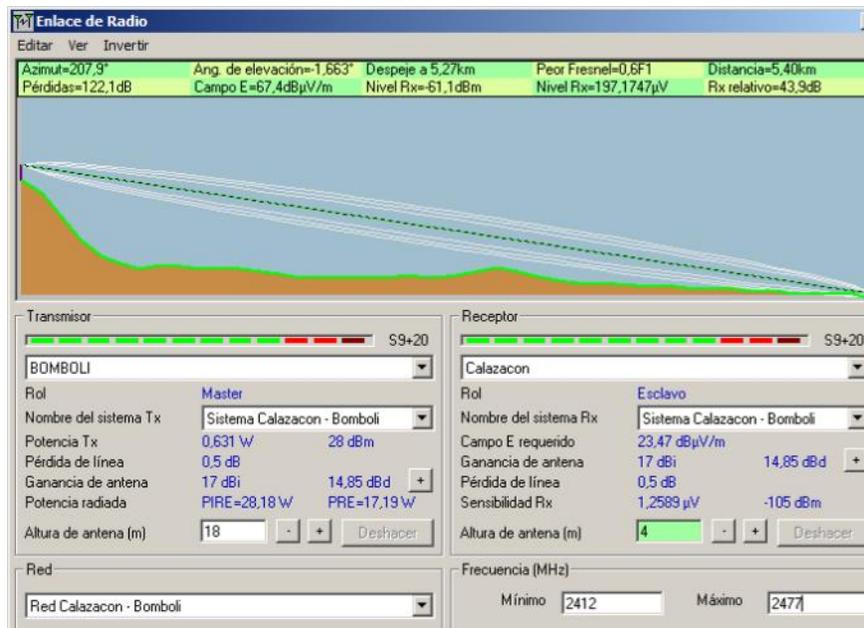
Enlace Bombolí – 9 de Octubre

Enlace Bombolí – Alessandro Volta



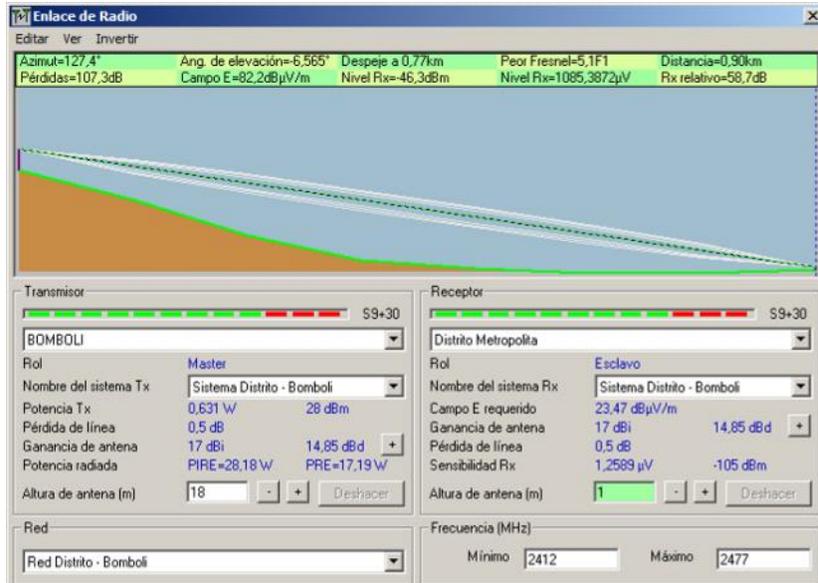
Enlace Bombolí – Alessandro Volta

Enlace Bombolí – Calazacòn



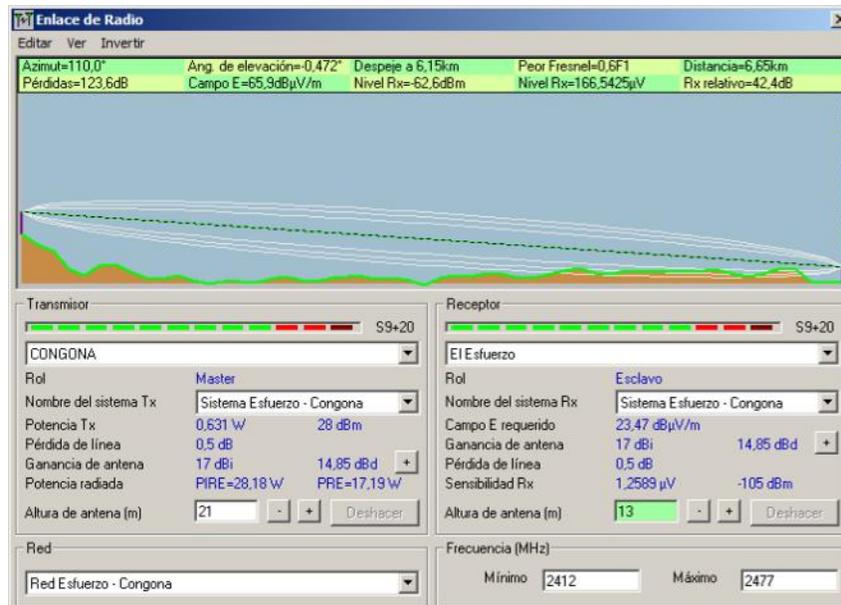
Enlace Bombolí – Calazacòn

