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 DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UNA RED A ACCESO PARA BRINDAR SERVICIOS DE VOZ Y DATOS A LAS UNIDADES EDUCATIVAS DEL CANTÓN VALENCIA EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS

LUCY MARIELA BARRENO REYES

SANGOLQUÍ - ECUADOR

2009

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto e grado titulado “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO PARA BRINDAR SERVICIOS DE VOZ Y DATOS A LAS UNIDADES EDUCATIVAS DEL CANTÓN VALENCIA EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS” ha sido desarrollado en su totalidad por las señorita LUCY MARIELA BARRENO REYES con C.I: 1205113721, bajo nuestra dirección.

Atentamente

Ing. Fabián Sáenz
DIRECTOR

Ing. Carlos Romero
CODIRECTOR

RESUMEN

El siguiente proyecto de Grado se trata del Diseño de una Red de Conectividad para dar acceso a Internet a 79 Unidades Educativas en el Cantón Valencia de la provincia de Los Ríos.

Valencia es una zona rica en agricultura y ganadería, pero con un alto déficit en educación por esta razón se pretende que proyectos de comunicación y conectividad como estos mejoren la situación actual.

La Institución ejecutora del proyecto es el FODETEL, que es el Fondo de Desarrollo para las Telecomunicaciones, organismo de promover la Conectividad hacia los sectores más sensibles como los son el sector rural.

El diseño de la Red comprende la Red de Backbone, así como la Red de Acceso para la conectividad con las escuelas, para este proyecto se hizo uso de los equipos Canopy de Motorola ya que son equipos que ofrecen grandes ventajas para trabajar en zonas remotas y de difícil acceso, mediante Simulación en un paquete de Software propio de Motorola se constató la confiabilidad del enlace, es decir las alturas de las torres y la capacidad de los equipos que se escogió cumplen con el desempeño del enlace.

El costo total de la Red, incluye el costo de los equipos, así con la infraestructura de Telecomunicaciones, implementación, servicio de internet, mano de obra, movilización, arriendos, etc., todos los gastos necesarios para el levantamiento del proyecto, con sus respectivas depreciaciones por año.

DEDICATORIA

A Luis y Mariana los padres que cualquier hijo desearía tener, por la fe que tienen en mi cada día brindándome su apoyo incondicional.

A mi tía Blanquita por ser esa voz de esperanza convirtiéndose en un estimulo en la culminación de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por la protección que me han brindado durante toda la carrera universitaria, por esa luz que guió mi camino durante todo este tiempo.

A mi papi y a mi mami que son mi vida, por el apoyo incondicional, por creer en mí siempre y apoyarme en todos los momentos de mi vida.

A mi tía Blanquita mi sostén en la buenas y en la malas, ojala la vida me alcance para pagarle por todo lo que ha hecho por mí y mi familia.

A mis maestros, por sus enseñanzas, por colaborar con este proyecto, en la información emitida.

A todos aquellos que hicieron posible este proyecto de vida.

PRÓLOGO

El siguiente proyecto tiene el objetivo de brindar comunicación mediante Internet al sector urbano y en un porcentaje más alto al sector rural del cantón Valencia en la Provincia de Los Ríos, mediante el FODETEL, que es una entidad encargada de fomentar y financiar proyectos como estos en donde se pretende contribuir de gran manera en el aspecto social brindando conocimiento mediante la conectividad.

Con este proyecto se va a beneficiar aproximadamente a unos 10.000 alumnos, y de esta manera mejorar el déficit en la educación que actualmente existe en el sector rural del Ecuador.

El cantón Valencia posee grandes hectáreas de cultivos, la mayoría de su gente vive de la agricultura y de la ganadería, existe un déficit bien alto en educación y acceso a la información.

La tecnología mediante el uso de Internet ha contribuido en gran escala en la mejora de proyectos agrícolas mediante el uso de la información, así que proyectos de conectividad como estos pretenden fortalecer el conocimiento, este proyecto permitirá un gran desarrollo en todos los campos, ya que la información es una herramienta fundamental para optimizar recursos, planificar tipos de producción y mejorar los métodos de producción en todos los campos.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

CAPÍTULO 1 ..... **1**

1. MARCO TEÓRICO **1**

1.1 INTRODUCCIÓN 1

1.2 ANTECEDENTES 2

1.3 CONCEPTOS BÁSICOS 3

1.3.1 Banda ancha 3

1.3.2 Multiplexación 3

1.3.3 Ancho de banda 4

1.3.4 Espectro Electromagnético 4

1.3.5 Tipos de Transmisión 6

1.3.6 Descripción de Topologías 7

1.3.7 Medios Guiados 8

1.3.8 Medios no Guiados 12

1.4 DEFINICIÓN DE POSIBLES SOLUCIONES TECNÓLOGICAS 14

1.4.1 Wi-Fi 14

1.4.2 WIMAX 15

1.4.3 Redes VSAT 16

1.4.4 Redes de Acceso de Banda Ancha 17

1.5 ORGANISMOS REGULADORES NACIONALES 20

1.5.1 Principios Constitucionales 20

1.5.2 Servicio Universal 21

1.5.3 Del Espectro Radioeléctrico 22

1.5.4 Fondo para el desarrollo de las Telecomunicaciones en áreas rurales y urbanas marginales (FODETEL) 23

CAPÍTULO 2 ..... **26**

2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO DEL CANTÓN VALENCIA EN LA PROVINCIA DE LOS RIOS **26**

2.1 INTRODUCCIÓN 26

2.2 DETALLE DE LOS SITIOS A PROVEER EL SERVICIO 26

2.3 INFORMACIÓN SOCIO ECONÓMICA 31

2.4 SELECION DE LOCALIDADES BENEFICIADAS 35
2.4.1 Localidades Beneficiadas ubicadas en el mapa de Valencia 35
2.4.2 Localidades Beneficiadas ubicadas en el mapa de Los Vergeles 39
2.4.3 Localidades Beneficiadas ubicadas en el mapa de Patricia Pilar 43
2.4.4 Localidades Beneficiadas ubicadas en el mapa de Pucayacu 44
2.4.5 Localidades Beneficiadas ubicadas en mapa Santa María del Toachi 45
2.4.6 ANALISIS DE REQUERIMIENTOS DE LOS USUARIOS 46
2.4.7 Requerimientos de Usuarios 46
2.4.8 Requerimientos de Aplicaciones 47
CAPÍTULO 3 49
3. DISEÑO DE LA RED DE CONECTIVIDAd 49
3.1 INTRODUCCIÓN 49
3.2 DESCRIPCIÓN DE LA RED 49
3.3 TECNOLOGÍA PROPUESTA 51
3.4 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO “CANOPY” 54
3.4.1 AP – Access Point 57
3.4.2 SM –Subscriber Module 58
3.4.3 BH –Backhaul 59
3.4.4 Módulo de Administración de Cluster (CMM) 60
3.4.5 Seguridad de la Red 62
3.5 DISEÑO FÍSICO DE LA SOLUCIÓN 63
3.5.1 Topología de la Red 63
3.5.2 Red de Backbone 64
3.5.3 Red de Acceso 67
3.5.4 Diagrama de Instalación 68
3.5.5 Área de Cobertura de los AP 69
3.6 ESTUDIO ESCUELA VICTOR MANUEL RENDÓN 70
3.6.1 Area de Cobertura de un AP para el Nodo Victor Manuel Rendón 71
3.6.2 Asignación de Equipos 71
3.7 ESTUDIOS ESCUELA FRANCISCO CALDERÓN 72
3.7.1 Área de Cobertura de un AP 73
3.7.2 Asignación de Equipos 73
3.8 ESTUDIOS ESCUELA C.E.I.EL VERGEL 74

3.8.1 Area de Cobertura de un AP 75
3.8.2 Asignación de Equipos 75
3.9 ESTUDIOS RENÉ DESCARTES 76
3.9.1 Area de Cobertura de un AP 77
3.9.2 Asignación de Equipos 77
3.10 ESTUDIOS ESCUELA AGNELIO HURTADO 78
3.10.1 Area de Cobertura de un AP 79
3.10.2 Asiganción de Equipos 79
3.11 ESTUDIOS GABRIELA MISTRAL 80
3.11.1 Area de Cobertura de un AP 81
3.11.2 Asignación de Equipos 81
3.12 INFRAESTRUCTURA DE UNA TRONCAL O NODO 83
3.13 ESPECIFICACIONES DE TORRES Y MÁSTILES 84
3.14 INFRAESTRUCTURA DE UNA ESCUELA 86
3.14.1 Sistema de tierra de escuelas 87
3.14.2 Bastidores para escuelas 88
3.14.3 UPS para escuelas 88
3.14.4 Red Interna Inalámbrica 89
3.15 INFRAESTRUCTURA DEL NODO DE DISTRIBUCIÓN DE INTERNET 94
3.16 DISEÑO LÓGICO DE LA SOLUCIÓN 95
3.16.1 Tipo de Red 95
3.16.2 Direccionamiento IP 96
3.16.3 Concentración de información 96
3.16.4 Control de Ancho de Banda 96
3.16.5 Servidor 98
3.16.6 Servidor de Gestión y Monitoreo 99
3.16.7 Disponibilidad de Servicio 100
3.17 ANÁLISIS DEL RADIO ENLACE 101
3.17.1 Potencia Transmitida 101
3.17.2 Ganancias De Las Antenas Transmisora Y Receptora 102
3.17.3 Pérdidas Básicas De Propagación En Espacio Libre 102
3.17.4 Pérdidas Adicionales De Propagación 102
3.17.5 Zonas De Fresnel 103

3.17.6 Cálculo del Enlace 103
3.18 ZONAS DE INFLUENCIA 105
3.18.1 Escuela Victor Manuel Rendón 105
3.18.2 Escuela Francisco Calderón 106
3.18.3 Escuela C.E.I. El Vergel 106
3.18.4 Escuela René Descartes 107
3.18.5 Escuela Agnelio Hurtado 107
3.18.6 Escuela Gabriela Mistral 108
3.19 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE UTLIZADO 108
3.19.1 Radio Mobile 108
3.19.2 Cómo instalar Radio Mobile 109
3.19.3 Cómo obtener datos de elevación y crear Mapas 110
3.19.4 Cómo crear una red 112
3.19.5 Herramientas 121
CAPITULO 4 126
4. ESTUDIO FINANCIERO 126
4.1 INTRODUCCIÓN 126
4.2 COSTOS DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR 126
4.3 INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES 128
4.3.1. Torres de Comunicaciones y Mástiles 128
4.3.2. Infraestructura Nodos 128
4.3.3. Infraestructura escuelas 129
4.3.4. Materiales 129
4.3.5. Acceso a Internet 129
4.3.6. Arriendos 130
4.3.7. Logística de Instalación 131
4.3.8. Transporte 131
4.3.9. Mano de obra de la Instalación 132
4.3.10. Mantenimiento 132
4.3.11. Costo Total del Proyecto 134
CAPITULO 5 136
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 136
5.1 CONCLUSIONES 136

5.2 RECOMENDACIONES....139
ANEXO 1....140
LISTADO DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS BENEFICIADAS....141
ANEXO 2....143
FOTOGRAFÍAS DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS BENEFICIADAS....144
ANEXO 3....148
PERFILES DE LOS ENLACES....149
ANEXO 4....188
ESTRUCTURA DE LA RED DE BACKBONE....189
ANEXO 5....190
DIAGRAMA DE CONECTIVIDAD DE LA RED....191
ANEXO 6....192
DISTRIBUCIÓN MULTIPUNTO....193
ANEXO 7....194
DIRECCIONES IP....195
ANEXO 8....198
HOJA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS....199
ANEXO 8....205
CONFIABILIDAD DE LOS ENLACES DE BACKBONE....206
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS....216

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.2 Espectro Electromagnético 5
Tabla 2.1 Listado de escuelas ubicados en el mapa de Valencia 36
Tabla 2.2 Listado de escuelas ubicadas en el mapa “Los Vergeles” 40
Tabla 2.3 Listado de escuelas ubicadas en el mapa “Patricia Pilar” 43
Tabla 2.4 Listado de escuelas ubicadas en el mapa “Pucayacu” 44
Tabla 2.5 Listado de escuelas ubicadas en el mapa “Santa María del Toachi” 45
Tabla 3.1 Resumida de Desempeño (AP - SM) 58
Tabla 3.2 Tabla resumida de desempeñó (P - P) 60
Tabla 3.3 Ubicación de las Radio Bases 65
Tabla 3.4 Equipamiento Necesario para Nodo “Victor Manuel Rendón” 71
Tabla 3.5 Lista de las Escuelas que se sirven desde El Nodo “Francisco Calderón” 72
Tabla 3.7 Equipamiento Necesario para Nodo “Francisco Calderón” 73
Tabla 3.8 Lista de las Escuelas que se sirven desde El Nodo “Francisco Calderón” 75
Tabla 3.9 Equipamiento Necesario para Nodo “C.E.I. El Vergel 75
Tabla 3.10 Lista de las Escuelas que se sirven desde El Nodo “René Descartes” 76
Tabla 3.11 Equipamiento Necesario para Nodo “René Descartes” 77
Tabla 3.12 Lista de las Escuelas que se sirven desde El Nodo “Agnelio Hurtado” 78
Tabla 3.13 Equipamiento Necesario para Nodo “Agnelio Hurtado” 79
Tabla 3.14 Equipamiento Necesario para Nodo “Gabriela Mistral” 81
Tabla 3.15 Resumen de las alturas de las Torres y Mástiles 82
Tabla 3.16 Número de computadoras y ancho de banda en función del número de alumnos 90
Tabla 3.17 Listado de Escuela que pertenecen al Grupo 1 91
Tabla 3.18 Listado de Escuela que pertenecen al Grupo 2 92
Tabla 3.19 Listado de Escuela que pertenecen al Grupo 3 93
Tabla 3.20 Listado de Escuela que pertenecen al Grupo 4 93
Tabla 3.21 Listado de Escuela que pertenecen al Grupo 5 93
Tabla 3.22 Listado de Escuela que pertenecen al Grupo 1 94
Tabla 4.1 Costos Referenciales para un enlace PTP 127
Tabla 4.2 Costos referenciales para un enlace PMP 127
Tabla 4.3 Costos referenciales para la Infraestructura de Telecomunicaciones 128
Tabla 4.4 Costos referenciales para los Nodos 128
Tabla 4.5 Costos referenciales para la infraestructura de las escuelas 129
Tabla 4.6 Costos referenciales para la instalación 129
Tabla 4.7 Costos referenciales para el servicio de Internet 130
Tabla 4.8 Costos referenciales para el servicio de Internet durante 5 Años 130

Tabla 4.9 Costos referenciales para el Arriendo de los Nodos 130
Tabla 4.10 Costos referenciales para el Arriendo de los Nodos durante 5 Años 131
Tabla 4.11 Costos referenciales para la Logística 131
Tabla 4.12 Costos referenciales para la Movilización 132
Tabla 4.13 Costos referenciales para la Mano de Obra de la Instalación 132
Tabla 4.14 Costos referenciales para el Mantenimiento durante 1 Año 133
Tabla 4.15 Costos referenciales para el Mantenimiento durante 5 Años 133
Tabla 4.16 Resumen del Costo Total del Proyecto 134
Tabla 4.17 Flujo Anual de Caja 135

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Distribución del espectro radioeléctrico por Regiones. 6
Figura 1.2 Tipos de Topología 8
Figura 1.3 Gráfico de Cable Par trenzado 9
Figura 1.4 Gráfico de Fibra óptica 11
Figura 1.5 Logotipo de certificación Wi-Fi 14
Figura 1.6 Logotipo de WIMAX 15
Figura 1.7 Esquema de Conexión para antenas VSAT 17
Figura 1.8 Red de Acceso 18
Figura 1.9 Alternativas de Acceso 20
Figura 1.10 Plataforma del FODETEL 23
Figura 1.11 Telecentros educativos 25
Figura 2.1 Mapa de Valencia 27
Figura 2.2 Piramide de Población, censo 2001. 28
Figura 2.3 Poblacion por áreas, censo 2001 28
Figura 2.4 Población por sexo, censo 2001. 29
Figura 2.5 Tasa de analfabetiso por sexo y por areas, censo 2001 29
Figura 2.6 Porcentaje de población según niveles de educación, censo 2001 30
Figura 2.7 Porcentaje del nivel de educación 31
Figura 2.8 Porcentaje del Número de alumnos por Unidad Educativa 32
Figura 2.9 Ubicación geográfica de las Localidades Beneficiadas 32
Figura 2.10 Porcentaje de las instituciones que poseen Computadora 33
Figura 2.11 Porcentaje de las Instituciones que poseen Servicio Telefónico 34
Figura 2.12 Mapa de “Valencia”, parte superior izquierda escala 1: 50000 37
Figura 2.13 Mapa de “Valencia”, parte superior derecha escala 1: 50000 37
Figura 2.14 Mapa de “Valencia”, parte inferior izquierda escala 1: 50000 38
Figura 2.15 Mapa de “Valencia”, parte inferior derecha escala 1: 50000 38
Figura 2.16 Mapa de Los Vergeles, parte superior e inferior izquierda, escala 1: 50000 41
Figura 2.17 Mapa de Los Vergeles, parte superior derecha, escala 1: 50000 42
Figura 2.18 Mapa de Los Vergeles, parte inferior izquierda, escala 1: 50000 42
Figura 2.19 Mapa de Patricia Pilar, escala 1: 50000. 43
Figura 2.20 Mapa de Pucayacu, escala 1:50000 44
Figura 2.21 Mapa de Santa María del Toachi, escala 1: 50000. 45
Figura 3.1 Ubicación geográfica de los puntos a enlazarse en el mapa del Ecuador en escala 1: 1000 000 50

Figura 3.2 Configuración PP y PMP 52
Figura 3.3 Plataforma inalámbrica de Banda Ancha CANOPY de MOTOROLA 53
Figura 3.4 Acceso y Distribución exterior 54
Figura 3.5 Esquema de instalación de los equipos CANOPY 55
Figura 3.6 El Alcance de Canopy 56
Figura 3.7 Gráfico de un AP 57
Figura 3.8 Gráfico de un SM 59
Figura 3.9 Componentes Canopy 61
Figura 3.10 Capas de Seguridad de Canopy 63
Figura 3.11 Topología de la Red 64
Figura 3.12 Ubicación geográfica de la Red de Backbone 65
Figura 3.13 Enlace Punto - Punto 66
Figura 3.14 Equipo MOTOROLA modelo PTP300 67
Figura 3.15 Access Point Figura 3.16 Modulo Suscriptor Figura 3.17 SM + Reflector 67
Figura 3.18 Esquema de instalación del AP Figura 3.19 Esquema de instalación del SM 69
Figura 3.20 Lista de las Escuelas que se sirven desde El Nodo “Victor Manuel Rendón” 70
Figura 3.21 Cobertura de un Cluster de 6 APs 71
Figura 3.22 Ubicación Geográfica del Nodo “Victor Manuel Rendón” 72
Figura 3.23 Cobertura de un Cluster de 4 AP 73
Figura 3.24 Ubicación geográfica del Nodo Francisco Calderón 74
Figura 3.25 Cobertura de un Clúster de 5 AP 75
Figura 3.26 Ubicación geográfica del Nodo C.E.I. El Vergel 76
Figura 3.27 Ubicación geográfica del Nodo René Descartes 78
Figura 3.28 Cobertura de un Clúster de 3 AP 79
Figura 3.29 Ubicación geográfica del Nodo Agnelio Hurtado 80
Figura 3.30 Lista de las Escuelas que se sirven desde El Nodo “Gabriela Mistral” 81
Figura 3.31 Cobertura de un clúster de 5 AP 81
Figura 3.32 Ubicación geográfica del Nodo Gabriela Mistral 82
Figura 3.33 Resumen de la Asignación de Equipos 83
Figura 3.34 Esquema de la Infraestructura en una Torre 84
Figura 3.35 Esquema de la Infraestructura en un Mástil 86
Figura 3.36 Esquema de Puesta a tierra 88
Figura 3.37 Red Interna Inalámbrica. 89
Figura 3.38 Nodo de Distribución de internet 94
Figura 3.39 Diseño de de red Metroethernet del Proyecto 98
Figura 3.40 Perfil del enlace Victor Manuel Rendón – Francisco Calderón 101
Figura 3.41 Desempeñó del Enlace Victor Manuel Rendón – Francisco Calderón 101
Figura 3.42 Escala de colores para el Nivel de Recepción 105

Figura 3.43 Zona de influencia “Victor Manuel Rendón” 105
Figura 3.44 Zona de influencia “Francisco Calderón” 106
Figura 3.45 Zona de influencia C.E.I. El Vergel 106
Figura 3.46 Zona de influencia “René Descartes” 107
Figura 3.47 Zona de influencia “Agnelio Hurtado” 107
Figura 3.48 Zona de influencia “Gabriela Mistral” 108
Figura 3.49 Configuración de las Propiedades del Mapa para extraer datos de elevaciones SRTM en los alrededores de Valencia. 111
Figura 3.50 Imagen Valencia.jpg. Representación de los datos de elevaciones SRTM en los alrededores del Cantón Valencia 112
Figura 3.51 Mapa de elevaciones de Valencia 113
Figura 3.52 Archivo > Propiedades de las redes > Parámetros. Parámetros de la red de Acceso 114
Figura 3.53 Propiedades de las Redes 115
Figura 3.54 Archivo > Propiedades de las redes > Sistemas 116
Figura 3.55 Archivo > Propiedades de las redes > Miembros. Asociación de la unidad Victor Manuel Rendón a la red Francisco Calderón 117
Figura 3.56 Topología de la red de Acceso de Valencia formada por un Nodo y varios terminales situados en los pueblos cercanos. 118
Figura 3.57 Diagrama de radiación de la antena yagui (yagi1.ant). 119
Figura 3.58 Archivo > Propiedades de las redes > Miembros. Orientación de la antena directiva de una unidad radio para que apunte a otra unidad. 120
Figura 3.59 Herramienta Enlace de Radio. Perfil del enlace entre el Nodo y el terminal 121
Figura 3.60 Herramienta Enlace de Radio. Tomás Edison visto desde Francisco Calderón. 122
Figura 3.61 Herramienta Enlace de Radio; Ver> Perfil 123
Figura 3.62 Área de cobertura del Nodo Francisco Calderón obtenida con la herramienta 124

GLOSARIO

AAS Adaptive Antenna System

ARQ Automatic Repeat reQuest

ATM Asynchronous Transfer Mode

ADSL Asymmetric Digital Suscriber Line

AU Access Unit

AVU Air Ventilation Unit

AWG American Wire Gauge, Calibre Americano

BE Best Effort, Mejor Esfuerzo

BS Base Station, Estación Base

CPE Costumer Premiases Equipment, Unidad de Premisas del suscriptor

CPS Common Part Sublayer

CS Convergente Sublayer, Capa de Convergencia

EDGE Enhanced Data rates for Global Evolution

GPRS General Packet Radio Service

IDU Indoor Unit

LOS Line of sight

MAC Médium Access Control

MPLS Multi Protocol Label Switching

NLOS Non-line-of-sight

NPU Network Processing Unit

ODU Outdoor Unit

OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplexing

OFDMA Orthogonal Frequency Division Multiple Access

PDU Protocol Data unidad

PHS Payload Header Suppression, Supresión de cabecera de la carga útil de la trama

PIU Power Interface Unit

PS Privacy Sublaye, Subcapa de Privacidad

PSK	Phase Shift Keying
PSTN	Public Switched Telephony Network
PSU	Power Supply Unit
QAM	Quadrature Amplitude Modulation, Modualción de Amplitud en Cuadratura
QoS	Quality of Service
RTPC	Red Telefónica Pública Conmutada
SDU	Service Data Unit
SNMP	Simple Network Management Protocol, Protocolo Simple de Gestión de Red
SOHO	Small Office Home Office, Pequeña Oficina en Casa
SU	Suscriber Unit, Unidad de Suscriptor
VoDSL	Voz sobre DSL
VPN	Virtual Private Networks, Redes Privadas Virtuales
xDSL	Digital Suscriber Line, Línea Digital de Suscrptor

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio se lo va a realizar debido a la necesidad que existe en el sector rural carente de conocimiento en cuanto a tecnología, se va atender directamente a unidades educativas que no cuentan con ningún servicio de telecomunicaciones.