Enlace Bombolí – Distrito Metropolitano



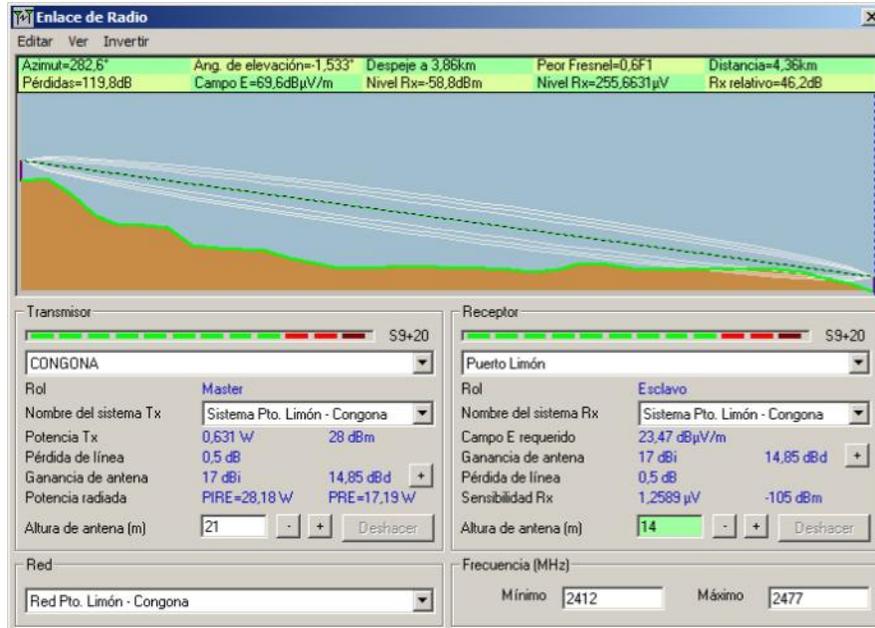
Enlace Bombolí – Distrito Metropolitano

Enlace Congona – El Esfuerzo



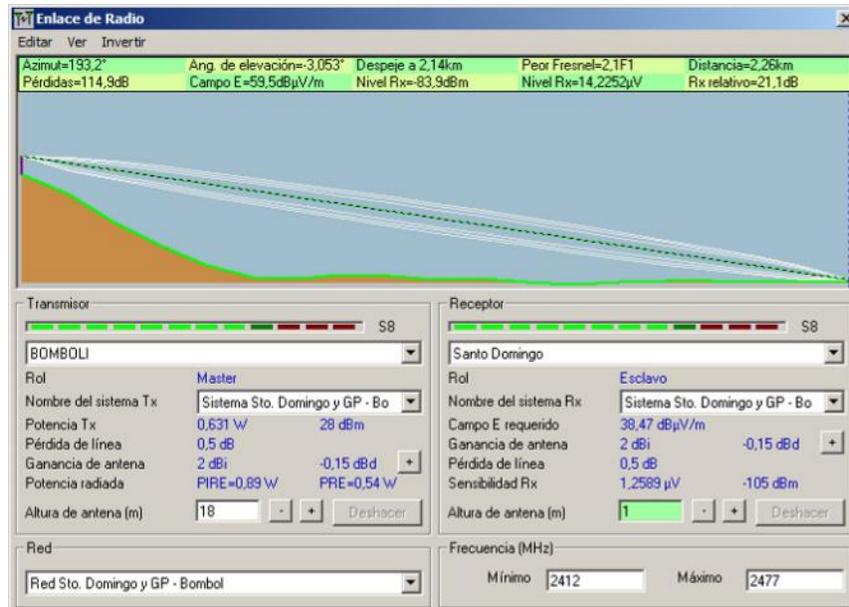
Enlace Congona – El Esfuerzo

Enlace Congona – Puerto Limón



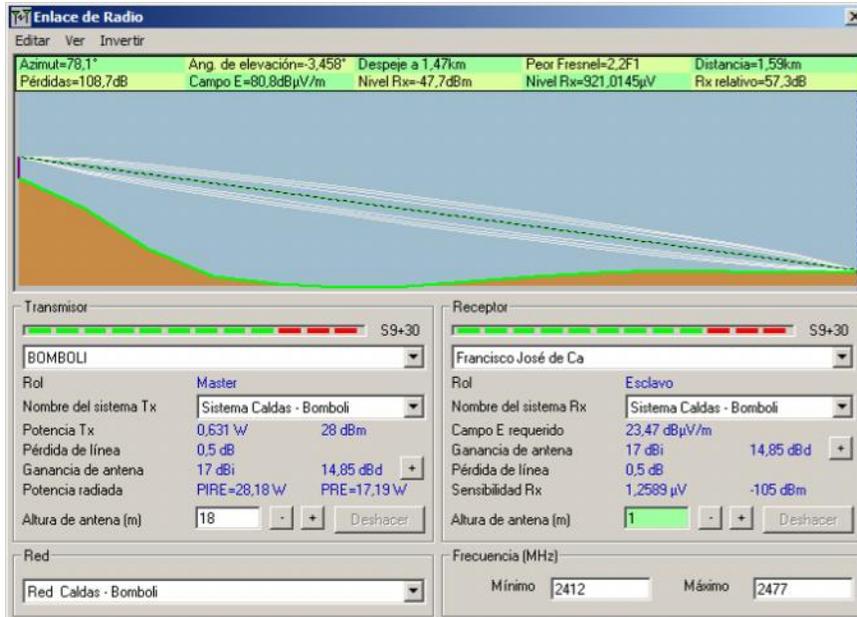