El Gobierno Nacional, a través del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones (FODETEL), es el que está financiando proyectos de gran importancia. Este proyecto se enmarca dentro del Plan de Conectividad que plantea que el 100% de escuelas públicas dispongan de acceso a Internet.

El Ing. Jaime Guerrero Ruiz, Secretario Nacional de Telecomunicaciones, ha dado especial atención a los proyectos de carácter social que se ejecutan por medio del FODETEL[1], por lo que se encuentran analizando la posibilidad de aumentar el número de escuelas beneficiarias. De ahí que, además de los recursos económicos provenientes del pago del 4% del Fondo Rural Marginal (actualmente derogado), se utilizará el fondo económico del 1% del aporte de los operadores.

[1] Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones

Si bien Andinatel, ahora CNT[2] provee del servicio, los fondos económicos provienen de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL), a través del FODETEL.

En cuanto a la sostenibilidad del proyecto, el FODETEL junto con las comunidades y Municipios de las diferentes provincias han acordado estrategias a seguir en el futuro para que niños y jóvenes ecuatorianos puedan continuar aprovechando de la conectividad instalada pasados los cinco años que dura la entrega gratuita de servicio.

Luego de un análisis técnico de las localidades dentro del área de cobertura de las poblaciones principales, han quedado definidas para el proyecto 79 unidades educativas a quienes se va a favorecer con este proyecto.

1.2 ANTECEDENTES

Con el objetivo social de permitir el desarrollo tecnológico y acceso a la conectividad mundial de los centros educativos primarios del Cantón Valencia en la Provincia de Los Ríos, existe la obligación moral de aportar con mis conocimientos en el área de las telecomunicaciones, para beneficiar a uno de los sector más pobres y olvidados del Ecuador, como es el sector rural, en este caso particular he escogido la provincia de Los Ríos, por ser el lugar donde tuve mi formación académica, primaria y secundaria y tengo el conocimiento de las deficiencias en este campo.

Además, al ser esta una provincia rica en recursos agrícolas, este proyecto permitirá un gran desarrollo en todos los campos, ya que la información es una herramienta fundamental para optimizar recursos, planificar tipos de producción y mejorar los métodos de producción en todos los campos.

[2] Corporación Nacional de Telecomunicaciones

Al ser esta provincia una zona rica en agricultura, ganadería, etc. Mediante la ejecución de este proyecto, mi objetivo es que la gente tenga facilidad para el acceso al conocimiento, así en el caso de la agricultura se puede aplicar en la mejora de cultivos, que es el principal ingreso económico de la mayor parte de la provincia.

1.3 CONCEPTOS BÁSICOS

1.3.1 Banda ancha

Se conoce como banda ancha en telecomunicaciones a la transmisión de datos en el cual se envían simultáneamente varias piezas de información, con el objeto de incrementar la velocidad de transmisión efectiva. En ingeniería de redes este término se utiliza también para los métodos en donde dos o más señales comparten un medio de transmisión. [2]

Algunas de las variantes de los servicios de línea de abonado digital (DSL[3]) son de banda ancha en el sentido de que la información se envía sobre un canal y la voz por otro canal. Los modems analógicos que operan con velocidades mayores a 600 bps también son técnicamente banda ancha, pues obtienen velocidades de transmisión efectiva mayores usando muchos canales en donde la velocidad de cada canal se limita a 600 baudios. Por ejemplo, un modem de 2400 bps usa cuatro canales de 600 baudios. Este método de transmisión contrasta con la transmisión en banda base, en donde un tipo de señal usa todo el ancho de banda del medio de transmisión, como por ejemplo Ethernet 100BASE-T. [2]

1.3.2 Multiplexación

Las comunicaciones pueden utilizar distintos canales físicos simultáneamente; es decir multiplexar para tener acceso múltiple. Tales canales pueden distinguirse uno de otro por estar separados en: tiempo (multiplexación por división de tiempo o TDM), frecuencia de portadora (multiplexación por división de frecuencia, FDM o

[3] Digital Subscriber Line

multiplexación por división de longitud de onda, WDM), o por código(multiplexación por división de código, CDMA). Cada canal que toma parte en la multiplexación es por definición de banda estrecha (pues no está utilizando todo el ancho de banda del medio).

1.3.3 Ancho de banda

El ancho de banda es el rango de frecuencias que se transmiten por un medio. Se define como BW, y aquí encontramos como ejemplo que en BW telefónico se encuentra entre 300 Hz y 3.400 Hz o el BW de audio perceptible al oído humano se encuentra entre 20 Hz y 20.000 Hz. Por lo general al usar este término nos referimos a la velocidad en que puedo transmitir. Normalmente el término BW es el más apropiado para designar velocidad que el de Mbps ya que este ultimo viene afectado por una serie de características que provocan que el primero de un dato más acertado y real de la velocidad.

1.3.4 Espectro Electromagnético

En la física se habla de espectro como la dispersión o descomposición de una radiación electromagnética, que contiene radiaciones de distintas longitudes de onda, en sus radiaciones componentes. Aunque no es una definición muy clara, dentro de los espectros nos encontramos con lo que son las señales radiales, telefónicas, microondas, infrarrojos y la luz visible, entonces el espectro es el campo electromagnético en el cual se encuentran las señales de cada uno de ellas. Por ejemplo la fibra óptica se encuentra en el campo de la luz visible o la transmisión satelital en el de las microondas.

La distorsión de una señal depende del tipo de medio utilizado y de la anchura de los pulsos. Para cuantificar sus efectos se utilizan los conceptos de ancho de banda de la señal y de banda pasante del medio. Ahora, los problemas de interferencia, distorsión y ruido pueden causar errores en la recepción de la información, normalmente expresados como aparición de bits erróneos. Los medios

de transmisión se caracterizan por tener una velocidad de transmisión de la información máxima, a partir de la cual la cantidad de errores que introducen es demasiado elevada (capacidad del canal).

RANGO DE FRECUENCIAS	DESIGNACION	USOS
30 Hz a 300 Hz	ELF (Extremely Low Frecuency)	Submarino/Energia
300 Hz a 3 KHz	ULF (Ultra Low Frecuency)	Oído Humano
3 KHz a 30 KHz	VLF (Very Low Frecuency)	Oído Humano
30 KHz a 300 KHz	LF (Low Frecuency)	
300 KHz a 3 MHz 3 MHz a 30 MHz	MF (Médium Frecuency) HF (High Frecuency)	Radio AM
30 MHz a 300 MHz	VHF(Very High Frecuency)	Radio FM y TV en difusión
300 MHz a 3 GHz	UHF (ultra High Frecuency)	TV difusión
3 GHz a 30 GHz	SHF (Super High Frecuency)	Microondas terrestre/satélite
30 GHz a 300 GHz	EHF (Extremely High Frecuency)	Microondas terrestre/satélite

Tabla 1.1 Espectro Electromagnético

Estas ondas son utilizadas para la transmisión de datos, vía modulación, televisión, teléfonos móviles, redes inalámbricas, emisoras de radiodifusión, de radioaficionados, hornos microondas, etc.

Actualmente, el espectro radioeléctrico es considerado como un recurso natural limitado, razón por la que se requiere de procedimientos a través de los cuales se otorguen, en forma transparente y ordenada las concesiones para su uso, explotación y aprovechamiento eficiente. “La planificación, administración y control de su uso corresponde al Estado a través del CONATEL, la Secretaria y la Superintendencia en los términos de la Ley Especial de Telecomunicaciones[4]” [1]

El espectro radioeléctrico, debido a su comportamiento omnidireccional requiere ser regulado no sólo a nivel nacional sino también a nivel internacional. El Reglamento de radiocomunicaciones (RR) de la Unión Internacional de

[4] Reglamento General a la Ley de especial de Telecomunicaciones reformada

Telecomunicaciones (UIT[5]) (Normas y recomendaciones) es el instrumento internacional como rango de tratado multilateral que forma parte de la legislación en materia de telecomunicaciones en nuestro país.

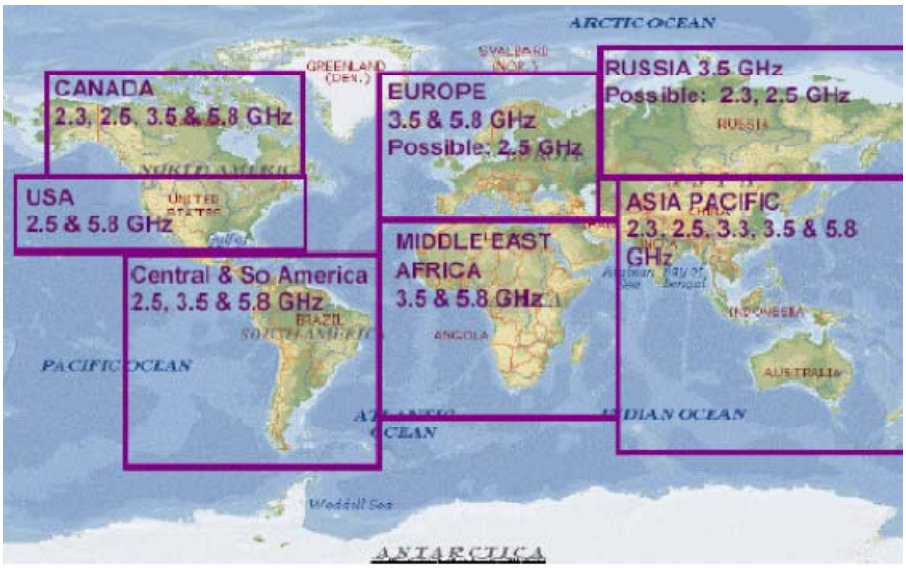


Figura 1.1 Distribución del espectro radioeléctrico por Regiones.

1.3.5 Tipos de Transmisión

- **Transmisión Simplex**: la transmisión de datos se produce en un solo sentido. siempre existen un nodo emisor y un nodo receptor que no cambian sus funciones.
- **Transmisión Half-Duplex**: la transmisión de los datos se produce en ambos sentidos pero alternativamente, en un solo sentido a la vez. Si se está recibiendo datos no se puede transmitir.
- **Transmisión Full-Duplex:** la transmisión de los datos se produce en ambos sentidos al mismo tiempo. un extremo que esta recibiendo datos puede, al mismo tiempo, estar transmitiendo otros datos.
- **Transmisión Asincrona**: cada byte de datos incluye señales de arranque y parada al principio y al final. La misión de estas señales consiste en:

[5] Unión Internacional de Telecomunicaciones

- Avisar al receptor de que está llegando un dato.
- Darle suficiente tiempo al receptor de realizar funciones de sincronismo antes de que llegue el siguiente byte.

- **Transmisión Sincrona**: se utilizan canales separados de reloj que administran la recepción y transmisión de los datos. Al inicio de cada transmisión se emplean unas señales preliminares llamadas:

  - Bytes de sincronización en los protocolos orientados a byte.
  - Flags en los protocolos orientados a bit.
  - Su misión principal es alertar al receptor de la llegada de los datos.

1.3.6 Descripción de Topologías

Se llama topología de una Red al patrón de conexión entre sus nodos, es decir, a la forma en que están interconectados los distintos nodos que la forman. Los Criterios a la hora de elegir una topología, en general, buscan que eviten el coste del encaminamiento (necesidad de elegir los caminos más simples entre el nodo y los demás), dejando en segundo plano factores como la renta mínima, el coste mínimo, etc. Otro criterio determinante es la tolerancia a fallos o facilidad de localización de éstos. También tenemos que tener en cuenta la facilidad de instalación y reconfiguración de la Red.

Hay dos clases generales de topología utilizadas en Redes de Área Local: Topología tipo Bus y Topología tipo Anillo. A partir de ellas derivan otras que reciben nombres distintos dependiendo de las técnicas que se utilicen para acceder a la Red o para aumentar su tamaño. Algunas personas consideran también la topología Estrella, en la que todos los nodos se conectan a uno central. Aunque en algunos casos se utilice, una configuración de este tipo no se adapta a la filosofía LAN, donde uno de los factores más característicos es la distribución de la capacidad de proceso por toda la Red. En una Red Estrella gran parte de la capacidad de proceso y funcionamiento de la Red estarán concentradas en el nodo central, el cual deberá de ser muy complejo y muy rápido para dar un servicio satisfactorio a todos los nodos.

- **Estrella:** en este tipo de topología todas las estaciones de trabajo se conectan a una estación central que se encarga de establecer, mantener y romper la conexión entre las estaciones. En este tipo de red si cae la estación central cae toda la red.

- **Bus:** en esta topología todas las estaciones están conectadas al mismo cable. En una Red Bus, todas las estaciones escuchan todos los mensajes que se transfieren por el cable, capturando este mensaje solamente la estación a la cual va dirigido, que responde con un ACK o señal que significa haber recibido el mensaje correctamente.

- **Anillo:** todos los nodos de la red están conectados a un bus cerrado, es decir, un círculo o lazo.

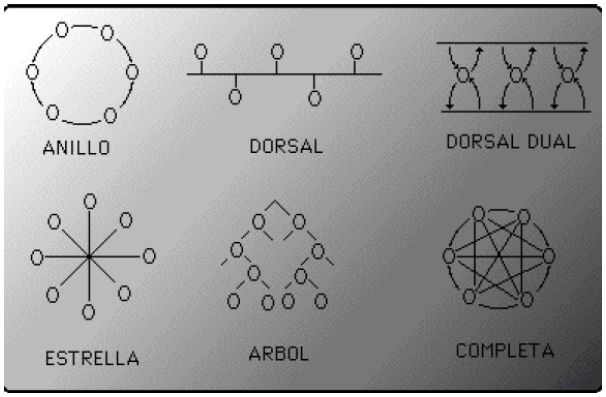


Figura 1.2 Tipos de Topología

1.3.7 Medios Guiados

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

- **Par trenzado**

Normalmente se les conoce como un par de conductores de cobre aislados entrelazados formando una espiral. Es un enlace de comunicaciones. En estos el paso del trenzado es variable y pueden ir varios en una envoltura.

El hecho de ser trenzado es para evitar la diafonía (la diafonía es un sonido indeseado el cual es producido por un receptor telefónico).

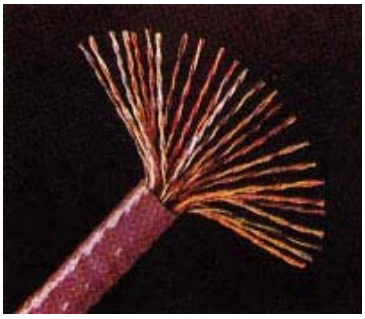


Figura 1.3 Gráfico de Cable Par trenzado

Es el medio más común de transmisión de datos que existe en la actualidad, pudiéndose encontrar en todas las casas o construcciones de casi cualquier lugar. Se utiliza para la formación de una red telefónica, la cual se da entre un abonado o usuario y una central local. En ocasiones dentro de un edificio se construyen centrales privadas conocidas como PBX. Las redes locales manejan una velocidad de transmisión de información comprendida entre los 10 Mbps y los 100 Mbps.

En este medio de transmisión encontramos a favor el hecho de ser prácticamente el más económico que se puede ubicar en el mercado actual, por otro lado es el más fácil de trabajar por lo que cualquier persona con un mínimo de conocimientos puede adaptarlo a sus necesidades. Por otro lado tiene en contra que tiene una baja velocidad de transferencia en medio rango de alcance y un corto rango de alcance en LAN para mantener la velocidad alta de transferencia (100 mts).

Dentro de sus características de transmisión nos encontramos con que con un transmisor analógico necesitamos transmisores cada 5 o 6 Km; con un transmisor digital tenemos que las señales que viajan pueden ser tanto analógicas como digitales, necesitan repetidores de señal cada 2 o 3 Km lo que les da muy poca velocidad de transmisión, menos de 2 Mbps; en una red LAN las velocidades varían entre 10 y 100 Mbps en una distancia de 100 mts, de lo cual podemos además decir que la capacidad de transmisión está limitada a 100 Mbps, además es muy susceptible a interferencias y ruidos.

Se dice entonces que el par trenzado cubre una distancia aproximada de menos de 100 mts y transporta aproximadamente menos de 1 Mbps.

- **Cable coaxial**

El cable coaxial es un medio de transmisión relativamente reciente y muy conocido ya que es el más usado en los sistemas de televisión por cable. Físicamente es un cable cilíndrico constituido por un conducto cilíndrico externo que rodea a un cable conductor, usualmente de cobre. Es un medio más versátil ya que tiene más ancho de banda (500Mhz) y es más inmune al ruido. Es un poco más caro que el par trenzado aunque bastante accesible al usuario común. Encuentra múltiples aplicaciones dentro de la televisión (TV por cable, cientos de canales), telefonía a larga distancia (puede llevar 10.000 llamadas de voz simultáneamente), redes de área local (tiende a desaparecer ya que un problema en un punto compromete a toda la red).

Tiene como características de transmisión que cuando es analógica, necesita amplificadores cada pocos kilómetros y los amplificadores más cerca de mayores frecuencias de trabajos, y hasta 500 Mhz; cuando la transmisión es digital necesita repetidores cada 1 Km y los repetidores más cerca de mayores velocidades transmisión. [8]

- **Fibra óptica**

Es el medio de transmisión más novedoso dentro de los guiados y su uso se está masificando en todo el mundo reemplazando el par trenzado y el cable coaxial en casi todos los campos. En estos días lo podemos encontrar en la televisión por cable y la telefonía.

En este medio los datos se transmiten mediante una haz confinado de naturaleza óptica, de ahí su nombre, es mucho más caro y difícil de manejar pero sus ventajas sobre los otros medios lo convierten muchas veces en una muy buena elección al momento de observar rendimiento y calidad de transmisión.[8]

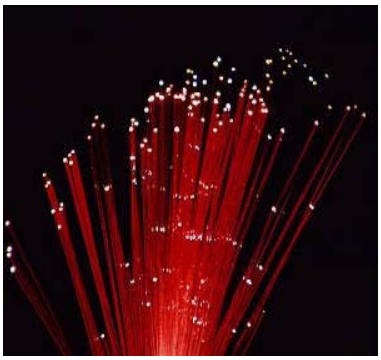


Figura 1.4 Gráfico de Fibra óptica

Físicamente un cable de fibra óptica está constituido por un núcleo formado por una o varias fibras o hebras muy finas de cristal o plástico; un revestimiento de cristal o plástico con propiedades ópticas diferentes a las del núcleo, cada fibra viene rodeada de su propio revestimiento y una cubierta plástica para protegerla de humedades y el entorno. La fibra óptica encuentra aplicación en los enlaces entre nodos, backbone, atm, redes Lan´s, gigabit Ethernet, largas distancias, etc.

Dentro de las características de transmisión encontramos que se basan en el principio de “reflexión total” (índice de refracción del entorno mayor que el del medio de transmisión), su guía de onda va desde 10^{14} Hz a 10^{15} Hz.

La tecnología de fibra óptica usa la multiplexación por división que es lo mismo que la división por frecuencias, utiliza múltiples canales cada uno en diferentes longitudes de onda (policromático) y una fibra (en la actualidad) hasta 80 haces con 10 Gbps cada uno.

Usa dos modos de transmisión, el monomodo (este cubre largas distancias, más caro, mas velocidad debido a no tener distorsión multimodal) y el multimodo (cubre cortas distancias, es más barata pero tiene menos velocidad (100 Mbps) además se ve afectado por distorsión multimodal).

De la fibra óptica podemos decir que su distancia está definida por varios Kilómetros y su capacidad de transmisión viene dada por varios Gbps. [8]

1.3.8 Medios no Guiados

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

De manera general podemos definir las siguientes características de este tipo de medios:

La transmisión y recepción se realiza por medio de antenas, las cuales deben estar alineadas cuando la transmisión es direccional, o si es omnidireccional la señal se propaga en todas las direcciones. [8]

- **Microondas Terrestres**

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

de corta longitud. Tiene como características que su ancho de banda varía entre 300 a 3.000 Mhz Es usado como enlace entre una empresa y un centro que funcione como centro de conmutación del operador, o como un enlace entre redes LAN[6]

Para la comunicación de microondas terrestres se deben usar antenas parabólicas, las cuales deben estar alineadas o tener visión directa entre ellas, además entre mayor sea la altura mayor el alcance, sus problemas se dan perdidas de datos por atenuación e interferencias, y es muy sensible a las malas condiciones atmosféricas. [8]

- **Satélites**

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

Las microondas por satélite, o mejor, el satélite en si no procesan información sino que actúa como un repetidor-amplificador y puede cubrir un amplio espacio de espectro terrestre. [9]

- **Ondas de Radio.**

Son las más usadas, pero tienen apenas un rango de ancho de banda entre 3 KHz y los 300 GHz Son poco precisas y solo son usados por determinadas redes de datos o los infrarrojos.[10]

[6] Local Area Network

1.4 DEFINICIÓN DE POSIBLES SOLUCIONES TECNÓLOGICAS

1.4.1 Wi-Fi

Wi-Fi (Wireless Fidelity) es el nombre coloquial de la familia de estándares IEEE[7] 802.11 para redes locales inalámbricas (WLAN[8]) que soportan el estándar IEEE 802.11x. Fue creado en 1999 por una asociación de empresas fabricantes de dispositivos Wi-Fi, conocida como WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) que, recientemente cambio su nombre a Wi-Fi Alliance. Su trabajo desarrollado en paralelo al de promoción y educación llevados a cabo por WLANA (Wireless LAN Alliance), ha contribuido a abaratar los precios, creando un auténtico mercado internacional en expansión, ya que productos de distintos fabricantes con el sello Wi-Fi deben funcionar correctamente entre sí.

Aunque en muchas aplicaciones compite con Bluetooth y UWB (Ultra Wide Band), se trata de tecnologías complementarias y no enfrentadas. Wi-Fi se ha diseñado, básicamente, para eliminar la necesidad de conectarse a una red LAN empleando un cable de red, tal y como se ha venido haciendo hasta ahora. Por otro lado, Bluetooth está más orientado a la interconexión directa de dispositivos inalámbricos en entornos más reducidos (como un hogar) y con menos necesidades de ancho de banda.

Figura 1.5 Logotipo de certificación Wi-Fi

[7] Institute of Electrical and Electronic Engineers
[8] Wide Area Network

La topología de una red Wi-Fi más común es aquella en la que los equipos móviles se comunican entre sí a través de un dispositivo intermedio denominado punto de acceso (Access Point). El usuario, una vez conectado a un punto de acceso, podrá ir moviéndose libremente por las zonas en las que haya cobertura y, en su movimiento, irá cambiando de punto de acceso (roaming) según las necesidades, de manera que se mantenga una conexión a red en condiciones.
Aparte de la utilización de Wi-Fi en hot-spots, una aplicación que se está extendiendo con gran rapidez es en el entorno residencial, como punto de acceso de los usuarios, que puede conformar una LAN inalámbrica, conectada al router de acceso a Internet, que le ofrecen los operadores al contratar una línea ADSL. De esta manera, se pueden conectar desde cualquier estancia de la casa, desde uno o varios PC. [3]

1.4.2 WIMAX

Las redes Wi-Fi permiten la construcción de las denominadas “microceldas”, que son áreas de cobertura de un radio inferior a las pocas centenas de metros. Pero, si queremos asociar microceldas próximas para constituir redes inalámbricas de mayor cobertura, el procedimiento comúnmente empleado es la interconexión de cada una de éstas a las redes públicas cableadas de operadores.

Este modelo, habitual en las grandes ciudades, es de difícil implantación en zonas rurales y dispersas y, además, condiciona el despliegue a la existencia de una red de cobertura amplia, habitualmente constituida mediante redes fijas.

Figura 1.6 Logotipo de WIMAX

Considerando esta limitación, el consorcio IEEE ha establecido un grupo de trabajo, el 802.16, para proponer una tecnología inalámbrica de largo alcance para redes MAN inalámbricas o WMAN (Wireless MAN). El resultado ha sido la aprobación en 2002 del estándar IEEE 802.16, al que añadió en el año 2003 el anexo 802.16ª, cuyas características más destacables son una importante

compatibilidad técnica con la serie 802.11 (lo que facilitará la inmediata salida de productos al mercado), y el permitir flujos binarios entre 50 y 100 Mbps (típicamente 70 Mbps) con rangos de cobertura cercanos a los 50 kilómetros.

WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) es un nuevo estándar del IEEE (802.16) para la comunicación inalámbrica a alta velocidad (ancho de banda de 70 Mbps o más) y a larga distancia (50 Km) tanto en zonas urbanas como rurales utilizando microondas.
Existen dos variantes de este estándar:

- ✓ 802.16a, que trabaja en la banda de 2 a 11 GHz y que puede operar sin que haya visión directa entre la estación base y los usuarios.
- ✓ 802.16, que opera en la banda de 10 a 66 GHz y que necesita trabajar con visión directa, pero ofrece un mayor ancho de banda.

Los productos basados en la tecnología 802.16a pueden proporcionar conectividad de banda ancha inalámbrica con nivel garantizado de servicio (QoS) para las aplicaciones empresariales (como videoconferencia o VoIP), y a los hogares para las aplicaciones de banda ancha residenciales. Estos productos también permitirán que los proveedores de servicios ofrezcan servicios de voz y de datos. [3]

1.4.3 Redes VSAT

Las redes VSAT[9] son una de las aplicaciones de las comunicaciones vía satélite. Se basan en terminales terrenos de pequeño y bajo coste dispuestos en gran variedad de configuraciones que utilizan un enlace de satélite para comunicarse entre sí.

[9] Very Small Aperture Terminal

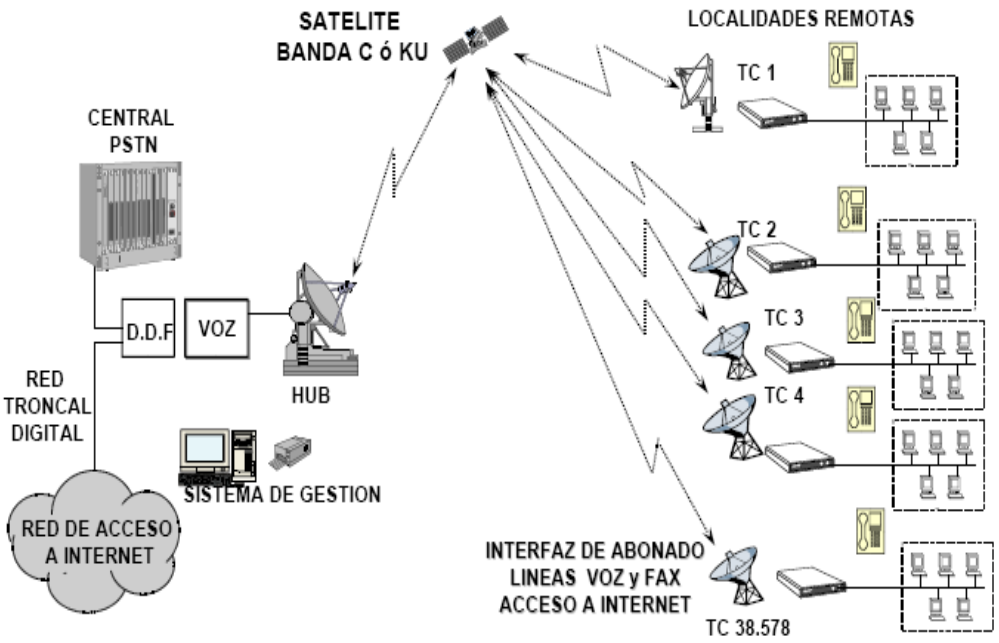


Figura 1.7 Esquema de Conexión para antenas VSAT

Además de por los terminales, las redes VSAT están formadas por otras estaciones terrenas mayores (con antenas de un diámetro comprendido entre 6 y 9 m) que realiza las funciones de gestión (NMC, Network Management Centre). En la figura podemos ver un esquema e una de estas redes. [3]

1.4.4 Redes de Acceso de Banda Ancha

La red de acceso abarca los elementos tecnológicos que soportan los enlaces de telecomunicaciones entre los usuarios finales y el último nodo de la red. A menudo se denomina lazo de abonado o simplemente la última (o la primera milla). Sus principales componentes son: los medios de comunicación (par de cobre, cable coaxial, fibra óptica, canal radioeléctrico) y los elementos que realizan la adecuación de la señal a los mismos.

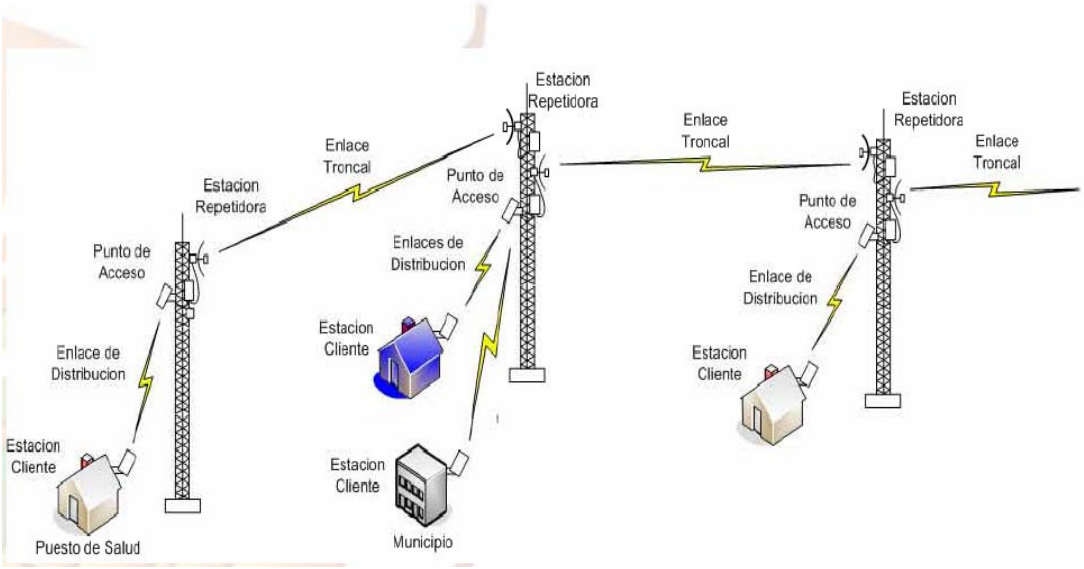


Figura 1.8 Red de Acceso

El mundo de las redes de acceso de banda ancha es muy diverso, distinguiéndose por el medio de transmisión empleado, técnica de acceso al medio en caso de que se comparta el canal ascendente, tipo de modulación empleada, velocidades alcanzadas, entre otras. El objetivo de todas es lograr que sobre una única estructura, se transporte todos los tipos de servicio, destacándose servicios de video de difusión e interactivo, servicios de voz, y de transferencia de datos esencialmente para el acceso a Internet; lográndose tal objetivo en mayor o menor medida. Esto ha provocado una gran competencia entre operadores de cable, inalámbricos, y de telecomunicaciones tradicionales que ha ayudado a su vez que las investigaciones y el desarrollo de la tecnología se hayan visto acelerados en los últimos diez años.

La necesidad de ancho de banda ha hecho nacer varias tecnologías de acceso de banda ancha que, entre otros servicios, permiten un acceso permanente y de alta velocidad a Internet:

- ✓ DSL en todas sus formas simétricas y asimétricas, utiliza la infraestructura de cobre para dar servicios a velocidades de hasta algunos Mbps.

- ✓ PLC emplea la red eléctrica de baja tensión para hacer llegar a los hogares la banda ancha.
- ✓ LMDS ofrece velocidades de banda ancha a usuarios residenciales y a profesionales independientes vía tecnología inalámbrica, al igual que lo hace WIMAX, un nuevo estándar que alcanza unas prestaciones muy elevadas.
- ✓ HFC emplea el cable coaxial para entregar servicios digitales a muchos usuarios.
- ✓ UMTS, fue concebido para servicios de voz y de datos de tercera generación, a través de redes móviles celulares, ofreciendo mejores prestaciones que GPRS.

A pesar de las enormes diferencias entre estas tecnologías, todas ellas se caracterizan por el aumento de la velocidad de transferencia de datos al usuario final en un orden de magnitud muy superior en comparación con las soluciones de banda estrecha que les precedieron.

En consecuencia, todas abren la puerta a un conjunto amplio de nuevos servicios. Aunque el servicio final esté generalmente relacionado con las aplicaciones IP, el tráfico se suele convertir en ATM antes de entregarlo a la red de transmisión.

De forma general, se acostumbra a clasificar las redes de acceso en cuatro grupos principales según el medio de soporte: par trenzado, fibra/coaxial, inalámbrico, y todo fibra. La figura muestra algunas de las tecnologías e implementaciones que caen dentro de las categorías anteriores. [3]

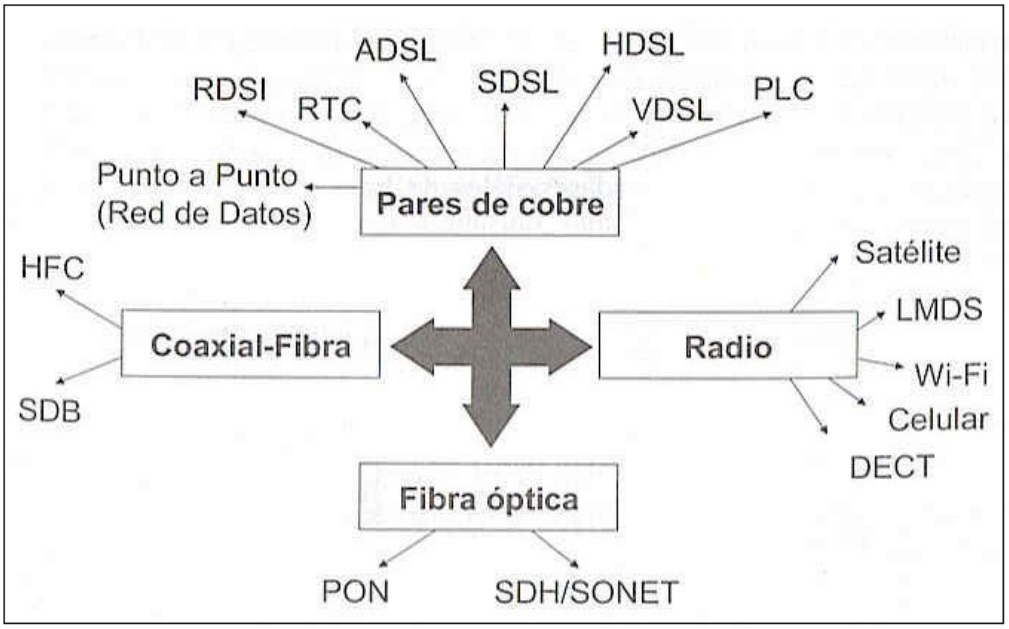


Figura 1.9 Alternativas de Acceso

1.5 ORGANISMOS REGULADORES NACIONALES

1.5.1 Principios Constitucionales

El artículo 247 señala que son de propiedad inalienable e imprescriptible del Estado los recursos naturales no renovables, y que será facultada exclusiva del Estado la concesión de uso de frecuencias electromagnéticas, para la difusión de señales de radio, televisión y otros medios. Se garantizará la igualdad de condiciones en la concesión de dichas frecuencias. Se prohíbe la transferencia de las concesiones y cualquier forma de acaparamiento directo o indirecto por el Estado o por particulares, de los medios de expresión y comunicación social.

El artículo 249 señala que es responsabilidad del Estado la provisión de servicios públicos, entre ellos, el de telecomunicaciones. Este servicio público puede prestarlos directamente o por delegación a empresas mixtas o privadas, mediante concesión asociación, capitalización, traspaso de la capacidad accionaria o cualquier otra forma contractual de acuerdo con la Ley.

1.5.2 Servicio Universal

Art. 22.- Denominase Servicio Universal a la obligación de extender el acceso de un conjunto definido de servicios de telecomunicaciones aprobados por el CONATEL a todos los habitantes del territorio nacional, sin perjuicio de su condición económica, social o su localización geográfica, a precio asequible y con la calidad debida.

La implantación de los proyectos del servicio universal en áreas rurales y urbano-marginales, que no hayan sido contemplados en los planes de expansión de los prestadores de servicios aprobados por el CONATEL[10] ni en los títulos habilitantes, será financiada con recursos provenientes del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano-Marginales FODETEL.

Art. 23.- El CONATEL definirá el conjunto de servicios que constituyen el servicio universal y establecerá, conforme al reglamento correspondiente, el Plan de Servicio Universal, señalando las metas específicas a alcanzarse así como los procedimientos para el efecto.

El Plan de Servicio Universal contemplará los planes de expansión de los prestadores de servicios de telecomunicaciones y los proyectos para zonas rurales y urbano-marginales financiados por el FODETEL. En el Plan de Servicio Universal se promoverán, de manera prioritaria, los proyectos de telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano-marginales. [1]

- **Clasificación de los Servicios de Telecomunicaciones**

    - **Servicios Públicos:** Telefonía Fija local, larga distancia nacional, internacional, telefonía pública.

[10] Consejo Nacional de Telecomunicaciones

- **Servicios Finales y Portadores**.- Para efectos de la presente Ley, los servicios abiertos a la correspondencia pública se dividen en servicios finales y servicios portadores, los que se definen a continuación y se prestan a los usuarios en las siguientes condiciones:
    - **Servicios finales:** son aquellos servicios de telecomunicaciones que proporcionan la capacidad completa para la comunicación entre usuarios, incluida las funciones de equipo terminal y que generalmente requieren elementos de conmutación. Ejemplo: Telefonía, fax, STMC, SMA, etc.
    - **Portadores**: Son los servicios de telecomunicación que proporcionan la capacidad necesaria para la transmisión de señales entre puntos de terminación de red definidos.

1.5.3 Del Espectro Radioeléctrico

- **Reglamento General**

Art. 57.- El uso de frecuencias del espectro radioeléctrico requiere de un título habilitante, aprobada por el CONATEL y otorgada por la Secretaría, para lo cual se pagarán los valores que corresponda. (...). La ampliación, extensión, renovación, o modificación de las condiciones fijadas en el título habilitante requerirá de una nueva.

Art. 58.- El pago mensual por el uso de frecuencias previamente asignadas será fijado por el CONATEL sobre la base de un estudio técnico y económico, precautelando los intereses de los usuarios y promoviendo el desarrollo de todos y cada uno de los servicios de telecomunicaciones.

El CONATEL establecerá pagos especiales para las frecuencias que se usen para los servicios destinados a satisfacer necesidades de carácter social o humanitario, así como para el uso de frecuencias de uso experimental y reservado y para el desarrollo del servicio universal.[1]

1.5.4 Fondo para el desarrollo de las Telecomunicaciones en áreas rurales y urbanas marginales (FODETEL)

El Estado garantizará que los servicios públicos, prestados bajo su control y regulación, respondan a principios de eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, continuidad y calidad y velará para que sus precios o tarifas sean equitativos.

Para cumplir con este mandato constitucional, la Ley para la Transformación Económica del Ecuador, delegó al Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL, la creación del FODETEL.[2]

Figura 1.10 Plataforma del FODETEL

- **Administración del FODETEL**

El Consejo de Administración del FODETEL está conformado por:

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

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

- **Misión**

  Incrementar el acceso de la población ecuatoriana en áreas rurales y urbanas marginales a las tecnologías de información y comunicación, para favorecer en primera instancia una integración nacional fortalecida con miras a una integración global activa y directa en un mundo de mercado universalizado.

- **Visión**

  Alcanzar que todas las áreas rurales y urbano marginales del Ecuador, cuenten con las TIC[11] de calidad mundial; que permitan el desarrollo sostenible, progresivo, socioeconómico y cultural de un Estado integrado.

- **Objetivo General**

  Gestión de financiamiento a través de la inversión nacional y/o internacional, que permita la implementación de proyectos con las tecnologías más adecuadas y el máximo nivel de rentabilidad social en las áreas rurales y urbanas marginales.

- **Objetivos Específicos**

  - Favorecer los procesos de Integración Nacional
  - Coadyuvar en la implementación de planes de:
    - Educación y difusión cultural
    - Salud
    - Producción agrícola, ganadera, industrial, artesanal
    - Comercio
    - Turismo
    - Seguridad ciudadana

[11] Tecnologías de Información y Comunicación

- Integrar a las zonas rurales a los procesos de tecnificación y universalidad de los servicios de telecomunicaciones.
- Fortalecer, impulsar e incrementar la producción, comercio y turismo de las distintas zonas; apoyando la generación de fuentes de empleo.

Crear un incentivo y motivar a la niñez ecuatoriana en el uso y desarrollo de las tecnologías de la comunicación e información.

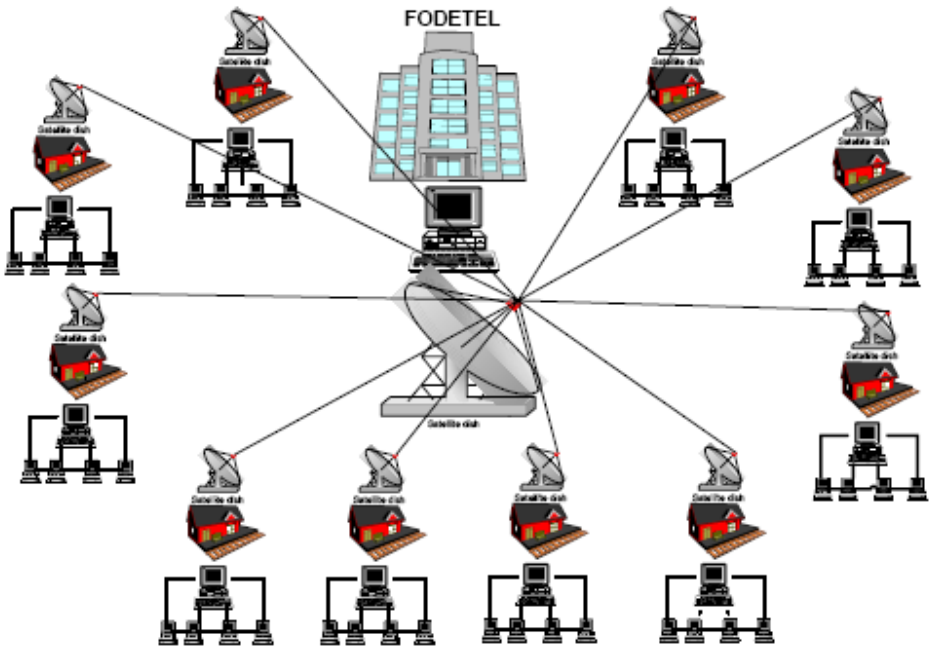


Figura 1.11 Telecentros educativos

CAPÍTULO 2

ESTUDIO TOPOGRÁFICO DEL CANTÓN VALENCIA EN LA PROVINCIA DE LOS RIOS

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se muestran los resultados de la información recolectada en las visitas a los sitios a los que se va a dar el servicio de conectividad, como son el cantón Valencia y sus alrededores, para la recolección de datos se hizo uso de un GPS, una cámara fotográfica digital, también fue de vital importancia la utilización de mapas en escala 1:50 000, donde su equivalente es 2 cm = 1000 m.

Con la ayuda del Ilustre Municipio de Valencia, se pudo constatar el número de escuelas que pertenecen a este cantón, así como su ubicación geográfica, mediante esta visita de campo se noto que no existe infraestructura de Telecomunicaciones, por lo que en este proyecto se hará uso de algunas de las escuelas para los enlaces.

2.2 DETALLE DE LOS SITIOS A PROVEER EL SERVICIO

El Cantón Valencia y sus recintos son las zonas de interés a las que se va a proveer el servicio de conectividad, a continuación voy a describir las principales características del sector. [13]

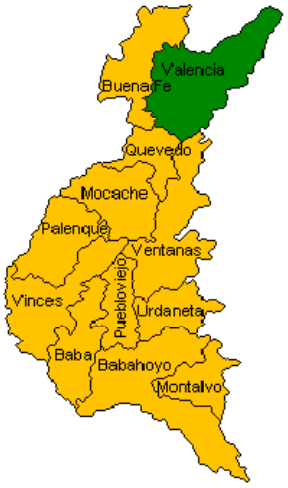


Figura 2.1 Mapa de Valencia

Datos importantes:

Creación:	13 de diciembre de 1995
Cabecera cantonal:	Valencia
Parroquias Urbana:	(1) Valencia
Parroquias rurales:	no tiene
Población:	32.870 habitantes
Límites:	
Norte:	Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas
Sur:	Cantón Quevedo y Ventanas
Este:	Provincia de Cotopaxi
Oeste:	Cantón Buena Fe
Relieve:	Su terreno es ligeramente irregular.