Enlace Congona – Puerto Limón

Enlace Bombolí – Santo Domingo



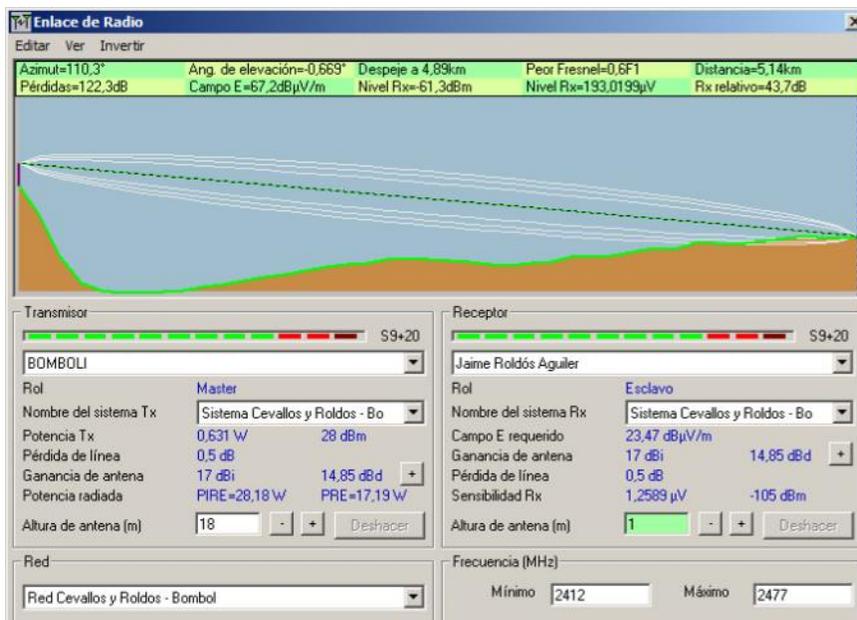
Enlace Bombolí – Santo Domingo

Enlace Bombolí – Francisco José de Caldas



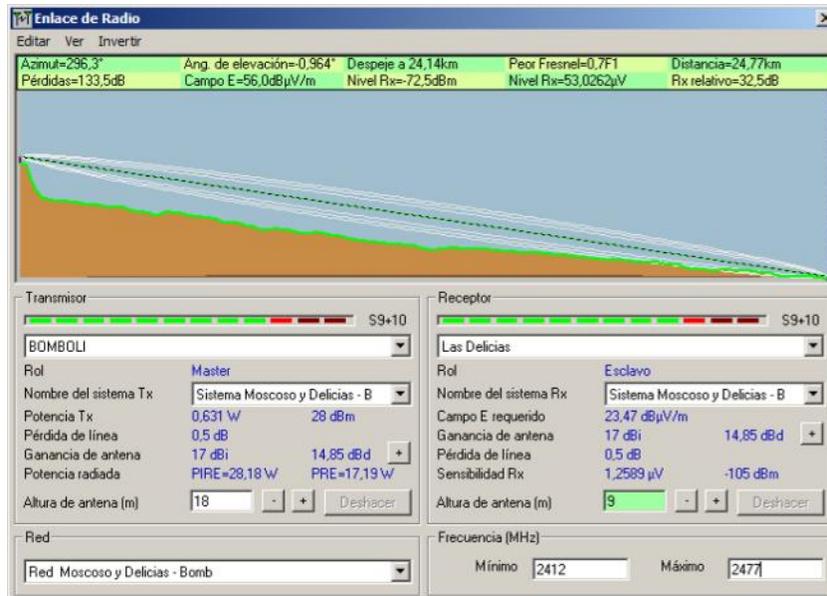
Enlace Bombolí – Francisco José de Caldas

Enlace Bombolí – Jaime Roldós Aguilera



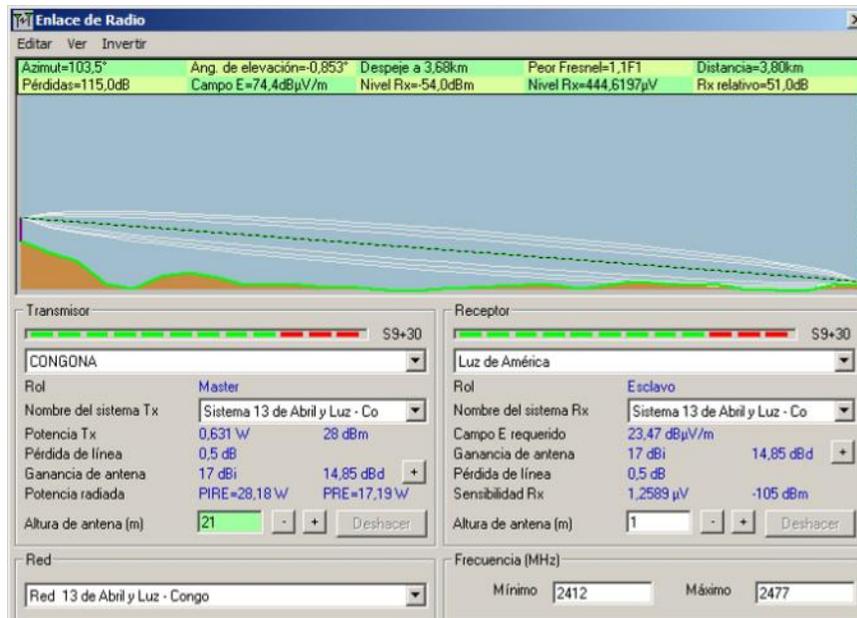
Enlace Bombolí – Jaime Roldós Aguilera

Enlace Bombolí – Las Delicias



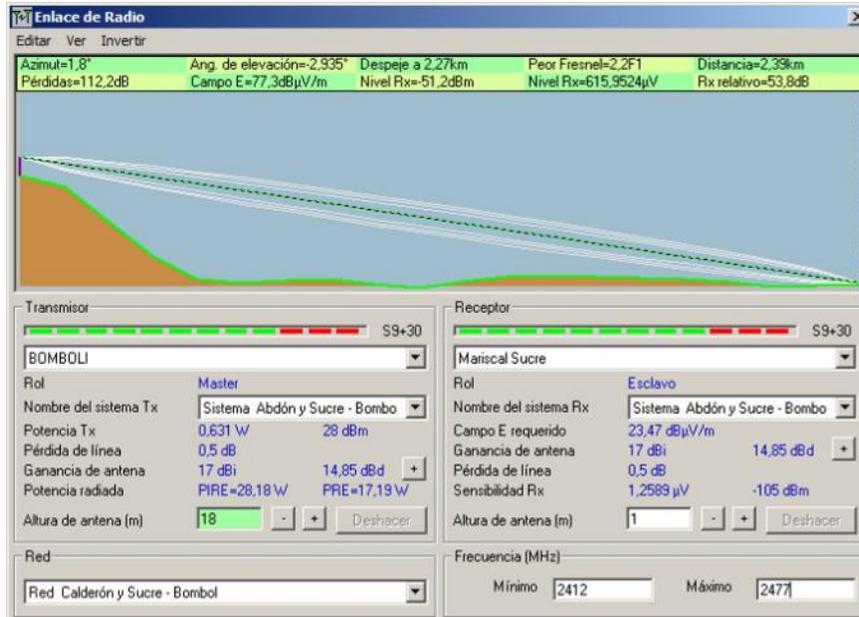
Enlace Bombolí – Las Delicias

Enlace Congona – Luz de América



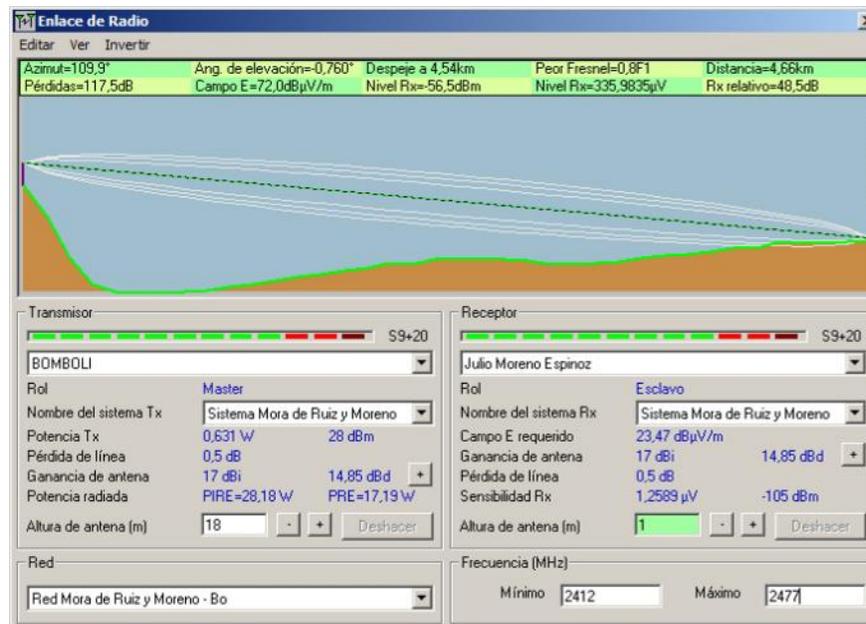
Enlace Congona – Luz de América

Enlace Bombolí – Mariscal Sucre