Según datos del INEC[12], la población del Cantón VALENCIA, según el Censo del 2001, representa el 5,1 % del total de la Provincia de Los Ríos; ha crecido en el último período intercensal 1990- 2001, a un ritmo del 1,7 % promedio anual. El 71,9 % de su población reside en el Área Rural; se caracteriza por ser una población joven, ya que el 45,8 % de la población son menores de 20 años, según se puede observar en la Pirámide de Población por edades y sexo.[12]

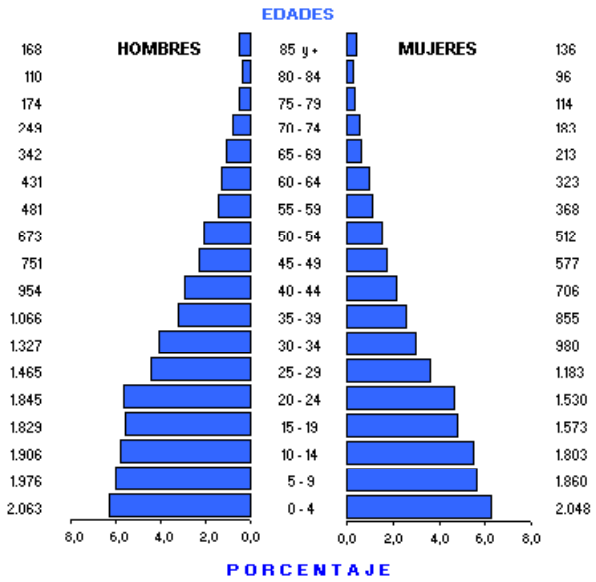


Figura 2.2 Pirámide de Población, censo 2001.

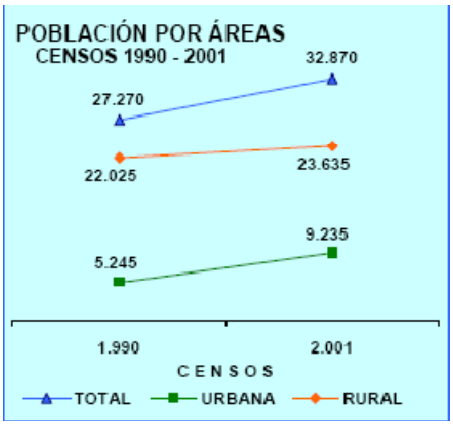


Figura 2.3 Población por áreas, censo 2001

[12] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

Se puede notar que la población ha ido creciendo en forma acelerada, según el censo de 1990 comparado con el último censo realizado en el 2001, por ende la necesidad de cumplir con los servicios básicos es más urgente al haber aumentado la población en esta región, es decir servicios a mas de los básicos que son de vital importancia, tambien cuentan el servicio de la comunicación, que es una obligación del estado proveer del servicio de la comunicación a toda la ciudadania y mejor aun si esta población es rural, ya que siempre es el sector menos favorecido.

La mayor parte de la población son hombres, por lo que hay una gran maquinaria humana, los mismos que se desempeñan en las labores del campo, las mujeres en un porcentaje no tan diferenciado en comparación con los hombres son las que cuidan de la casa y de su hogar como se puede notar en la gráfica.

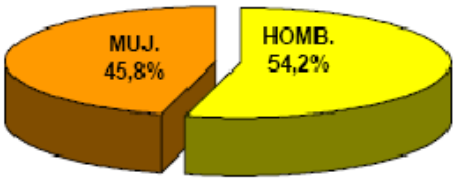


Figura 2.4 Población por sexo, censo 2001.

Con la campaña de Analfabetismo impulsada por el actual Gobierno, se pudo erradicar en un porcentaje bien alto los índices de analfabetimo, los datos que tengo son del último censo del 2001, es decir han pasado 8 años, por lo que los niveles de analfabetismo se han reducido en un porcentaje notable.

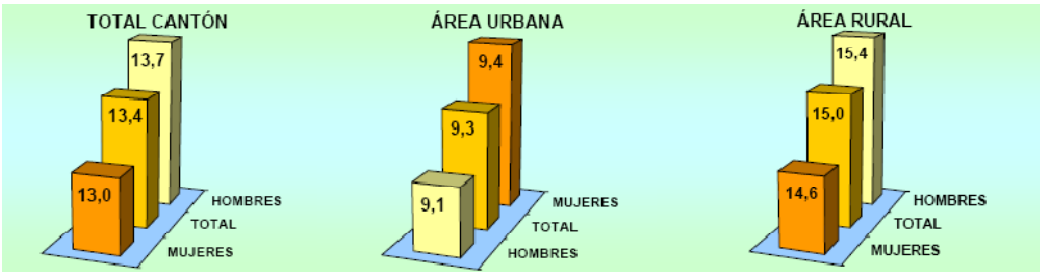


Figura 2.5 Tasa de analfabetismo por sexo y por áreas, censo 2001

El nivel de educación atraviesa serios problemas, la gran mayoria de los niños de la zona rural sólo tienen acceso a la educación primaria o básica hasta séptimo año, los problemas son varios pero uno de los principales es la pésima comunicación vial que existe hacia la cabecera cantonal que es Valencia donde se puede encontrar un colegío, otro de los grandes problemas que abarca el deficit en la educación es la falta de presupuesto de parte de los padres que prefieren que sus hijos trabajen antes de someterse a una educaión de calidad que les serviría de provecho en este mundo donde el conocimiento es el que sale triunfador.

Y en lo que se refiere a la educaión superior es más complicado, por que la Universidad más cercana se encuentra en Quevedo que se encuentra a 20 Km de la cabecera cantonal y de la zona rural osea del campo unos 30 Km, a más de la dificultad vial tambien hay otro factores como la escases de transporte hacia zonas remotas, como lo son el área rural de Valencia. Problemas como estos son los que han impedido que las cifras mejoren en analisis de la educación, como el q podemos ver en la Figura 2.6.

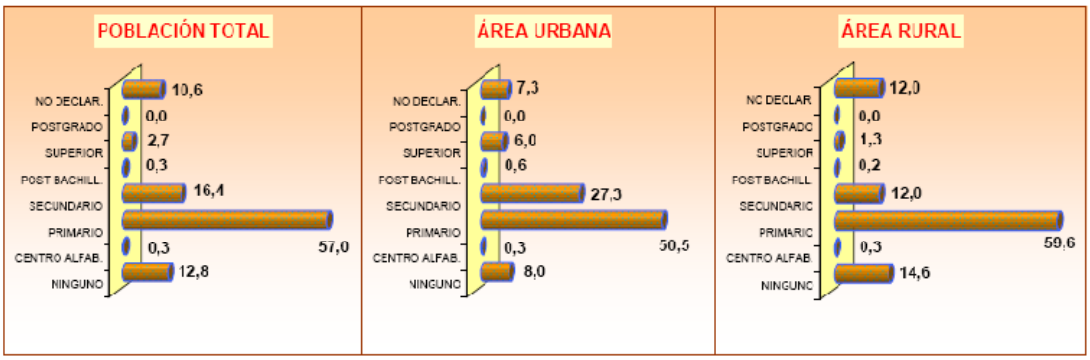


Figura 2.6 Porcentaje de población según niveles de educación, censo 2001

En base a los datos recolectados que son un listado de unidades educativas que pertenecen al cantón Valencia, tenemos información acerca del nivel de educación existente actualmente en la zona a beneficiar con el proyecto, las cifras no han mejorado mucho en comparación con el último censo del 2001.

Es decir el análisis se lo hizo en base a un listado de Unidades educativas las mismas que van a ser beneficiadas con el proyecto de Telecomunicaciones, se nota en el analisis que la gran mayoria de instituciones solo se quedan en educación básica

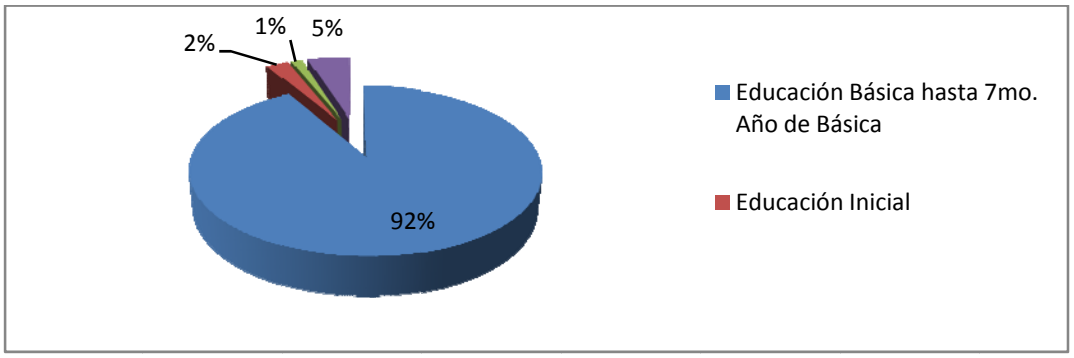


Figura 2.7 Porcentaje del nivel de educación

2.3 INFORMACIÓN SOCIO ECONÓMICA

La economía de los pobladores se basa en la agricultura y la ganadería. Los principales productos que se cultivan son: el arroz, soya, palma africana, el banano, el cacao, el maíz y frutas tropicales como sandías, piñas, naranjas, mandarinas, etc.

Valencia posee vías de comunicación con la provincia del Cotopaxi, el cantón La Maná, y una de 4 carriles con el cantón Quevedo que le permite poseer una gran red vial, base de su emporio de riqueza.

El número de alumnos de los centros educativos es muy bajo, la gran mayoria de estas instituciones cuenta con un número bajo de alumnos que como máximo alcanzan los 100 estudiantes, uno de los problemas de que el número de alumnos sea tan bajo es la falta de infraestructura, la falta de docentes, y otros factores que han impedido el desarrollo de la eduación a gran escala.

En la Figura 2.8 se puede notar el análisis que se hizo entre las instituciones educativas y donde el porcentaje mas alto estan las institucines que poseen entre 1 – 100 alumnos.

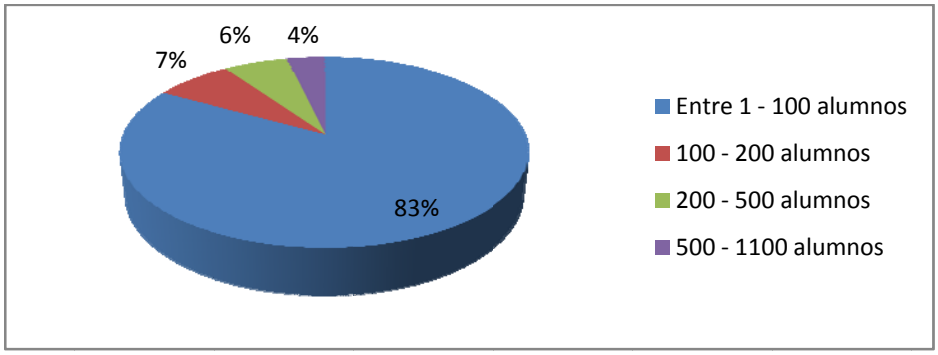


Figura 2.8 Porcentaje del Número de alumnos por Unidad Educativa

La ubicación geográfica de la mayoria de Centros educativos es remota, el área que abarca este proyecto es de aproximadamente 2500 Km^2 .

En el Anexo 1 se encuentra la lista de las escuelas tomada en cuenta para la estadística.

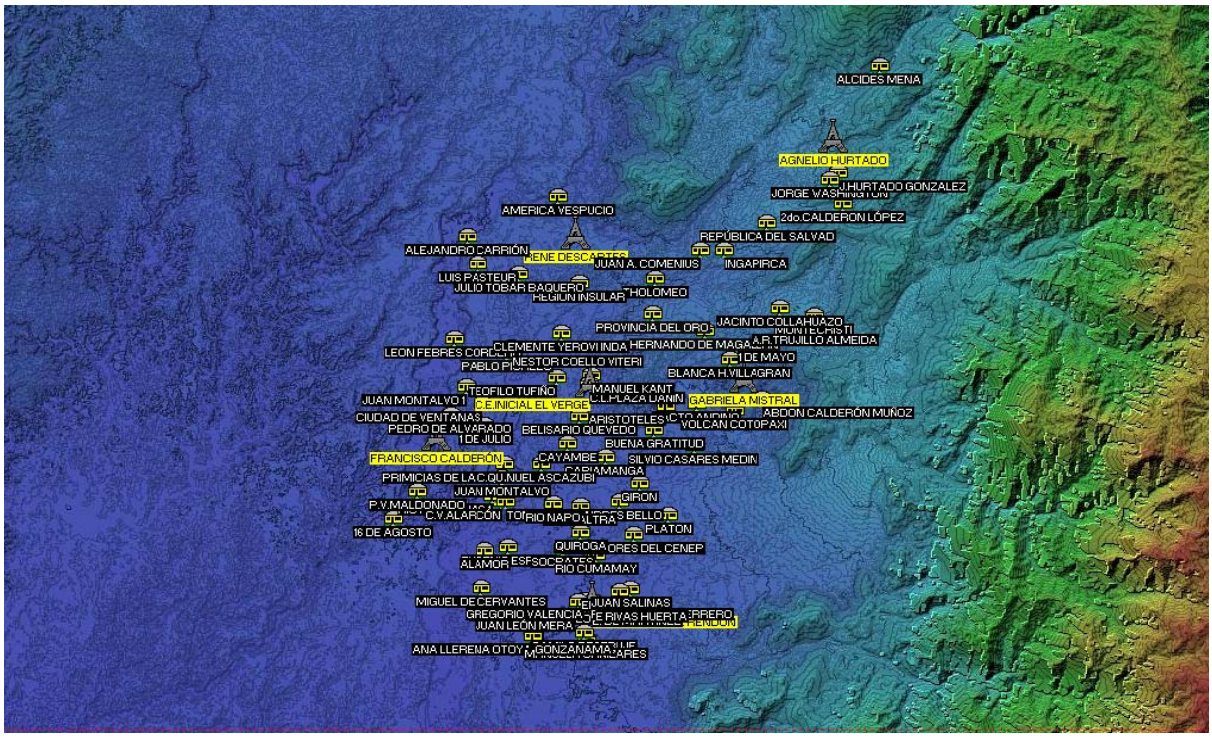


Figura 2.9 Ubicación geográfica de las Localidades Beneficiadas

Como notamos en el siguiente gráfico, el número de computadoras que poseen la mayorias de los establecimientos educativos es nula, se queda en un 88 %, es decir de la lista de escuelas que hemos escogido para el proyecto son pocos los centros educativos que cuentan con al menos una computadora, y los establecimientos que poseen una computadora se encuentran dentro del entorno urbano, complicando aún mas las estadísticas.

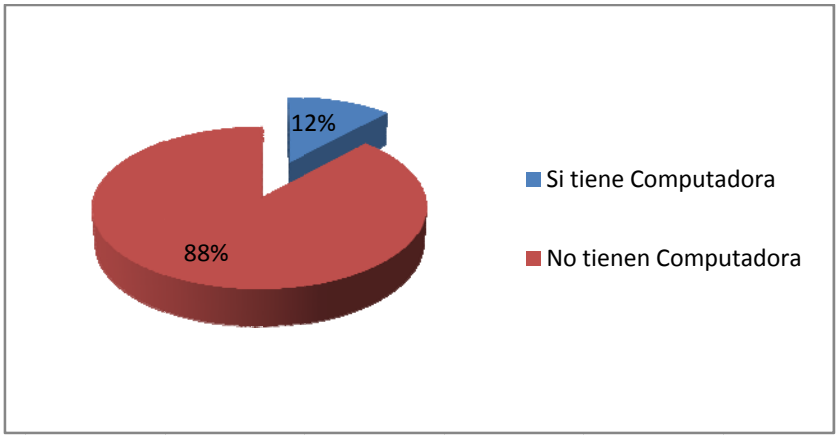


Figura 2.10 Porcentaje de las instituciones que poseen Computadora

Podemos notar claramente la necesidad urgente de que proyectos como estos, en donde uno de los sectores más sensibles se verían beneficiados, ya que uno de los objetivos del mismo es promover la educación en todos sun niveles y de esta manera ayudar o disminuir el deficit tecnológico que aqueja a las zonas rurales.

En el análisis socio-económico se nota claramente la falta de servicios básicos como son la telefonía fija, de igual forma carente al 100 % en la zona rural, ya que los pocos establecimiento que poseen este servicio se encuentran en la zona urbana.

El servicio telefónico es uno de los refentes que se tomo en cuenta para declarar a esta zona en un estado de preocupación, con la necesidad urgente de que proyectos tecnológicos, donde la conectividad es la palabra clave, sean tomados en cuenta para su implementación.

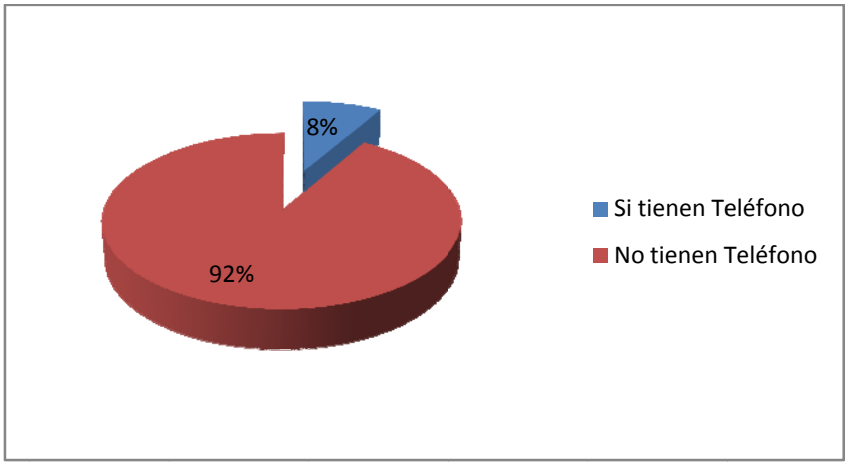


Figura 2.11 Porcentaje de las Instituciones que poseen Servicio Telefónico

Otro de los análisis donde se pudo constatar, de entre las escuelas que poseen computadoras se hizo una gráfica para ver que escuelas son las que poseen internet y quienes no, las estadísticas fueron claras y se noto una falta considerable, ya que estos mismos centros eduactivos que antes estubieron en la lista de que si contaban con un computador en la actualidad carezen del servicio de internet y peor aún, estas escuelas son las reconocidas de Valencia, es decir pertenecen a la zona urbana del cantón, se pudo comprobar que solo dos Centros educativos poseen internet, el resto de las escuelas carezen totalmente del servicio.

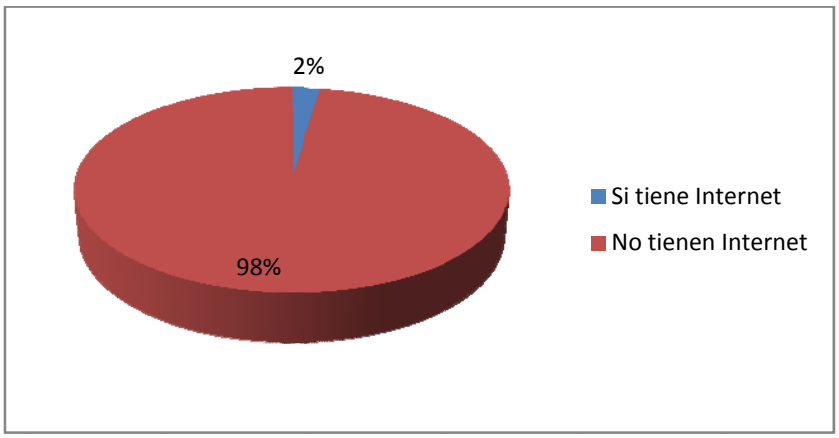


Figura 2.12. Porcentaje de la sinstituciones que poseen Internet

2.4 SELECION DE LOCALIDADES BENEFICIADAS

La selección de las unidades beneficiarias se la hizo en base a un estudio emitido por el Ilustre Municipio de Valencia, en conjunto con el FODETEL, quien en base a visitas de campo pudo constar su ubicación geográfica asi como tambien a que recinto pertenecen cada una de ellas.

Mediante un analisis realizado en mapas en escala 1: 50000 se ubico a las unidades educativas y se las ubico en los mapas para tener un referente en el acceso a la hora de la implementación de este proyecto.

2.4.1 Localidades Beneficiadas ubicadas en el mapa de Valencia

En este mapa se encuentra la cabecera cantonal de Valencia asi como 36 de las unidades educativas a quienes se va a beneficiar con este proyecto, la altura promedio de esta zona es de 105 m sobre el nivel del mar.

A 5 Km de la cabecera cantonal se encuentra la única parroquia que el cantón posee que es La Unión, muy importante para el desarrollo del cantón ya que a qui se encuentran grandes hectáreas de los cultivos más importantes de la zona.

En el mapa también se puede notar que el cantón Valencia colinda con la provincia del Cotopaxi, siendo el canton de La Maná el vínculo entre la provincia de Los Ríos y la Provincia del Cotopaxi, cabe tambien recalcar que Valencia posee una carretera de primer orden con cuatro carriles, esta ruta próximamente será la ruta Manta – Manaos, de vital importancia para el desarrollo económico y social del país.

A 20 Km de Valencia se encuentra el cantón Quevedo, uno de los cantones más importantes de la Provincia, por ser el principal emporio comercial, de aquí salen un sinnúmero de productos agrícolas hacia Guayaquil, generando altos ingresos para la provincia en general. También encontramos uno de los nodos que pertenecen a la Red de Backbone como lo es la escuela Victor Manuel Rendón.