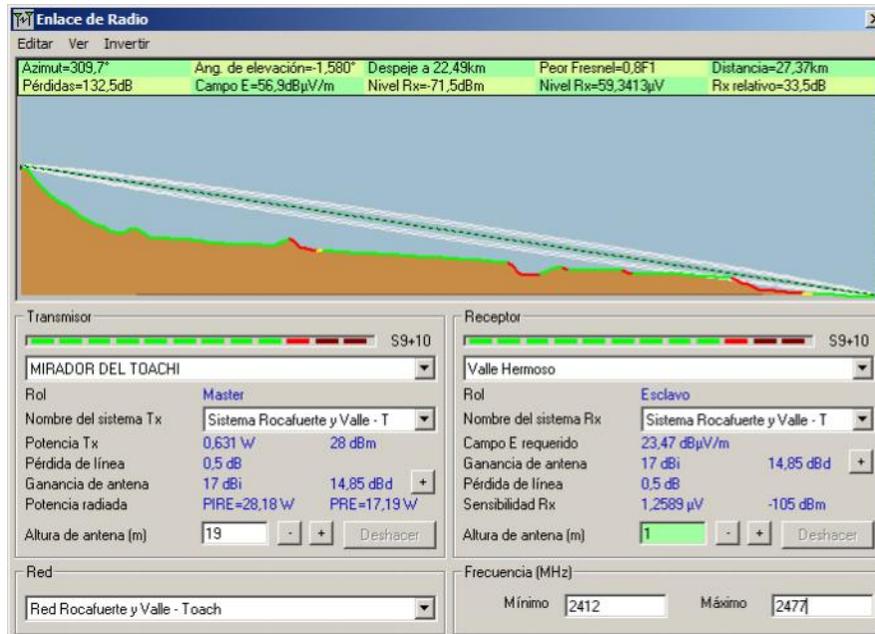
Enlace Bombolí – Mariscal Sucre

Enlace Bombolí – Julio Moreno Espinoza



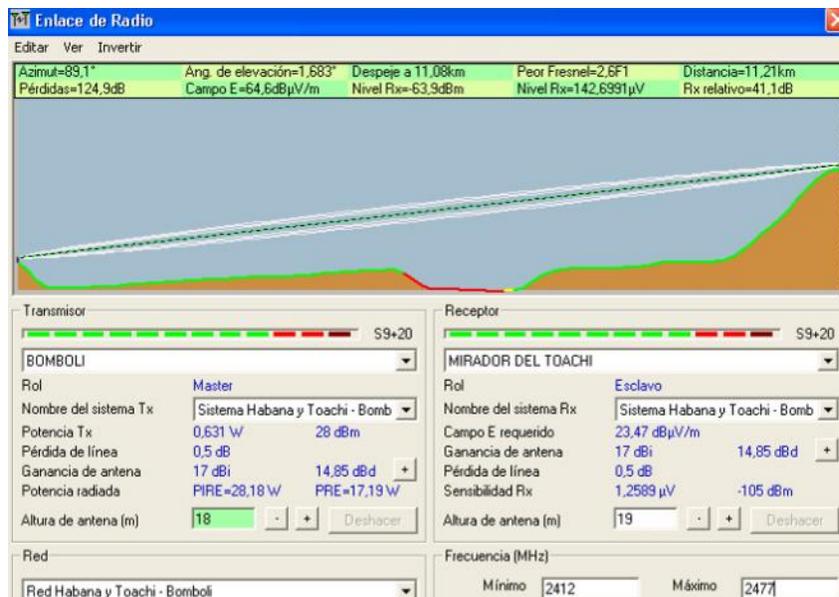
Enlace Bombolí – Julio Moreno Espinoza

Enlace Mirador del Toachi – Valle Hermoso



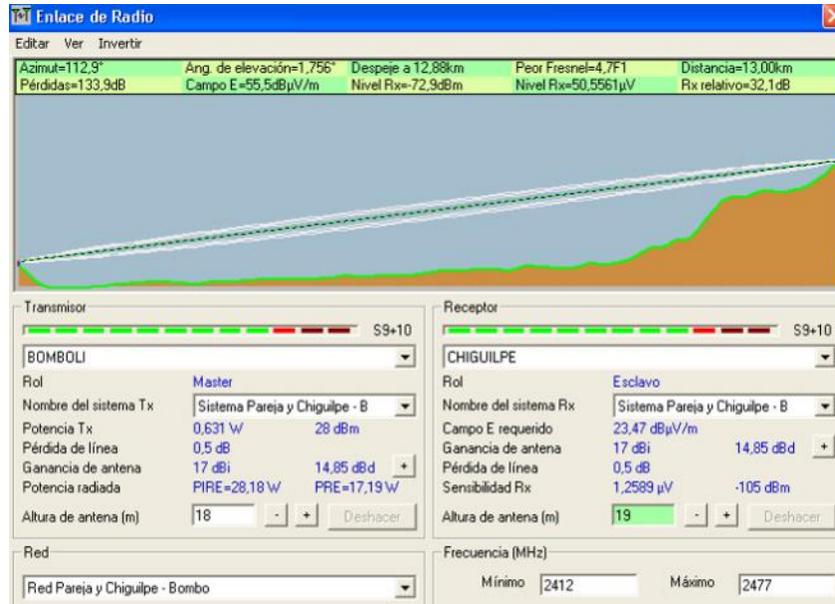
Enlace Mirador del Toachi – Valle Hermoso

Enlace Bombolí – Mirador del Toachi