Hay que tener en cuenta que Quevedo al ser una zona muy comercial, aqui se encuentran algunas empresas proveedoras de internet, empresas que tienen mucho

reconocimiento en el mercado nacional. En el mapa de “Valencia” se encuentra el siguiente listado de escuelas:

Item	Centro Educativo	COORDENADA GEOGRÁFICA			
		LATITUD		LONGITUD	
1	Instituto Técnico Superior Ciudad de Valencia	S	0 ° 57 ´ 9.7 "	W	79 ° 21 ´ 43.8 "
2	Victor Manuel Rendón	S	0 ° 57 ´ 1.9 "	W	79 ° 21 ´ 7.7 "
3	Escuela Galo Plaza lazo	S	0 ° 57 ´ 17.4 "	W	79 ° 21 ´ 9.4 "
4	Escuela Mixta Gregorio valencia	S	0 ° 57 ´ 6.9 "	W	79 ° 21 ´ 30.6 "
5	Escuela Eloy Alfaro	S	0 ° 56 ´ 44.3 "	W	79 ° 20 ´ 1.2 "
6	Escuela Juan Salinas	S	0 ° 56 ´ 37.9 "	W	79 ° 19 ´ 36.8 "
7	Colegio Técnico Ercilia de Martínez	S	0 ° 57 ´ 22.1 "	W	79 ° 21 ´ 10.6 "
8	Rosa Celeste Terreros	S	0 ° 57 ´ 7.0 "	W	79 ° 21 ´ 14.0 "
9	Emilio Rivas Huerta	S	0 ° 57 ´ 12.9 "	W	79 ° 21 ´ 2.4 "
10	Silvio Cáseres Medina	S	0 ° 48 ´ 0.6 "	W	79 ° 26 ´ 18.2 "
11	Defensores del Cenepa	S	0 ° 54 ´ 17.9 "	W	79 ° 19 ´ 27.7 "
12	Miguel de Cervantes	S	0 ° 56 ´ 35.3 "	W	79 ° 25 ´ 40.3 "
13	Alamor	S	0 ° 54 ´ 57.4 "	W	79 ° 25 ´ 31.4 "
14	Escuela Platón	S	0 ° 53 ´ 30.1 "	W	79 ° 18 ´ 3.9 "
15	Juan León Mera	S	0 ° 57 ´ 35.5 "	W	79 ° 23 ´ 53.4 "
16	Girón	S	0 ° 52 ´ 8.0 "	W	79 ° 19 ´ 14.5 "
17	Cayambe	S	0 ° 50 ´ 25.9 "	W	79 ° 22 ´ 9.5 "
18	Quiroga	S	0 ° 54 ´ 11.2 "	W	79 ° 21 ´ 38.6 "
19	Socrates	S	0 ° 54 ´ 53.7 "	W	79 ° 22 ´ 22.4 "
20	Andres Bello	S	0 ° 52 ´ 54.2 "	W	79 ° 20 ´ 2.9 "
21	Cariamanga	S	0 ° 51 ´ 1.8 "	W	79 ° 20 ´ 36.4 "
22	Camilo Destruje	S	0 ° 58 ´ 26.2 "	W	79 ° 21 ´ 28.2 "
23	Isla Baltra	S	0 ° 53 ´ 5.2 "	W	79 ° 21 ´ 37.1 "
24	Escuela Río Cumamay	S	0 ° 55 ´ 10.1 "	W	79 ° 21 ´ 1.1 "
25	Ana Llerena Otoya	S	0 ° 58 ´ 35.2 "	W	79 ° 23 ´ 32.6 "
26	Manuela Cañizares	S	0 ° 58 ´ 46.2 "	W	79 ° 21 ´ 22.4 "
27	Gonzanamá	S	0 ° 58 ´ 35.1 "	W	79 ° 23 ´ 32.1 "
28	Manuel Ascazubí	S	0 ° 51 ´ 19.6 "	W	79 ° 23 ´ 13.6 "
29	Río Amazonas	S	0 ° 52 ´ 46.0 "	W	79 ° 25 ´ 15.5 "
30	Eugenio Espejo	S	0 ° 54 ´ 49.2 "	W	79 ° 24 ´ 36.0 "
31	Pedro Vicente Maldonado	S	0 ° 52 ´ 27.1 "	W	79 ° 28 ´ 17.3 "
32	Carlos Vasconez Alarcón	S	0 ° 52 ´ 55.1 "	W	79 ° 24 ´ 49.8 "
33	Juan Montalvo	S	0 ° 51 ´ 54.1 "	W	79 ° 24 ´ 49.3 "
34	16 de Agosto	S	0 ° 53 ´ 38.3 "	W	79 ° 29 ´ 16.5 "
35	Primicias de la Cultura de Quito	S	0 ° 51 ´ 17.5 "	W	79 ° 24 ´ 44.1 "
36	Río Napo	S	0 ° 52 ´ 59.3 "	W	79 ° 22 ´ 45.1 "

Tabla 2.1 Listado de escuelas ubicadas en el mapa de Valencia

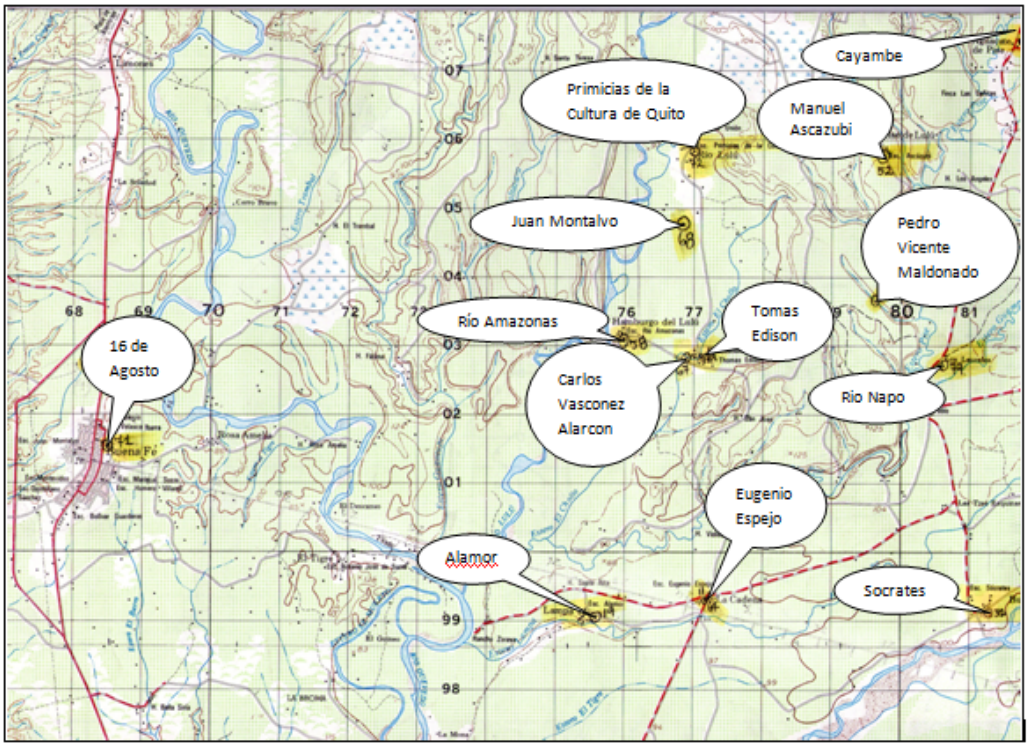


Figura 2.12 Mapa de "Valencia", parte superior izquierda escala 1: 50000

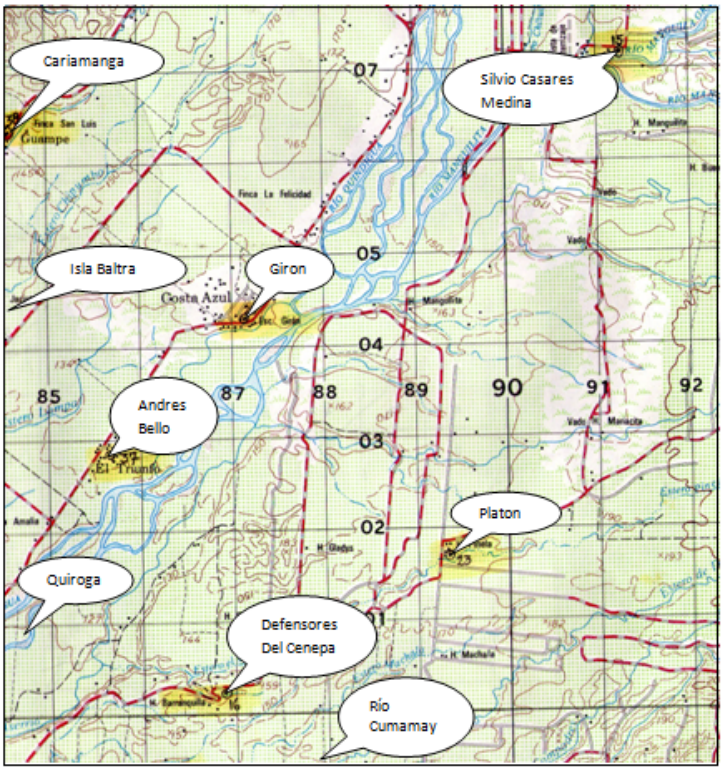


Figura 2.13 Mapa de "Valencia", parte superior derecha escala 1: 50000

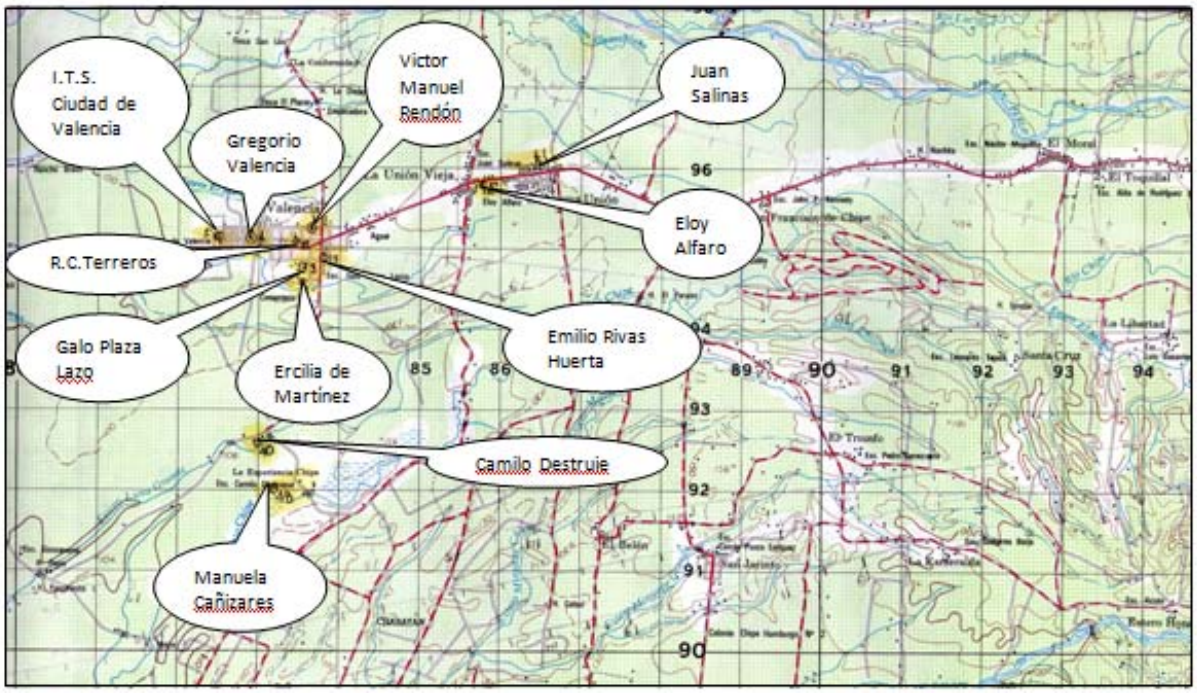


Figura 2.14 Mapa de "Valencia", parte inferior izquierda escala 1: 50000

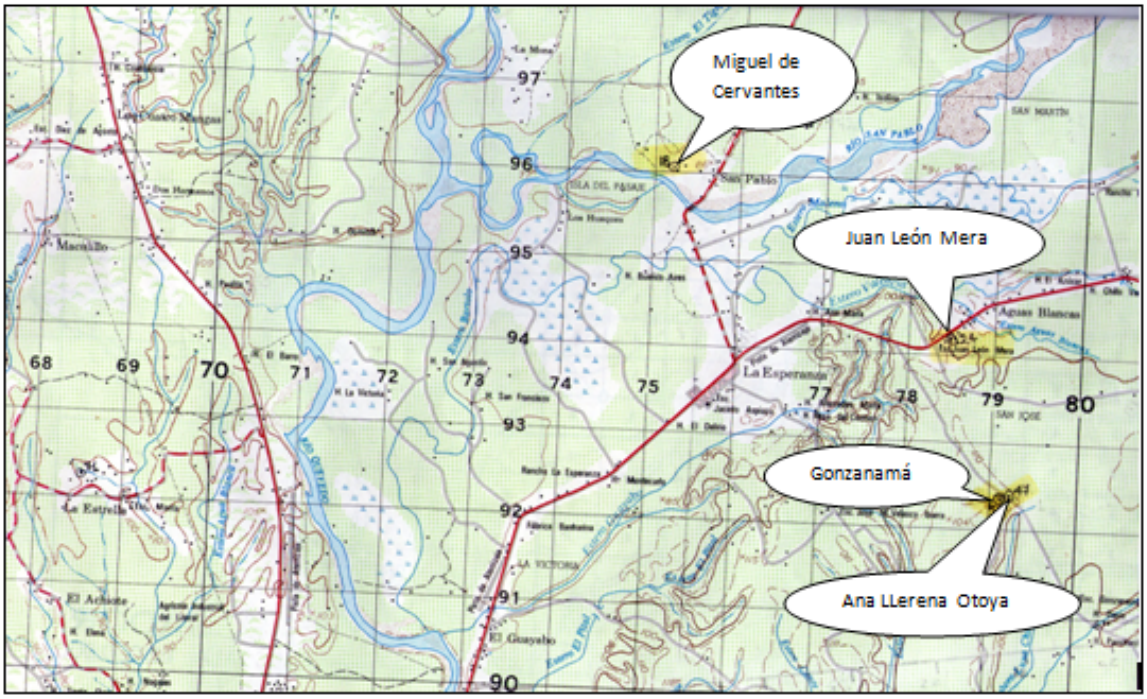


Figura 2.15 Mapa de "Valencia", parte inferior derecha escala 1: 50000

2.4.2 Localidades Beneficiadas ubicadas en el mapa de Los Vergeles

La población Los Vergeles se encuentra a 29 Km de Valencia, el acceso hacia esta zona se lo hace desde la parroquia La Esperanza que se encuentra a 7 Km de Valencia, el restante es hacia Los Vergeles.

En este mapa se encuentran 29 de la Instituciones educativas donde se va a implementar el proyecto, mediante la visita de campo que se hizo se pudo notar que la zona abarca grandes hectáreas de cultivos, por la zona atraviesa un río muy importante para la provincia como lo es el Río San Pablo.

La altura aproximada de esta zona es de 155 m sobre el nivel del mar, en esta zona encontramos una diversidad de sembríos que se los cosecha por epocas, en invierno el cultivo más importante que se nota es el arroz, en verano lo es el maíz y la soya, el banano y el cacao son uno de los cultivos que afloran todo el año.

También encontramos uno de los nodos que pertenecen a la Red de Backbone como lo es el Centro educativo Inicial El Vergel.

Un tramo de la carretera de aproximadamente 15 Km se encuentra en buen estado, el restante es una carretera afirmada sólida por donde se circula sin dificultad, algunos de los maestros que dictan su cátedra en las unidades educativas que constan en este mapa son de Quevedo, o en su gran mayoria de Valencia, complicandoseles un poco el acceso a la zona, debido a la falta de medios de transporte, la única línea de buses que entra hacia esta zona lo hace cada cierto tiempo, razón por la cuál sus habitantes por lo general los estudiantes de colegio que estudian en Quevedo o Valencia suelen entrar y salir con camioneros de la zona que salen con sus productos hacia Quevedo o Valencia.

En el mapa de “Los Vergeles” se encuentra el siguiente listado de escuelas:

Item	Centro Educativo	COORDENADA GEOGRÁFICA			
		LATITUD		LONGITUD	
1	Escuela Fiscal Mixta El Vergel	S	1 ° 47 ´ 51.3 "	W	79 ° 21 ´ 14.0 "
2	Carlos Luis Plaz Dañin	S	0 ° 47 ´ 55.5 "	W	79 ° 21 ´ 17.5 "
3	Pablo Picazzo	S	0 ° 46 ´ 34.4 "	W	79 ° 24 ´ 38.0 "
4	Juan Montalvo	S	0 ° 48 ´ 0.6 "	W	79 ° 26 ´ 18.2 "
5	Pacto Andino	S	0 ° 48 ´ 46.7 "	W	79 ° 16 ´ 54.8 "
6	Belisario Quevedo	S	0 ° 49 ´ 16.0 "	W	79 ° 21 ´ 39.6 "
7	Provincia del Oro	S	0 ° 44 ´ 55.5 "	W	79 ° 18 ´ 40.8 "
8	Escuela 1 de Julio	S	0 ° 49 ´ 41.1 "	W	79 ° 25 ´ 31.6 "
9	Buena Gratitud	S	0 ° 49 ´ 52.0 "	W	79 ° 18 ´ 39.5 "
10	Tholomeo	S	0 ° 43 ´ 40.7 "	W	79 ° 18 ´ 11.9 "
11	Región Insular	S	0 ° 43 ´ 38.6 "	W	79 ° 21 ´ 39.8 "
12	León Febres Cordero	S	0 ° 45 ´ 59.0 "	W	79 ° 26 ´ 46.9 "
13	Manuel Kant	S	0 ° 47 ´ 32.9 "	W	79 ° 21 ´ 12.4 "
14	Centro Educativo Inicial El Vergel	S	0 ° 47 ´ 51.3 "	W	79 ° 21 ´ 14.0 "
15	Nestor Coello Viteri	S	0 ° 46 ´ 22.4 "	W	79 ° 24 ´ 25.9 "
16	Hernando de Magallanes	S	0 ° 45 ´ 41.1 "	W	79 ° 16 ´ 32.7 "
17	Clemente Yeroví Indaburo	S	0 ° 45 ´ 44.8 "	W	79 ° 22 ´ 23.5 "
18	Aristoteles	S	0 ° 48 ´ 52.5 "	W	79 ° 18 ´ 10.5 "
19	Julio Tobar Baquero	S	0 ° 43 ´ 15.0 "	W	79 ° 24 ´ 8.2 "
20	Ciudad de Ventanas	S	0 ° 48 ´ 44.6 "	W	79 ° 25 ´ 38.1 "
21	Volcan Cotopaxi	S	0 ° 49 ´ 1.5 "	W	79 ° 15 ´ 20.3 "
22	Blanca Hernandez Villagran	S	0 ° 46 ´ 52.6 "	W	79 ° 15 ´ 32.0 "
23	Juan A.Comenius	S	0 ° 42 ´ 15.4 "	W	79 ° 16 ´ 46.8 "
24	René Descartes	S	0 ° 41 ´ 33.9 "	W	79 ° 21 ´ 48.2 "
25	Pedro de Alvarado	S	0 ° 49 ´ 14.5 "	W	79 ° 26 ´ 56.3 "
26	Teofilo Tufiño	S	0 ° 47 ´ 38.2 "	W	79 ° 22 ´ 36.8 "
27	Ingapirca	S	0 ° 42 ´ 14.1 "	W	79 ° 15 ´ 47.9 "
28	Luis Pasteur	S	0 ° 42 ´ 48.3 "	W	79 ° 25 ´ 50.0 "
29	Alejandro Carrión	S	0 ° 41 ´ 37.2 "	W	79 ° 26 ´ 19.6 "

Tabla 2.2 Listado de escuelas ubicadas en el mapa “Los Vergeles”

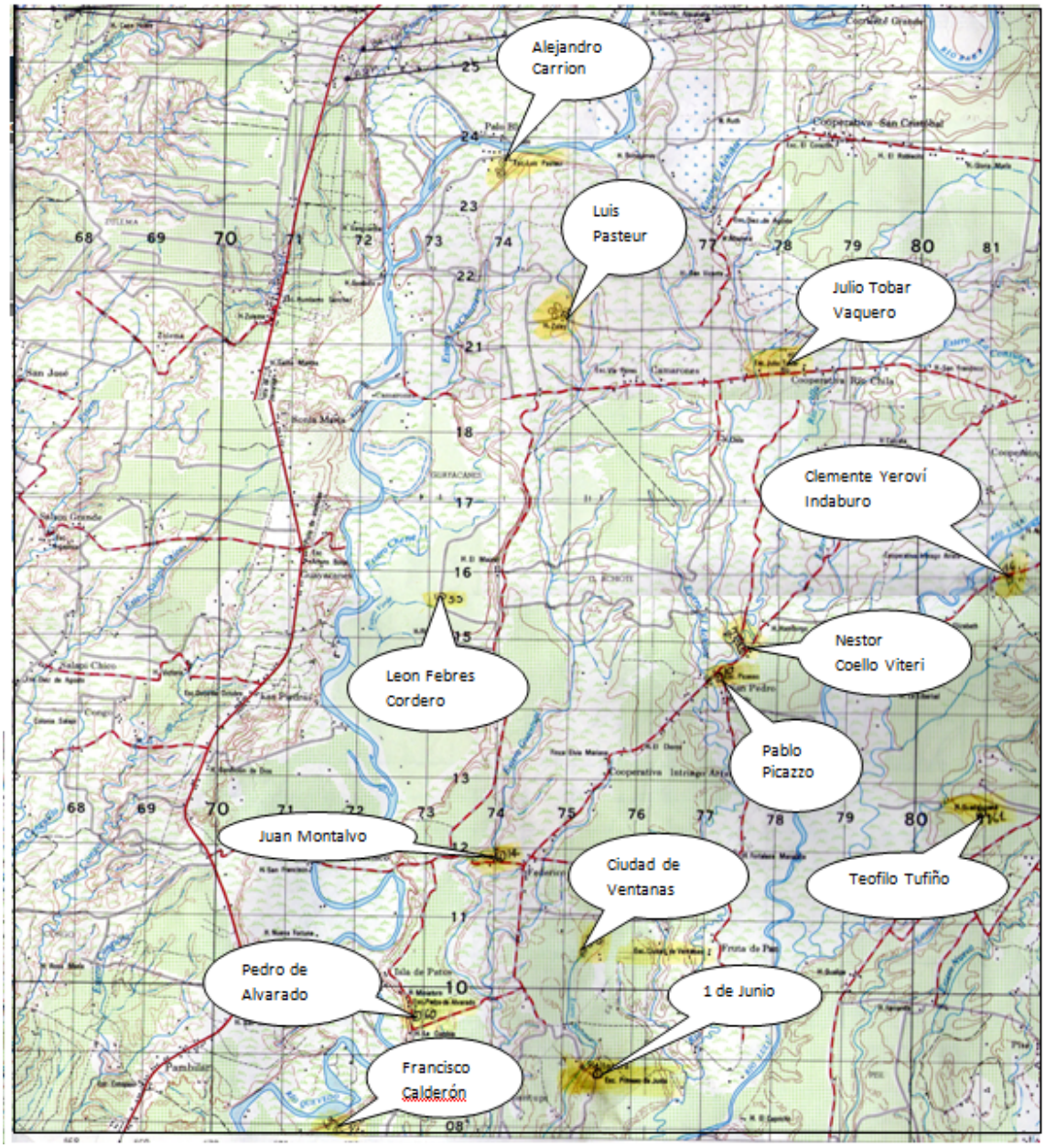


Figura 2.16 Mapa de Los Vergeles, parte superior e inferior izquierda, escala 1: 50000