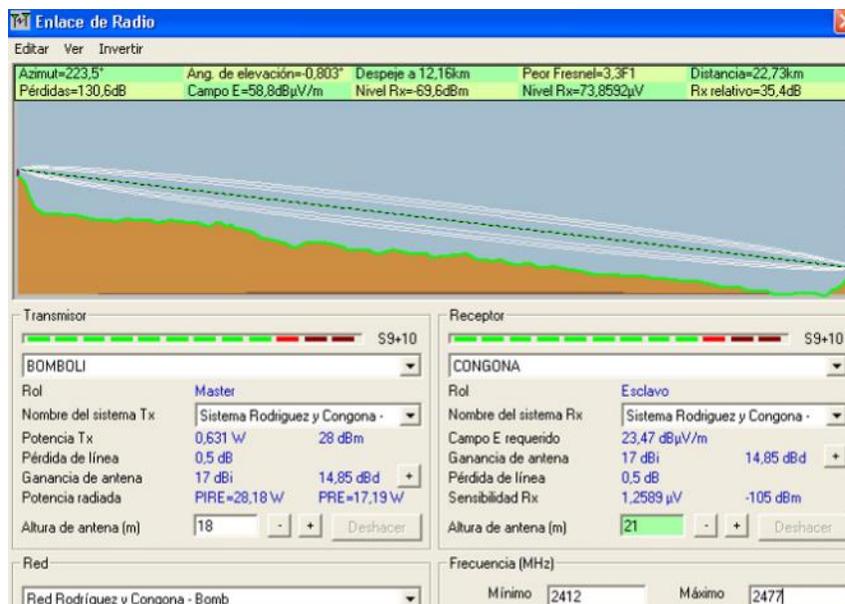
Enlace Bombolí – Mirador del Toachi

Enlace Bombolí – Chiguilpe



Enlace Bombolí – Chiguilpe

Enlace Bombolí – Congona



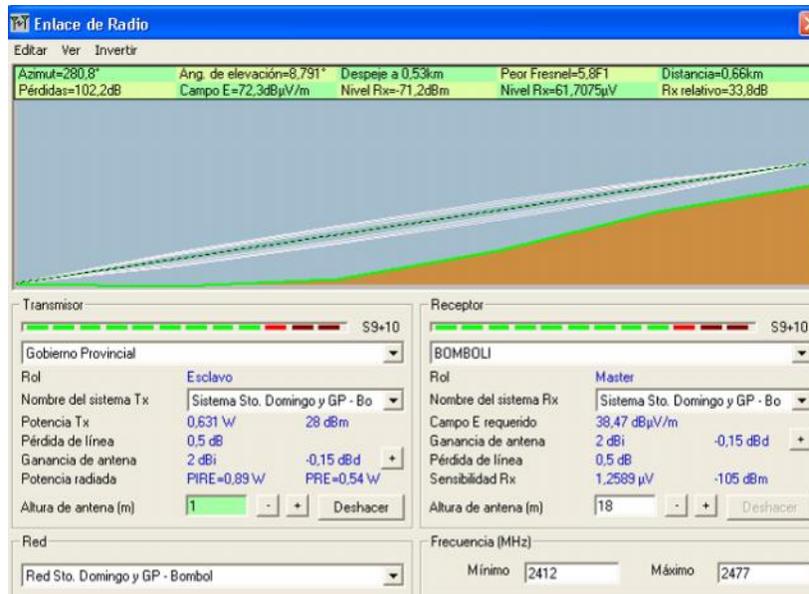
Enlace Bombolí – Congona

Enlace Congona – Bijahual



Enlace Congona – Bijahual

Enlace Gobierno Provincial – Bombolí



Enlace Gobierno Provincial – Bombolí

ANEXO 13.