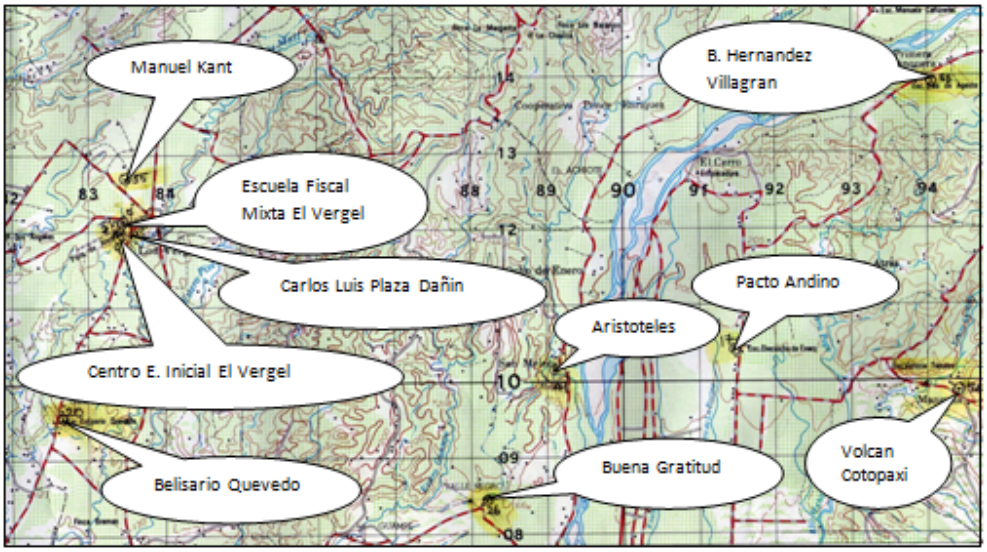


Figura 2.17 Mapa de Los Vergeles, parte superior derecha, escala 1: 50000

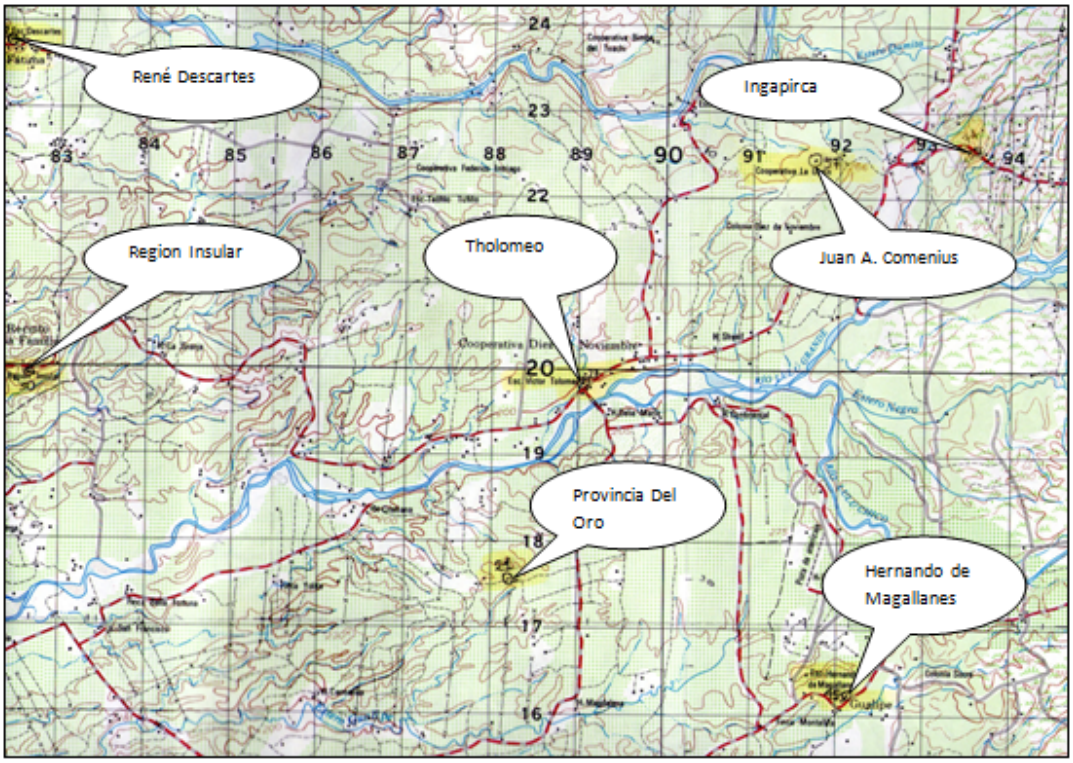


Figura 2.18 Mapa de Los Vergeles, parte inferior izquierda, escala 1: 50000

2.4.3 Localidades Beneficiadas ubicadas en el mapa de Patricia Pilar

En este mapa se encontró una de las escuelas muy alejada de la cabecera cantonal de Valencia, la población Patricia Pilar se encuentra aproximadamente a 53 Km de Quevedo, esta unidad educativa se encuentra a 9 Km de Patricia Pilar, y a 34 Km de Valencia, es decir se encuentra en el límite que existe entre la Provincia de Los Ríos y la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Paticia Pilar posee una altura de 166 m sobre el nivel del mar, la misma que se encuentra a 42 Km de Santo Domingo. En el mapa de “Patricia Pilar” se encuentra la siguiente escuelas:

Item	Centro Educativo	COORDENADA GEOGRÁFICA			
		LATITUD		LONGITUD	
1	América Vespucio	S	0 ° 39 ´ 58.6 "	W	79 ° 22 ´ 32.4 "

Tabla 2.3 Listado de escuelas ubicadas en el mapa “Patricia Pilar”

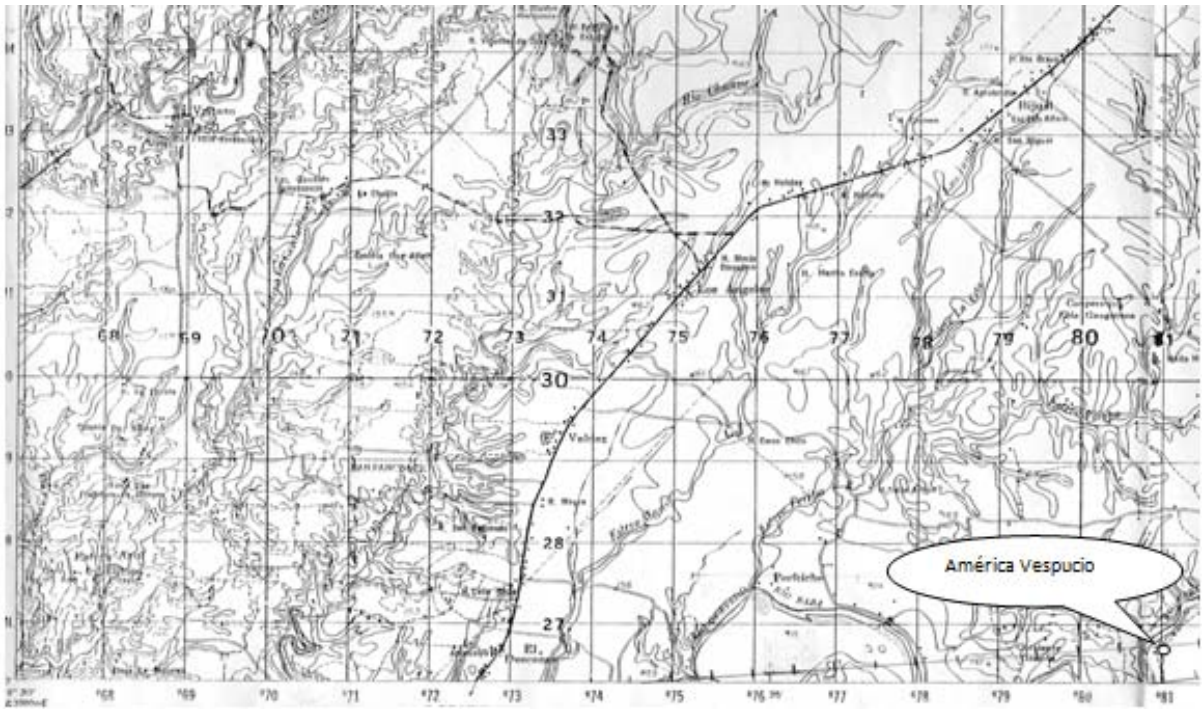


Figura 2.19 Mapa de Patricia Pilar, escala 1: 50000.

2.4.4 Localidades Beneficiadas ubicadas en el mapa de Pucayacu

En este mapa encontramos 6 Unidades Educativas, la escuela Gabriela Mistral forma parte de la Red de Backbone . La población de Pucayacu se encuentra a 36 Km de Valencia, colinda con la Provincia de Los Ríos, Pucayacu pertenece a la Provincia de Cotopaxi. La altura que posee es de 686 m sobre el nivel del mar. En el mapa de “Pucayacu” se encuentra la siguiente escuelas:

Item	Centro Educativo	COORDENADA GEOGRÁFICA			
		LATITUD		LONGITUD	
1	Jacinto Collahuazo	S	0 ° 44 ´ 42.9 "	W	79 ° 13 ´ 29.5 "
2	Montecristi	S	0 ° 45 ´ 2.3 "	W	79 ° 12 ´ 4.4 "
3	Armando Romeo Trujillo Almeida	S	0 ° 45 ´ 10.3 "	W	79 ° 11 ´ 40.6 "
4	Pedro de Alvarado	S	0 ° 49 ´ 14.5 "	W	79 ° 26 ´ 56.3 "
5	Gabriela mistral	S	0 ° 47 ´ 39.3 "	W	79 ° 14 ´ 59.4 "
6	Abdon Calderon Muñoz (practica docente)	S	0 ° 48 ´ 46.4 "	W	79 ° 13 ´ 58.4 "

Tabla 2.4 Listado de escuelas ubicadas en el mapa “Pucayacu”

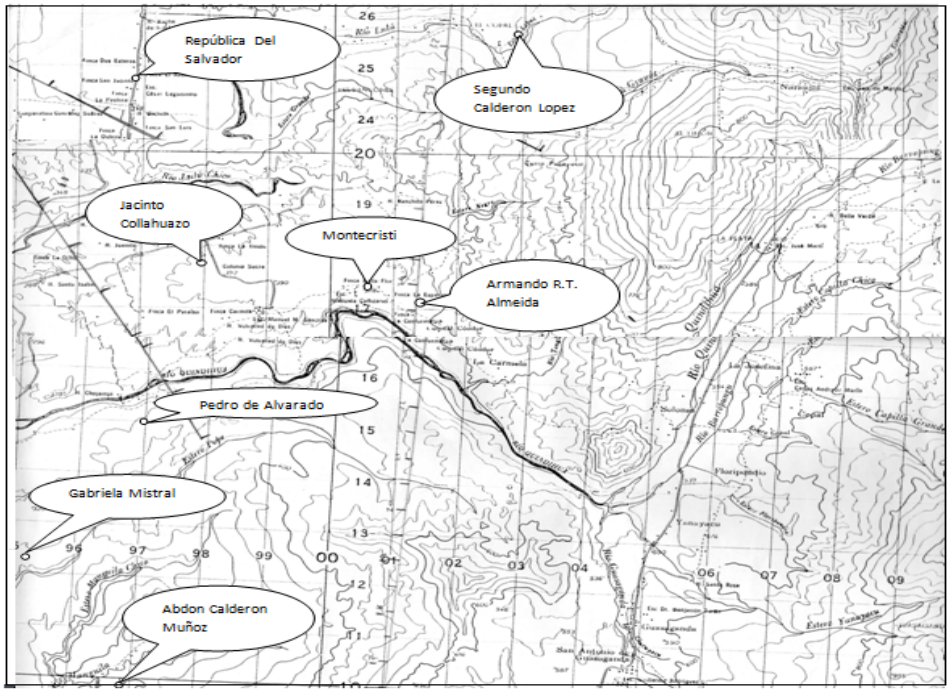


Figura 2.20 Mapa de Pucayacu, escala 1:50000

2.4.5 Localidades Beneficiadas ubicadas en mapa Santa María del Toachi

En este mapa encontramos 4 de la unidades educactivas benefiadas con el proyecto, una de estas escuelas como lo es la escuela Agnelio Hurtado forman parte de la Red de Backbone. Santa María del Toachi se encuentra a 40 Km de Valencia, posee una altura de 322 m sobre el nivel del mar. En el mapa de “Santa María del Toachi” se encuentra las siguientes escuelas:

Item	Centro Educativo	COORDENADA GEOGRÁFICA			
		LATITUD		LONGITUD	
1	Alcides Mena	S	0 ° 34 ´ 27.2 "	W	79 ° 9 ´ 16.5 "
2	Agnelio Hurtado	S	0 ° 37 ´ 26.7 "	W	79 ° 11 ´ 17.3 "
3	Jaime Hurtado Gonzalez	S	0 ° 38 ´ 56.6 "	W	79 ° 11 ´ 6.8 "
4	Escuela Jorge Washington	S	0 ° 39 ´ 15.1 "	W	79 ° 11 ´ 28.5 "

Tabla 2.5 Listado de escuelas ubicadas en el mapa “Santa María del Toachi”

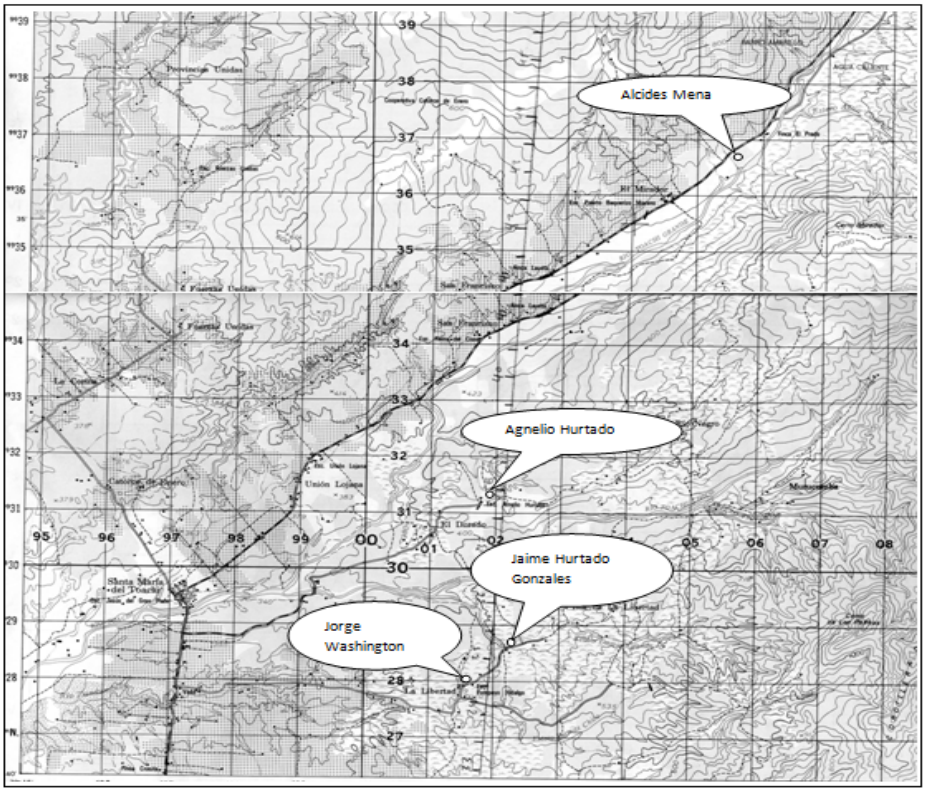


Figura 2.21 Mapa de Santa María del Toachi, escala 1: 50000.

2.4.6 ANALISIS DE REQUERIMIENTOS DE LOS USUARIOS

Los requerimientos que se presentan a continuación reflejan los propósitos que se pueden cumplir con la red inalámbrica y servirán de base para la selección de los equipos. Son definidos de acuerdo a conceptos generales, se detallan de la siguiente manera:

- Requerimientos de usuarios.
- Requerimientos de aplicaciones

2.4.7 Requerimientos de Usuarios

Desde el punto de vista del usuario, se define a los requerimientos como los responsables para que una tarea encomendada a la red, se la pueda catalogar como cumplida, básicamente se propone los siguientes:

- **Tiempo de Respuesta**

Implica que el usuario pueda tener acceso, transferir o modificar información dentro de un rango de tiempo tolerable. La red inalámbrica tiene que ser rápida, sin retardos considerables y principalmente sin interrupciones en las aplicaciones interactivas de audio y video.

- **Confiabilidad**

La red inalámbrica para las Instituciones educativas del cantón Valencia será confiable si es permanente en la entrega de sus servicios. La confiabilidad involucra mecanismos de redundancia y de consistencia en la configuración de dispositivos, para que de esta forma los servicios definidos teóricamente, cumplan en la práctica

su objetivo funcional. Los usuarios requieren que servicios tales como navegación Web y descarga de archivos sean totalmente confiables.

- **Adaptabilidad**

Es la habilidad que debe tener la red inalámbrica para adaptarse con facilidad a nuevos requerimientos. En este punto, se destaca que la red debe adaptarse a los objetivos de la institución, a las necesidades cambiantes de sus usuarios, a las eliminaciones y adiciones de equipos y de terminales.

- **Seguridad**

Es la garantía que debe presentar la red para entregar con integridad y autenticidad la información que transmite. También tiene que ver con establecer políticas para el acceso por parte de entes externos e internos a los recursos de información de los usuarios. En la red, datos administrativos restringidos y bases de datos de notas, tienen que estar reservados solo para uso de los funcionarios internos correspondientes.

- **Crecimiento de los usuarios**

Define la cantidad de posibles usuarios de la red inalámbrica y la futura expansión de los mismos. A 3 y 5 años, se estima una presencia de usuarios de la red basado en el porcentaje de crecimiento que presentan los estudiantes.

2.4.8 Requerimientos de Aplicaciones

Se determinan los grupos de aplicaciones para la red inalámbrica, basándose en las características de los distintos servicios. Su grado de utilización y la satisfacción de los usuarios por los servicios prestados.

- **Aplicaciones de navegación Web**

Involucra el acceso hacia un equipo remoto, esperando que éste le devuelva las respuestas en un tiempo razonablemente reducido y aceptable, mediante la utilización de un navegador Web como el Microsoft Internet Explorer. El tráfico desde el usuario hacia el servidor es bidireccional y asimétrico.

- **Aplicaciones de correo electrónico**

Son aplicaciones que no exigen una respuesta inmediata por parte de la red, admitiendo retardos incluso de varios minutos.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA RED DE CONECTIVIDAD

3.1 INTRODUCCIÓN

Luego de un exhaustivo análisis de las distintas tecnologías que se podían utilizar y aplicar, teniendo en cuenta la relación costo-beneficio, se decidió implementar la tecnología Punto a Punto (PTP) y Punto Multipunto (PMP), componentes de la solución de banda ancha inalámbrica de Motorola. Si bien la gama de soluciones inalámbricas es muy amplia, la tecnología de Motorola, utilizando las frecuencias de uso libre 900 MHz, 2.4, 5.2, 5.4 y 5.8 GHz, ha demostrado ser la más estable incluso para distancias considerables. Además, dado que es una zona rural donde se deben cubrir grandes distancias, la disponibilidad de equipos y su bajo costo hacen de esta tecnología la más apropiada para comunidades rurales.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA RED

Para el diseño de la red integrada de datos se tomará en cuenta a las Escuelas, para que sirvan como puntos de enlace, antes de escoger a dichas escuela como Nodos, se analizó la posibilidad de hacer uso de instalaciones ya levantadas, pero se encontró un inconveniente que para servir a dicho sector el cerro más cercano era el cerro de Apagua y el Pilaló, donde ya existe la infraestructura

adecuada, solo tocaría alquilar las torres, pero resulto inútil, debido a la lejanía de los cerros, ya que al tratarse de enlaces de microonda la distancia resulta un factor muy importante en cuanto a calidad de servicio.

El proyecto de conectividad consiste en contratar un acceso inalámbrico en la ciudad más cercana, en este caso Quevedo y llevarlo hasta el cantón Valencia, mediante un enlace Punto a Punto utilizando un enlace inalámbrico para luego repartir la señal a través de puntos de acceso. Se va a emplear una combinación de los sistemas punto a punto y punto multipunto de Motorola, utilizado la banda 5.7 GHz

Por las razones anteriores en cuanto a costo, tecnología, capacidad del canal y las que se expondrán a continuación se sustenta el por qué de la tecnología CANOPY de Motorola.

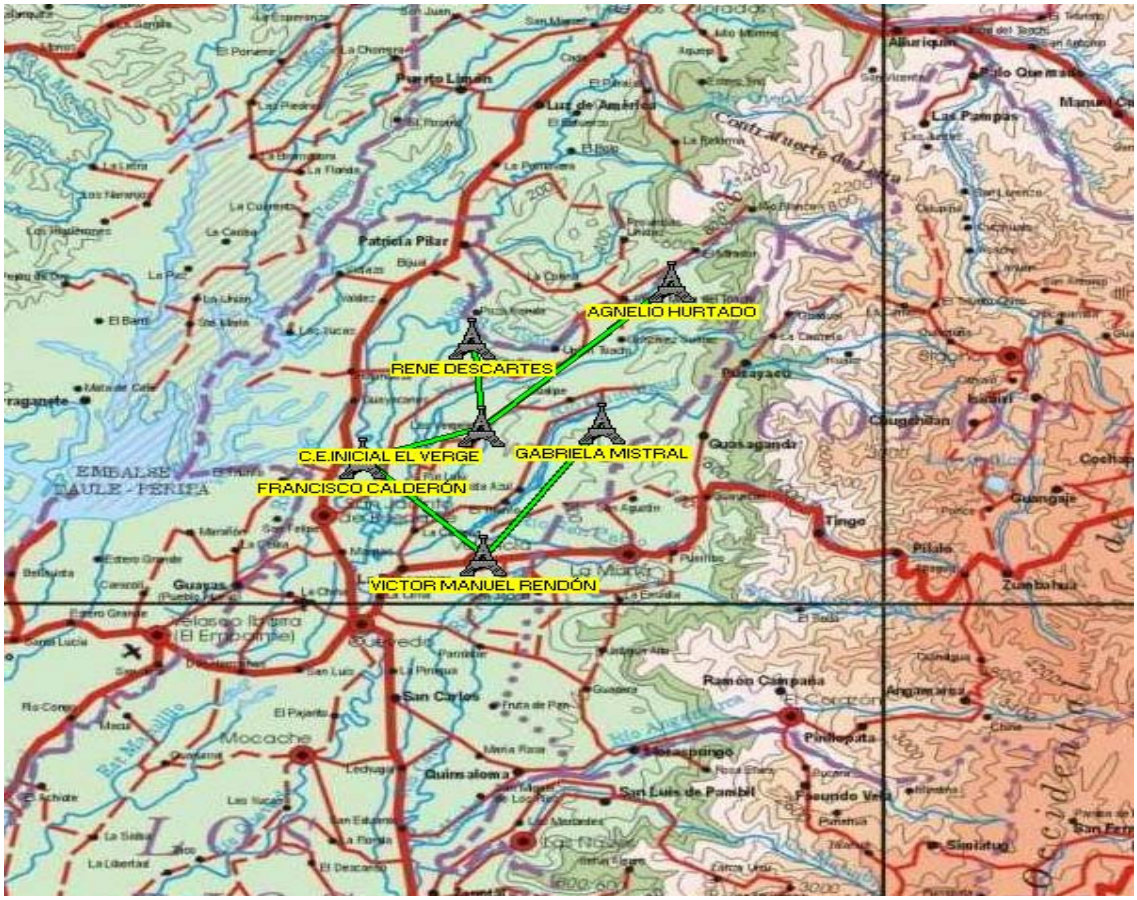


Figura 3.1 Ubicación geográfica de los puntos a enlazarse en el mapa del Ecuador en escala 1: 1000 000

En el mundo actual de las comunicaciones de banda ancha se deben tener en cuenta los costos desde la compra de licencias de espectro para instalar y operar redes complicadas que no siempre cumplen las expectativas. El sistema CANOPY de banda ancha inalámbrica de Motorola brinda alternativas de un modo más rápido, fácil y económico.