LISTADO DE LA INSTITUCIONES EDUCATIVAS CON EL NÚMERO DE COMPUTADORAS

| Institución Educativa | Número de computadoras | | | Red LAN |
|--------------------------------|------------------------|-------|--------|---------|
| | Debe tener | Tiene | Faltan | |
| 13 de Abril. | 15 | 5 | 10 | |
| Abdón Calderón. | 3 | 2 | 1 | |
| Alfonso Moscoso. | 10 | 3 | 7 | |
| Angelita Mora de Ruiz. | 10 | 4 | 6 | |
| Augusto Aguilera Cevallos | 15 | 4 | 9 | |
| Barón de Carondelet | 10 | 4 | 6 | |
| Clemencia Rodríguez de Mora | 15 | 6 | 9 | |
| Ciudad de Caracas | 20 | 10 | 10 | |
| Ciudad de la Habana | 10 | 4 | 6 | |
| Ciudad de Macará | 10 | 3 | 7 | |
| Ciudad de Santo Domingo | 20 | 8 | 12 | |
| Demetrio Aguilera Malta | 15 | 8 | 7 | |
| Dr. Alfredo Baquerizo Moreno | 20 | 25 | 0 | |
| Dr. Alfredo Pareja Diezcanseco | 2 | 2 | 0 | |
| Dr. Carlos Rufino Marín | 15 | 2 | 13 | |
| Eladio Roldós Barreira | 15 | 4 | 9 | |
| Ernesto Albán Mosquera | 20 | 18 | 2 | |
| Eugenio Espejo | 10 | 3 | 7 | |
| Francisco Javier Salazar | 15 | 9 | 6 | |
| Francisco Menghini | 15 | 9 | 6 | |
| Francisco de Orellana | 10 | 6 | 4 | |
| Gonzalo Pizarro | 15 | 6 | 9 | |
| Hualcopo Duchicela | 15 | 10 | 5 | |
| Jaime Ruperto Yerovi N. | 15 | 8 | 7 | |
| Jesús del Gran Poder | 10 | 3 | 7 | |
| Jhon F. Kennedy | 15 | 12 | 3 | |
| Jorge Washington | 20 | 6 | 14 | |
| Juan Sixto Bernal | 10 | 6 | 4 | |
| Libre Ecuador | 10 | 3 | 7 | |
| Manuel Agustín Aguirre | 20 | 11 | 9 | |

| Institución Educativa | Número de computadoras | | | Red LAN |
|---------------------------------|------------------------|-------|--------|---------|
| | Debe tener | Tiene | Faltan | |
| Manuel Samaniego | 10 | 0 | 10 | |
| Manuela Cañizares | 20 | 8 | 12 | |
| Pablo Enrique Albornoz | 10 | 6 | 4 | |
| Pichincha | 15 | 11 | 4 | |
| Reino de Inglaterra | 15 | 8 | 7 | |
| República de Canadá | 10 | 3 | 7 | |
| Río Amazonas | 10 | 12 | 0 | |
| Río Guayas | 3 | 2 | 1 | |
| Río Pastaza | 10 | 3 | 7 | |
| San Miguel del Guabal | 3 | 1 | 2 | |
| Vasco Nuñez de Balboa | 3 | 2 | 1 | |
| Vicente Rocafuerte | 15 | 0 | 15 | |
| Washington Pazmiño | 10 | 5 | 5 | |
| 2 de Mayo | 15 | 4 | 11 | |
| 30 de Julio | 15 | 14 | 1 | |
| 9 de Octubre | 15 | 4 | 11 | |
| Alessandro Volta | 20 | 40 | 0 | |
| Alluriquín | 15 | 14 | 1 | |
| Calazacón | 15 | 8 | 7 | |
| Distrito Metropolitano | 40 | 96 | 0 | |
| El Esfuerzo | 10 | 5 | 5 | |
| Puerto Limón | 10 | 5 | 5 | |
| Santo Domingo | 40 | 40 | 0 | |
| Francisco José de Caldas | 15 | 20 | 0 | |
| Jaime Roldós Aguilera | 20 | 24 | 0 | |
| Las Delicias | 15 | 20 | 0 | |
| Luz de América | 15 | 5 | 10 | |
| Mariscal Sucre | 15 | 14 | 1 | |
| Julio Moreno Espinoza | 40 | 54 | 0 | |
| Valle Hermoso | 10 | 4 | 6 | |
| TOTAL DE COMPUTADORAS A COMPRAR | | | 335 | |

La información sobre el número de computadoras se obtuvo a partir de la visita técnica realizada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] FODETEL, Antecedentes, http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=85, 2008, 10 de noviembre del 2008.

[2] FODETEL, Misión Visión y Objetivos, http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=86, 2008, 10 de noviembre del 2008.

[3] Tanenbaum, Andrew, *Computers Networks*, 3ra. Edición, Ed. Prentice Hall, New Jersey, 1996.

[4] Valenzuela, José Luis, *Principios de Comunicaciones Móviles*, Ed. UPC, 2003.

[5] Felipe, Luis, Canales básicos de wireless: canales e interferencias, <http://www.mallorcaweb.net/jetclub/wifi/canales.htm>, 2004, 21 de enero del 2009.

[6] ADSL, <http://es.kioskea.net/contents/technologies/adsl.php3>, 16 de octubre del 2008, 30 de noviembre del 2008.

[7] Buettrich, Sebastián, Cálculo de Radioenlace, http://www.it46.se/downloads/courses/wireless/es/06_Calculo-Radioenlace/06_es_calculo-de-radioenlace_presentacion_v01.pdf, julio 2007, 15 de enero del 2009.

[8] TELNET, PON (Passive Optical Networks), <http://www.telnet-ri.es/index.php?id=279>, 2009, 09 de enero del 2009,

[9] Berrocal, Julio, Redes de Acceso de Banda Ancha, <http://www.bandaancho.es/NR/rdonlyres/C440697C-454B-48C2-8FD0->

A5E48302E0D1/0/librotaba28_1_de_3.pdf, febrero del 2003, 07 de diciembre del 2009.

[10] Telefónica, La Red de Acceso, http://www.telefonica.es/sociedaddeinformacion/pdf/publicaciones/telecomunicacion/esng/capitulos/08_la_red_de_acceso.pdf, 2007, 07 de diciembre del 2008.

[11] Magnoli, Daniel, Radio Mobile, <http://www.lw1drj.com.ar/users/docs/RADIO%20MOBILE.pdf>, septiembre del 2006, 20 de enero del 2009.

[12] Grupo de Radiocomunicación ETSIT – UPM, Tutorial de Radio Mobile, http://www.gatv.ssr.upm.es/stelradio/RDCM/adjuntos/material_consulta/Manuales%20del%20programa%20Radio%20Mobile/Manual%20de%20Radio%20Mobile.pdf, febrero del 2007, 20 de enero del 2009.

[13] Rauschmayer, Dennis, *ADSL/VDSL Principles: A Practical and Precise Study of Asymmetric Digital Subscriber Lines and Very High Speed Digital Subscriber Lines*, Ed. Macmillan Technical Publishing, 1999, 08 de diciembre del 2008.

[14] Junquera, Rafael, “CDMA American Congress”, *Tele – semana su boletín semanal de telecomunicaciones*, Volumen 1, 3 páginas, jueves 11 de diciembre del 2003, <http://www.tele-semana.com/archivo/Download.php?c=0832150021121-032>, 21 de enero del 2009.

[15] Bravo Gallardo, Christian David y Calle Zhañay, José Andrés, *Diseño de un ISP basado en la tecnología Broadband Power Line Communications, para la Empresa Eléctrica Quito S.A.*, julio 2006.

[16] INEC, Cantón Santo Domingo de los Colorados, www.inec.gov.ec/c/document_library/get_file?folderId=1095729&name=DLFE-16667.pdf -, 25 de noviembre del 2001, 20 de diciembre del 2008.

[17] INEC, Mapa de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, http://www.inec.gov.ec/image/image_gallery?img_id=1517518&t=1223045177720, 31 de diciembre del 2008, 25 de enero del 2009.

[18] Hernández, Roberto, *Metodología de la Investigación*, 4ta. Edición, Ed. Mc Graw Hill, México D.F. Abril del 2006.

[19] Wireless Distribution System, http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_Distribution_System, 28 de enero del 2009.

[20] Brealey, Richard, *Principios de Finanzas Corporativas*, 8va. Edición, Ed. Mc Graw Hill, 2006.

[21] Anzil, Federico, *Criterios de Decisión*, Econlink.com.ar Textos de Análisis Económico, 2005, 15 de Febrero del 2009.

FECHA DE ENTREGA

El presente proyecto de grado fue entregado en la fecha.

Sangolquí, _____ 2009

Realizado por:

Mónica Pamela Zea V.

Ing. Gonzalo Olmedo

COORDINADOR DE CARRERA DE TELECOMUNICACIONES