Esto se debe a que la Plataforma Inalámbrica de Banda Ancha CANOPY de Motorola se despliega fácilmente y es extremadamente económica.

Así que tomando en cuenta todos estos argumentos, para el proyecto se han escogido a las mismas escuelas como Nodos y puntos de Repetición, también hay que aclarar que dichas escuelas han sido escogidas en base al fácil acceso que existe, así como que cuentan con energía eléctrica suficiente para levantar la infraestructura de telecomunicaciones.

Con este diseño, se pretende satisfacer necesidades actuales, así como también se prevee un crecimiento futuro acorde a las necesidades de los usuarios de la red.

El enlace permitirá la transmisión de datos, voz y video sobre IP, con frecuencia de funcionamiento sobre los 5 GHz; con tecnología Spreed Spectrum modulación OFDM tecnología punto- punto y punto –multipunto dependiendo de la necesidad, así como facilidades de gestión. Permitirá la administración local y remota como también el monitoreo para la administración de la red con calidad de servicio QoS y soporte para VLAN’s.

3.3 TECNOLOGÍA PROPUESTA

La plataforma CANOPY de Motorola es un sistema inalámbrico de banda ancha que ha sido desarrollado para lograr proveer acceso a Internet de manera muy rápida y a un excelente costo-beneficio tanto para usuarios residenciales como

corporativos. El hardware requiere de baja alimentación de corriente y su diseño es completamente ergonómico. [14]

El equipo utiliza antenas de ganancia moderada resultando en requerimientos mínimos para alinear las unidades. Por lo tanto, la instalación es sencilla, en contraste con muchas de las soluciones actualmente disponibles. Los indicadores incluidos para la visualización de la sincronización permiten a la unidad ser instalada por incluso una persona no capacitada. El sistema muestra baja susceptibilidad a la interferencia y requiere de una planeación y coordinación de frecuencias muy sencilla. Estas características facilitan la implementación inicial y la extensión de redes conforme las necesidades de capacidad se incrementan.

El Sistema CANOPY permite configuraciones tales como punto-a-punto, “backhaul y punto a multi-punto (figura 3.2). El sistema tiene aplicación para proveer servicio a corporativos tales como escuelas, hospitales y campus de pequeños negocios. Es un excelente sistema para proveer servicio a residenciales experimentando velocidades arriba de los 3 Mbps por suscriptor de downlink.

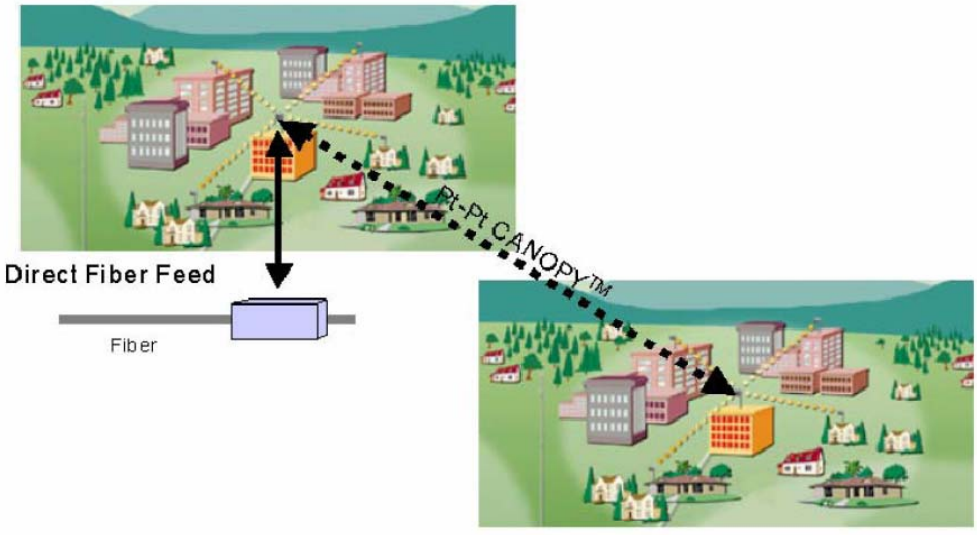


Figura 3.2 Configuración PP y PMP

Esta tecnológica cumple con las características de integridad, escalabilidad, disponibilidad de servicio y alto performance. La plataforma inalámbrica de Motorola Canopy es un sistema de comunicación de banda ancha inalámbrica que soporta acceso a alta velocidad, una alto performance de operación y simplicidad en su instalación.

Figura 3.3 Plataforma inalámbrica de Banda Ancha CANOPY de MOTOROLA

Canopy ha sido diseñado para:

- Acceso y Distribución Exterior
- Línea de Vista (LOS)

- Ofrece velocidades equivalentes a las alternativas cableadas
- Sobrepasa obstáculos físicos y problemas de derechos de acceso.
- Permite implementaciones más fáciles, más rápidas, ya a menores costos compatibles con el retorno
- Permite extender redes inalámbricas existentes.

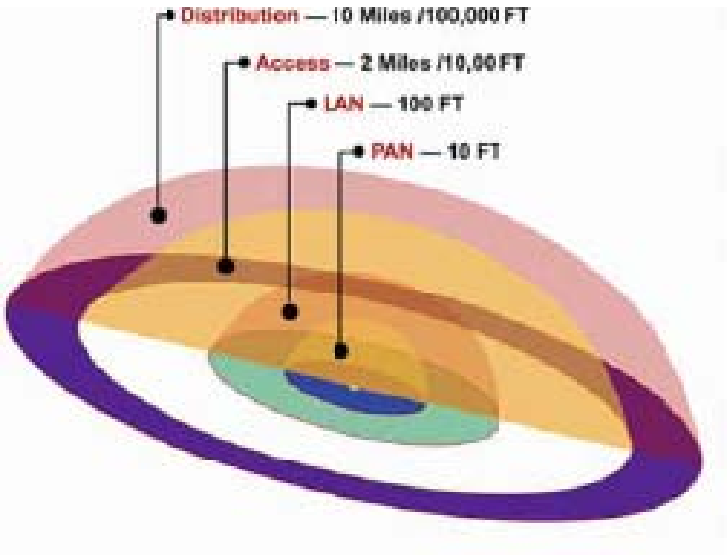


Figura 3.4 Acceso y Distribución exterior

3.4 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO "CANOPY"

El sistema CANOPY permite implementar acceso de banda ancha con un punto de presencia inalámbrico que puede ser conectado directamente a la infraestructura de banda ancha o indirectamente vía un enlace inalámbrico backhaul 10/20 Mbps a infraestructura existente de microonda o fibra. (Figura 3). [15]

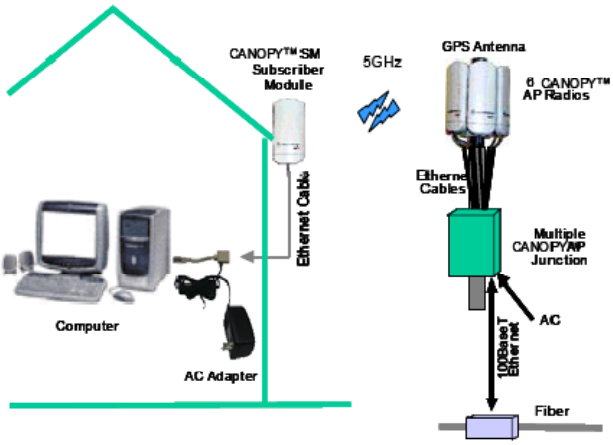


Figura 3.5 Esquema de instalación de los equipos CANOPY

Un punto de acceso inalámbrico puede contener de uno a seis sectores CANOPY (figura 4). Cada sector permite entregar 10 Mbps de conectividad a un máximo de 200 suscriptores en un sector, asegurando la cobertura omni-direccional con un radio de dos millas. Seis sectores pueden agregar capacidad a 60 Mbps.

La interfase de los sectores a la infraestructura de ruteadores y las computadoras de los usuarios son vía Ethernet 10 o 100 Mbps. La eficiencia del ancho de banda es lograda a través del uso propietario, esquema robusto de modulación que permite excelente desempeño de canales y mitigación de interferencia desde otros sistemas operando en las mismas bandas de frecuencias.

El Sistema CANOPY es virtualmente inmune a los problemas de propagación asociados con las variaciones diarias del clima como lluvia, niebla, y nieve. Estos problemas en gran medida afectan la operación de numerosos y más caros sistemas de ancho de banda que utilizan espectro de frecuencia mayor. [16]

El Sistema CANOPY provee acceso a Internet de dos vías experimentando los usuarios velocidades de hasta 3.6 Mb/s de downlink. El Sistema CANOPY permite controlar el ancho de banda en ambas direcciones (upstream y downstream). El sistema también provee mecanismos propietarios para soportar streams de datos

independientes para asegurar la baja latencia para servicios como Voz sobre IP. Esto permite hacer de CANOPY un sistema muy adecuado para proveer servicios para clientes corporativos como para usuarios residenciales.

Principales Características

- Está disponible en 5.2GHz & 5.7GHz
- Banda ancha
- Inalámbrico
- Sistema de Línea de Vista
- Fijo, nómade
- Frecuencias no licenciadas
- Conectividad de Datos de Alta Velocidad a Bajo Costo
- Instalación y Mantenimiento más simple que cualquier solución inalámbrica o de Banda Ancha
- Alcanza áreas no accesibles Wireless.
- Canopy tiene antenas incorporadas direccionales– (Pattern de 60 grados)
- Se puede incrementar la ganancia y el alcance con un reflector pasivo disponible -(Pattern de 6 grados)
- Canopy tiene una interfaz incorporada Ethernet (10/100baseT).

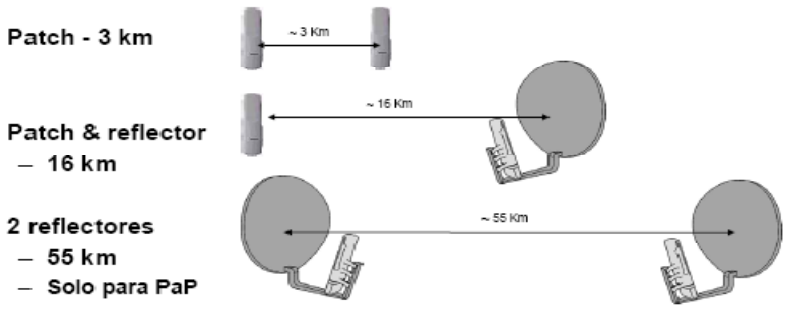


Figura 3.6 El Alcance de Canopy

3.4.1 AP – Access Point

El AP (Punto de Acceso) es la estación base que puede incorporar de uno a seis sectores. Cada sector (figuras 5a y 5b) opera en 60 grados con una antena direccional para proveer la cobertura mencionada. Un método único de división de tiempo duplex es usado para permitir el uso del ancho de banda, acomodando tráfico simétrico y altamente asimétrico. Cada AP externo incorpora un GPS que es usado para sincronizar las transmisiones de todos los APs para minimizar la interferencia. Los múltiples APs pueden ser apilados para incrementar las capacidades de cobertura. La implementación actual del AP opera con una señalización RF de 10 megabits/sec por sector en un rango de cobertura nominal de 2 millas y 10 millas. Cada sitio AP requiere una fuente de alimentación y una conexión 10/100 BaseT a la red. [17]

Figura 3.7 Gráfico de un AP

Principales Características:

- Se comunica con los SMs
- 10 Mbps
- Throughput agregado efectivo: >6 Mbps
- Hasta 200 SMs AP
- Sectores de 60°

- Relación Dowlink/Uplink configurable por el operador.
- Latencia 2-way: 20 ms

Banda de Frecuencia	Dist. LOS	Dist. LOS con Reflector	Ancho de Banda Agregado Típico (Mbps)		
	(Dist. Depende de las condiciones de RF) (*)		Canopy AP	Canopy AP Advantage	Canopy AP Advantage y SM Advantage (**)
900 MHz	hacia 64 km	N / A	N / A	2.1	4
2.4 GHz	8 km	24 km	6.2	7	15
5.2 GHz	3,2 km	N / A	6.2	7	15
5.4 GHz	3,2 km	16 km	N / A	7	15
5.7 GHz	3,2 km	16 km	6.2	7	15

Tabla 3.1 Resumida de Desempeño (AP - SM)

3.4.2 SM –Subscriber Module

El SM (Módulo Suscriptor) es una unidad de terminación a suscriptor. Consiste de un transreceptor que opera con una antena de 60-grados y comunica con un AP en cualquier momento dado. Su sincronización y control se logra a través de la señal recibida por el AP. SMs pueden ser ubicados adentro de edificios o afuera. El SM actual opera con una señal RF de 10 megabits/seg. EL SM no requiere ninguna configuración de suscriptor.

Después de haberse encendido, el SM escanea los canales posibles y automáticamente se registra con el Punto de Acceso (AP) autenticado. La facilidad de instalar el modulo suscriptor (SM) requiere solo cable categoría 5, con la alimentación provista a través del mismo cable. [15]

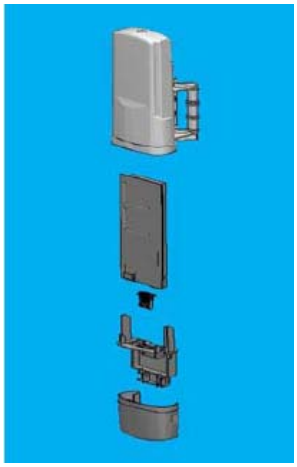


Figura 3.8 Gráfico de un SM

Principales características

- Protocolo Punto –Multipunto
- Se comunica con el AP
- Sectores de 60° (6° con reflector)
- Sirve múltiples computadoras con la instalación de un hub switch Ruteador local.

3.4.3 BH –Backhaul

En algunos casos no existe una conexión conveniente de fibra o cable para un AP o se requiere un enlace punto a punto entre dos localidades. Una unidad de Backhaul (BU) inalámbrica es una opción punto a punto para transportar tráfico desde y hacia los APs.

Cada BU se comunica únicamente con otro BU utilizando una antena muy direccional. En cada enlace de backhaul un dispositivo es configurado como el Maestro en tiempo de RF.

Esta provisión permite que el BU se sincronice con los AP contiguos para reducir la interferencia. El BU está diseñado para operar con un data rate de 10/20 megabits/segundo en un rango de comunicación de 20 millas. Cada BU requiere únicamente de una fuente de alimentación y una conexión 10/100 BaseT. [15]

- Punto a Punto (Parejas Master-Slave)
- Se comunica con otro BH
- 10 Mbps (7 Mbps efectivo)
- 20 Mbps (14 Mbps efectivo)

Banda de Frecuencia	Dist. LOS	Dist. LOS con Reflectores en las 2 extremidades	Criptografía	Ancho de Banda Agregado Típico (Mbps)
2.4 GHz (10 Mbps)	8 km	56 km	DES o AES	7.5
2.4 GHz (20 Mbps)	3.2 km	56 km	DES	14
5.2 GHz	3.2 km	N / A	AES	7.5
5.2 GHz ER (10 Mbps)	N / A	16 km	DES o AES	7.5
5.2 GHz ER (20 Mbps)	N / A	8 km	DES	14
5.4 GHz (10 Mbps)	3.2 km	16 km	DES	7.5
5.4 GHz (20 Mbps)	1.6 km	8 km	DES	14
5.7 GHz (10 Mbps)	**3.2 km**	**56 km**	**DES o AES**	**7.5**
5.7 GHz (20 Mbps)	**3.2 km**	**56 km**	**DES**	**14**
5.7 GHz (45 Mbps)	64 km	N / A	AES opcional	hacia 33

Tabla 3.2 Tabla resumida de desempeñó (P - P)

3.4.4 Módulo de Administración de Cluster (CMM)

El CMM suministra alimentación hasta 6 AP, 2 BH, 1 Conmutador Ethernet y 1 Receptor GPS que suministra la sincronización a los APs y BHs, en equipos de 10 y 20 Mbps, también integra un campo de jacks para todas las conexiones. (BH de 30/60 y 150/300 Mbps deben conectarse a un puerto sin alimentación independiente). Un CMM debe ser montado a una distancia máxima de 100m de los APs o BHs Master dentro de los límites de Categoría 5 (Ethernet); mientras que la antena GPS debe ser montada a una distancia de 30 o 100m desde el CMM con una clara visibilidad hacia el cielo. [17]

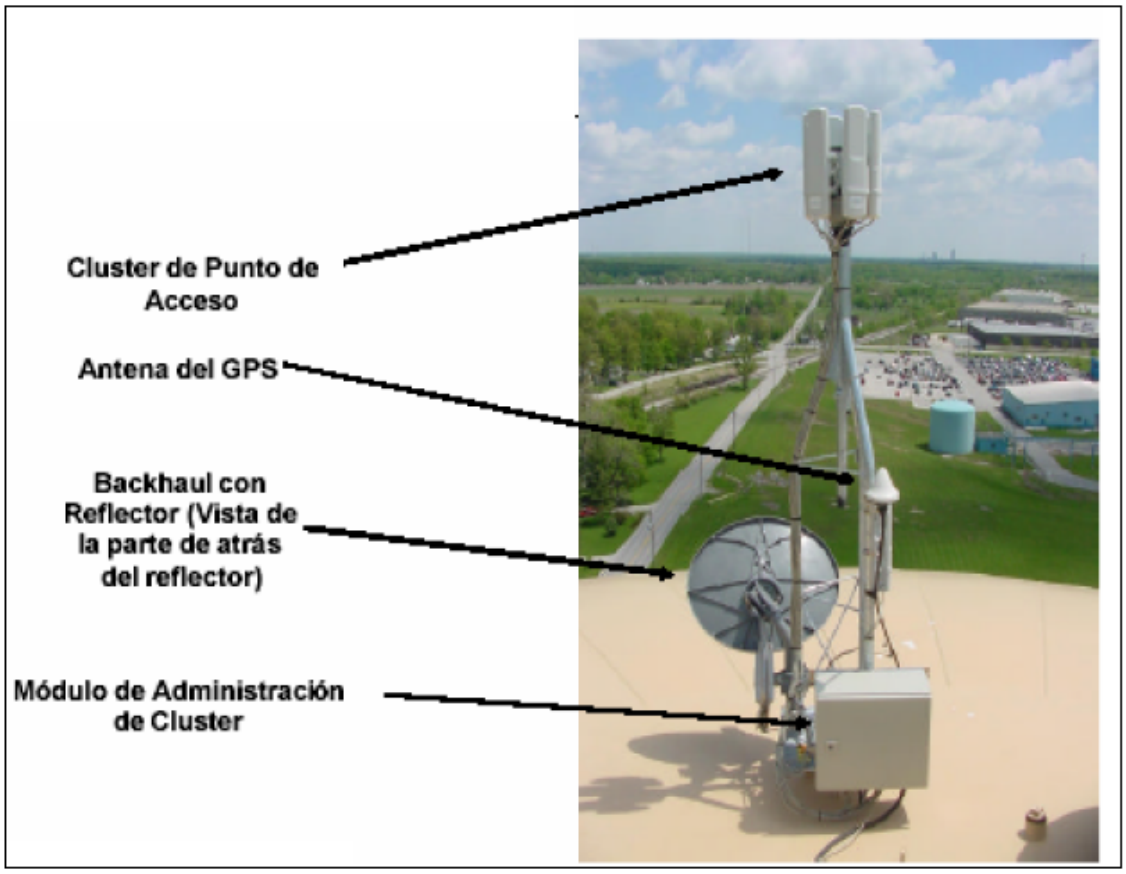


Figura 3.9 Componentes Canopy

La red de las escuelas del Proyecto instalada con Canopy cumplirá requisitos críticos tales como:

1. Modularidad y escalabilidad del sistema, con lo cual se garantiza que el sistema podrá ser sostenible en el tiempo y con un fácil crecimiento de cobertura y capacidad neta de la red.

2. Sistema TDD de manejo asimétrico de canal, con lo cual se puede garantizar el mejor aprovechamiento del ancho de banda en una sola vía (Uplink).

3. Sistema sincronizado en el tiempo, con lo cual se proyecta el mejor uso y re-uso del espectro y se controla la interferencia auto inducida o incluso la interferencia externa.

4. Manejo centralizado de la transmisión, con lo cual se garantiza una red con los estándares más altos de calidad y aprovechamiento de la infraestructura a la vez que entrega la más alta calidad en datos y video, lo cual sería imposible de alcanzar con sistemas tradicionales de LAN como 802.11 a/b/g.

5. Manejo inteligente de la retransmisión, generando de esta manera una red de de transmisión de datos y video con un algoritmo eficiente en la corrección de errores permitiendo así que los errores sean retransmitidos en pequeños grupos de 64 Bytes óptimos para los sistemas y paquetes de la red de escuelas al servicio de la comunidad.

6. Red inalámbrica con reloj y sincronismo externo, lo cual da como resultado una infraestructura completamente escalable y sincronizada a lo largo de todas las parroquias, haciendo de esta manera más fácil la planeación de uso de espectro y crecimiento constante y sin límites de la red.[18]

3.4.5 Seguridad de la Red

El sistema Canopy mejora la seguridad con encriptación por aire DES (Estándar de Encriptación de Datos). Para lograr un máximo nivel de seguridad, la plataforma también está disponible en algunas zonas con AES (Estándar de Encriptación Avanzada) que proporciona un cifrado de 128 bits, con lo que se garantiza una transmisión de datos segura y una fiabilidad excepcional. AES hace prácticamente imposible la violación de un código; en la Figura 3.10 se muestran las diferentes capas de seguridad que se tiene en Canopy. [18]

- **DES (Estándar de Encriptación de Datos)**

Es un código de 56 bits que provee seguridad a través del aire para datos transmitidos y se activa seleccionando las opciones de configuración apropiadas en la página de Configuración de cada módulo Canopy.

La encriptación y desencriptación es manejada fuera del paquete normal, por lo tanto no agrega latencia o transparencia al sistema. Los BH de 30, 60, 150 y 300 Mbps utilizan una encriptación propietaria o AES.[18]

- **AES (Estándar de Encriptación Avanzada)**

AES es una forma opcional y altamente segura de encriptación utilizando un código de 128 bits, cuyo algoritmo brinda una seguridad mucho más robusta que otras en el mercado que requieren “encriptación fuerte” para transmisiones a través de aire. Los productos AES de Canopy ahora están certificados en conformidad con la Norma de Encriptación Avanzada 197 de los Estándares de Procesamiento de Información Federal (FIPS), emitida por el Instituto Nacional de Normas y Tecnología. El uso de AES requiere un AP separado, un SM y una clave de activación de software. [18]

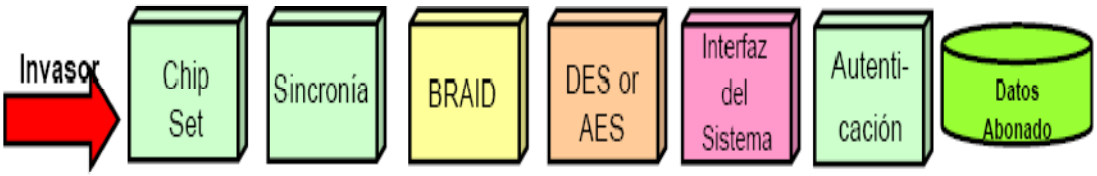


Figura 3.10 Capas de Seguridad de Canopy

3.5 DISEÑO FÍSICO DE LA SOLUCIÓN

3.5.1 Topología de la Red

En función de los perfiles topográficos realizados y considerando los mapas políticos de las zonas se han definido un diseño de ingeniería formado por 6 puntos troncales o nodos. La Topología queda definida con 5 enlaces Punto a Punto debido

a la distancia que existe entre las localidades educativas la señal hacia las escuelas será con enlaces Punto multipunto.

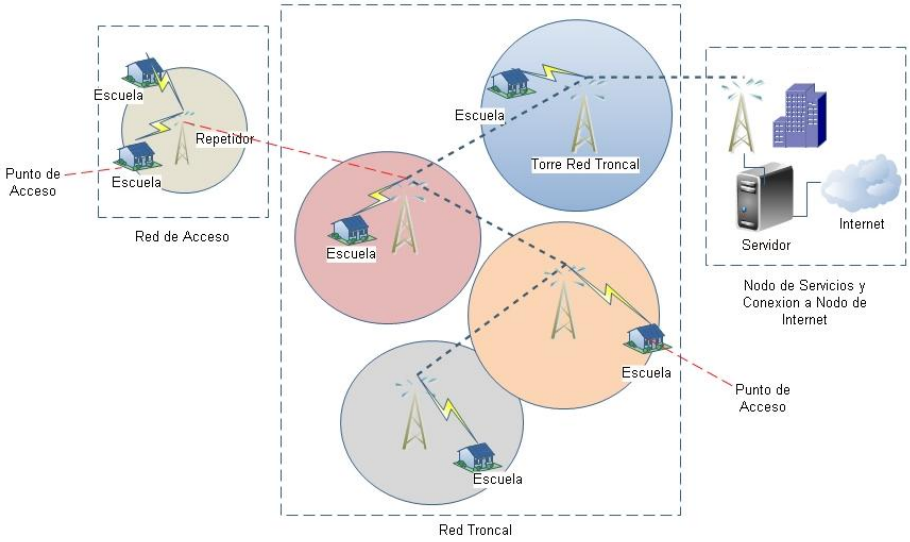


Figura 3.11 Topología de la Red

3.5.2 Red de Backbone

La red de backbone está formada por un grupo de seis nodos troncales, y un centro de distribución de Internet ubicado en el Municipio de Valencia. Los nodos propuestos son seis de las escuelas. Para el diseño de la red, los puntos a enlazarse, deben cumplir con ciertos requisitos:

- Línea de vista entre los puntos a enlazarse.
- Cubrir la zona en su totalidad.
- Evitar sobrelapamiento e interferencia entre celdas

La Tabla 3.3 muestra en detalle los lugares donde se ubicarán las Torres para el enlace de Backbone;

NODOS	Altura de la Torre (m)	Altura s.n.m (m)
VICTOR MANUEL RENDON	36	104,5
FRANCISCO CALDERÓN	36	115,4
CENTRO EDUCATIVO INICIAL EL VERGEL	36	155,1
RENE DESCARTES	36	185,5
GABRIELA MISTRAL	27	275
AGNELIO HURTADO	36	468,1

Tabla 3.3 Ubicación de las Radio Bases

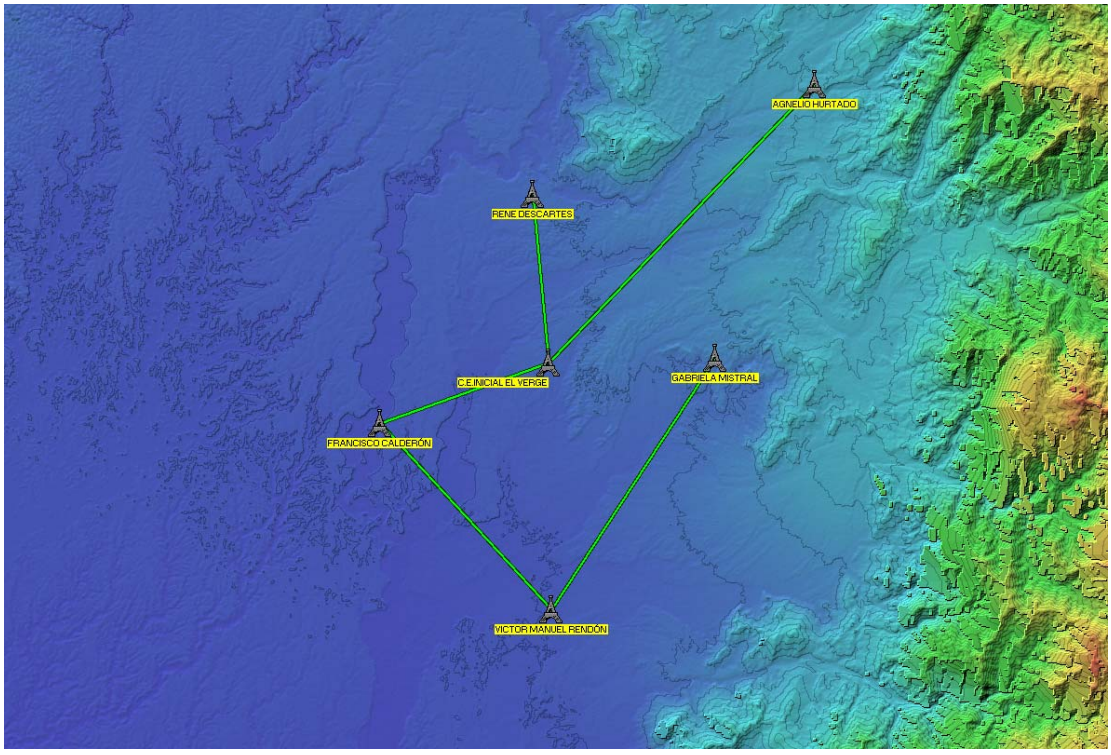


Figura 3.12 Ubicación geográfica de la Red de Backbone

Los equipos utilizados para la interconexión de nodos troncales y centro de distribución de Internet son tecnología Canopy Motorola modelo PTP 300 y operan en la banda no licenciada de 5,8 Ghz. El ancho de banda garantizado para la red de backbone es de 20 Mbps. [19]

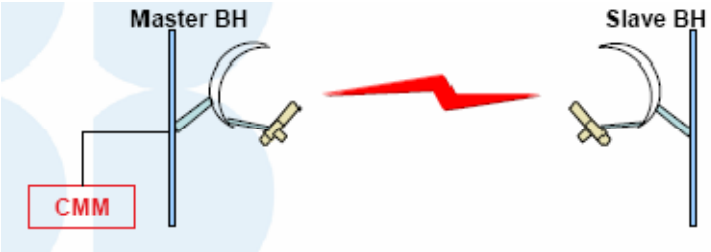


Figura 3.13 Enlace Punto - Punto

Cumplen con las siguientes características:

- Protocolo IP nativo
- Antenas Integradas
- Banda no licenciada (ISM) frecuencia en 2,4 GHz, 5,4 GHz y 5,8 GHz.
- Modulación OFDM
- Ancho de Banda Nominal 25 Mbps
- Dual polarización: Horizontal/Vertical
- Equipos con antena integrada y conectorizada
- Administración SNMP y software propietario MOTOROLA
- Interfaces Fast Ethernet 10/100 Mbps
- POE
- Seguridad de Acceso tipo Radius propietario Motorola. Sólo pueden conectarse equipos Motorola
- Encriptación AES y DES
- WAP y WEP propietario Motorola
- MPPE propietario Motorola

Figura 3.14 Equipo MOTOROLA modelo PTP300

3.5.3 Red de Acceso

Figura 3.15 Access Point

Figura 3.16 Modulo Suscriptor

Figura 3.17 SM + Reflector

La situación geográfica de la zona ha obligado a analizar múltiples alternativas de conexión de las escuelas sin sacrificar el performance de la solución. Desde este punto de vista se ha establecido la utilización de una topología punto – multipunto que trabaja con modulación FSK. Los modelos a utilizar son: AP 5700APDD Tecnología Motorola FSK en la banda de no licenciada de 5,7 GHz. [19]

Los AP y los módulos Suscriptores a utilizar tienen las siguientes características:

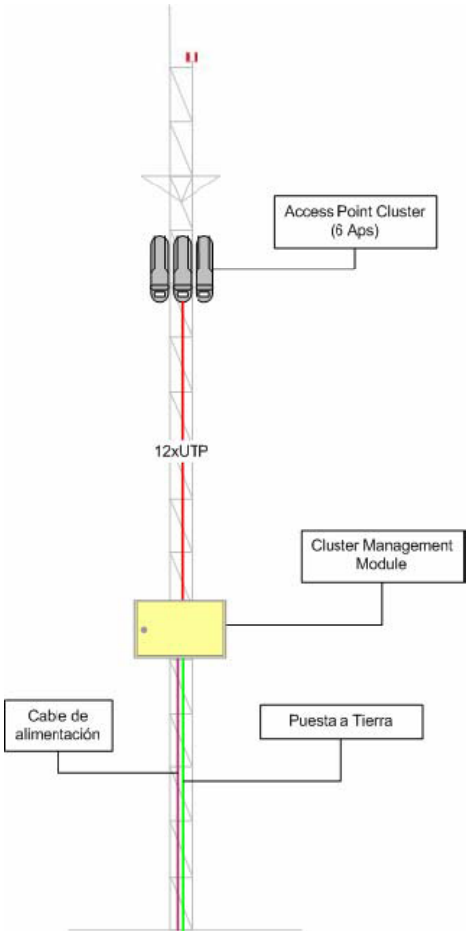
- Protocolo IP nativo
- Banda no licenciada ISM en 2, 4 GHz, 5,4 GHz y 5,8 GHz.
- Antenas Integradas
- Modulación FSK

- Throughtput de Access Point 8 Mbps
- Throughtput de Módulo Suscriptor 2 Mbps
- Equipos con antena integrada y conectorizada
- Administración SNMP y software propietario Motorola
- Interfaces Fast Ethernet 10/100 Mbps
- POE
- Seguridad de Acceso tipo Radius propietario Motorola para Access Point, solo pude conectarse equipos Motorola.
- Encriptación AES y DES.
- WAP – WEP propietario Motorola
- MPPE propietario Motorola
- Aplicación propietaria Motorola de aprendizaje de direcciones MAC de los clientes wireless a conectarse.
- Opciones para restringir clientes por direcciones MAC.
- Implementación de VLAN según estándar 802.1 q
- Opciones de Access Control List.
- Calidad de Servicio QoS.
- Priorización de tráfico (Voz, Video, Datos)

3.5.4 Diagrama de Instalación

Para la instalación del Access Point se recomienda un mástil no menor de 36 mts (sugerido de 42 metros) con las siguientes características:

- Tramos livianos de 6 m homologados.
- Balizamiento reglamentario FAA.



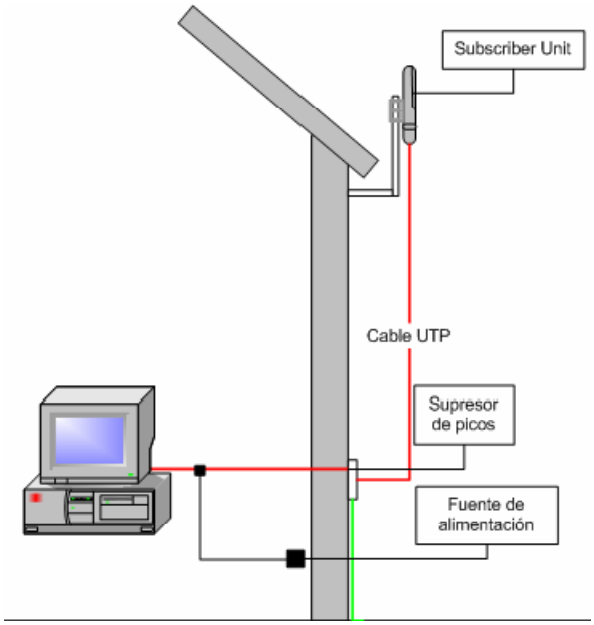


Figura 3.18 Esquema de instalación del AP

Figura 3.19 Esquema de instalación del SM

En todas las instalaciones se utilizará cable UTP Categoría 5 para exteriores. En cada sitio central se recomienda una UPS de 1KVA con 2 horas de autonomía para asegurar el servicio durante cortes de energía eléctrica.

3.5.5 Área de Cobertura de los AP

Esta cobertura está determinada principalmente por la distribución geográfica de los usuarios y los ángulos de apertura de los APs que van desde los 60º, 120º, 180º, hasta llegar a los 360º de cobertura total. [21]

Con la ayuda de Radio Mobile se estableció el Número total de APs por cada Nodo, con este numero de APs se garantiza que los clientes pueden ser atendidos por cada SM con los márgenes adecuados.

3.6 ESTUDIO ESCUELA VICTOR MANUEL RENDÓN

A este Nodo se conectan 25 Unidades educativas con un enlace Punto – Multipunto, en la tabla se puede observar las alturas necesaria de cada escuela con lo cual se garantiza un buen servicio. La distancia que abarca cada SM es de 3,5 m como se indica en la tabla No. Para distancias superiores hay que añadir un Reflector, en la tabla No, se indica el Número de Reflectores, SM y AP que son necesarios por Nodo.

Ítem	Institución	Mástil o Torre (m)	Distancia (Km)	SM	Reflector
1	INSTITUTO TECNICO SUPERIOR CIUDAD DE VALENCIA	1	1,14	1	0
2	VICTOR MANUEL RENDON	36	0	0	0
3	ESCUELA GALO PLAZA LAZO	1	0,48	1	0
4	ESCUELA MIXTA GREGORIO VALENCIA	1	0,72	1	0
5	ESCUELA ELOY ALFARO	6	2,12	1	0
6	ESCUELA JUAN SALINAS	12	2,9	1	0
7	COLEGIO TECNICO ERCILIA DE MARTINEZ	1	0,63	1	0
8	EUGENIO ESPEJO	12	7,62	1	1
9	ROSA CELESTE TERREROS	1	0,25	1	0
10	EMILIO RIVAS HUERTA	1	0,38	1	0
11	DEFENSORES DEL CENEPA	18	5,93	1	1
12	MIGUEL DE CERVANTES	9	8,45	1	1
13	ALAMOR	15	9	1	1
14	ESCUELA PLATON	12	8,65	1	1
15	JUAN LEON MERA	3	5,22	1	1
16	QUIROGA	9	5,35	1	1
17	SOCRATES	3	4,58	1	1
18	ANDRES BELLO	18	7,9	1	1
19	CAMILO DESTRUJE	6	2,68	1	0
20	ISLA BALTRA	6	7,36	1	1
21	ESCUELA RIO CUMAMAY	6	3,46	1	1
22	ANA LLERENA OTOYA	12	5,32	1	1
23	MANUELA CAÑIZARES	3	3,25	1	0
24	GONZANAMA	9	5,31	1	1
25	RIO NAPO	9	8,07	1	1

Figura 3.20 Lista de las Escuelas que se sirven desde El Nodo “Victor Manuel Rendón”

3.6.1 Área de Cobertura de un AP para el Nodo Victor Manuel Rendón

En este Nodo se ubicarán un Cluster de 6 AP, cada AP abarca un radio de cobertura de 60 grados, debido a la distribucion geográfica de las escuelas, fue necesario hacer uso completo del cluster de 6 AP con esto garantizamos el servicio hacia cada una de las escuelas.

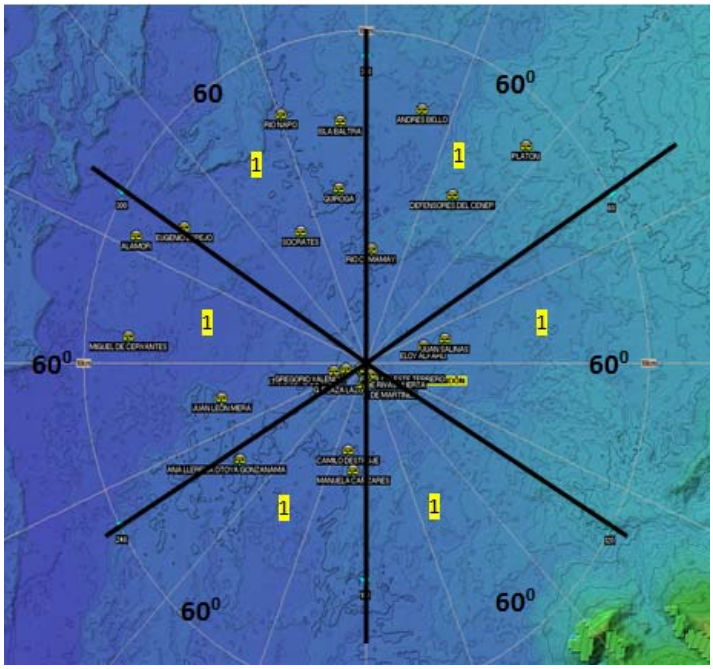


Figura 3.21 Cobertura de un Cluster de 6 APs

3.6.2 Asignación de Equipos

Modulo Suscriptor "SM"	Reflector Pasivo	Punto de Acceso "AP"	Cluster Management Module CMM	Unidad de Backhaul BH
24	14	6	1	2

Tabla 3.4 Equipamiento Necesario para Nodo "Victor Manuel Rendón"

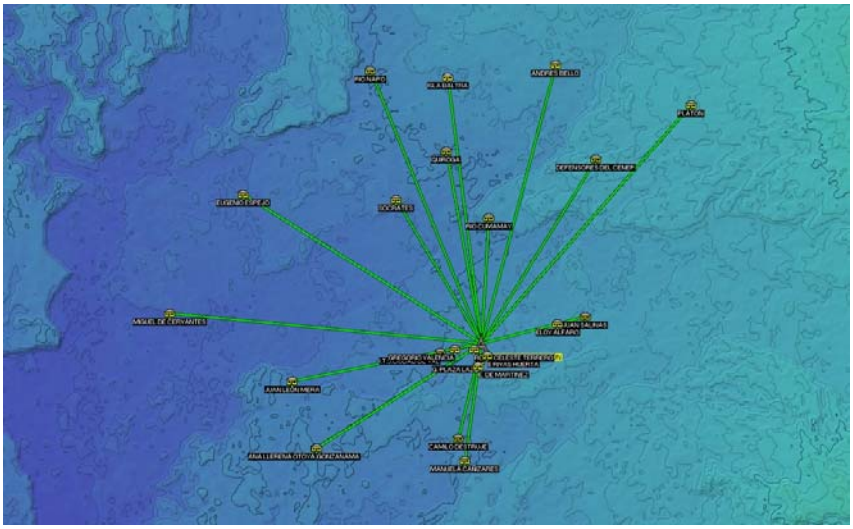


Figura 3.22 Ubicación Geográfica del Nodo "Victor Manuel Rendón"

3.7 ESTUDIOS ESCUELA FRANCISCO CALDERÓN

A este Nodo se conectan 8 Unidades educativas con un enlace Punto – Multipunto, en la tabla se puede observar las alturas necesaria de cada escuela con lo cual se garantiza un buen servicio. La distancia que abarca cada SM es de 3,5 m como se indica en la tabla No. Para distancias superiores hay que añadir un Reflector, en la tabla No, se indica el Número de Reflectores, SM y AP que son necesarios por Nodo.

Ítem	Institución	Mástil (m)	Distancia (Km)	SM	SM + reflector
1	JUAN MONTALVO 1	6	4,49	1	1
2	ESCUELA 1 DE JULIO	3	3,75	1	1
3	TOMAS EDISON	36	7,4	1	1
4	LEON FEBRES CORDERO	21	7,76	1	1
5	MANUEL ASCAZUBI	9	8,24	1	1
6	CIUDAD DE VENTANAS	15	4,3	1	1
7	PEDRO DE ALVARADO	1	1,93	1	0
8	PEDRO VICENTE MALDONADO	1	4,57	1	1
9	CARLOS VASCONEZ ALARCON	36	7,18	1	1
10	16 DE AGOSTO	9	7,31	1	1
11	FRANCISCO CALDERÓN	36	0	0	0

Tabla 3.5 Lista de las Escuelas que se sirven desde El Nodo "Francisco Calderón"

3.7.1 Área de Cobertura de un AP

En este Nodo se ubicarán un Cluster de 4 AP, cada AP abarca un radio de cobertura de 60 grados, debido a la distribucion geográfica de las escuelas, fue necesario hacer uso completo del cluster de 6 AP con esto garantizamos el servicio hacia cada una de las escuelas.

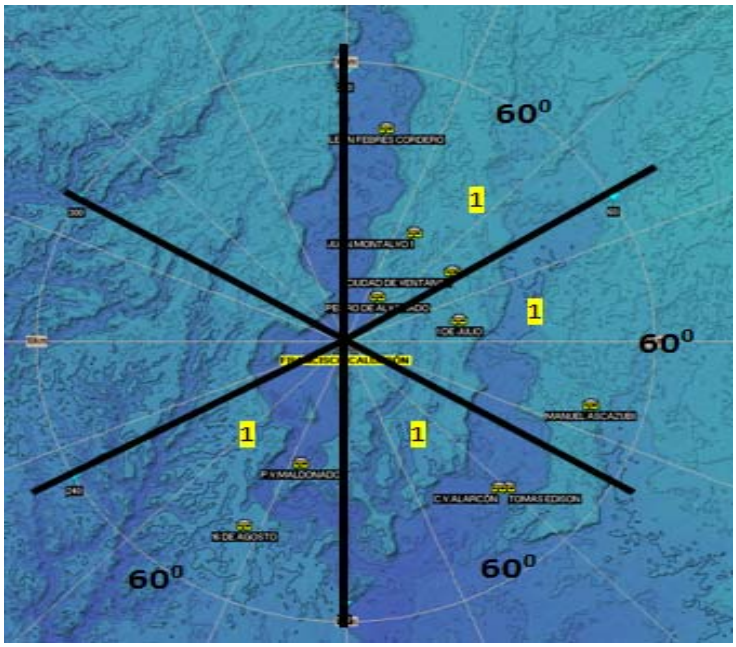


Figura 3.23 Cobertura de un Cluster de 4 AP

3.7.2 Asignación de Equipos

Modulo Suscriptor "SM"	Reflector Pasivo	Punto de Acceso "AP"	Cluster Management Module CMM	Unidad de Backhaul BH
10	9	4	1	2

Tabla 3.6 Equipamiento Necesario para Nodo "Francisco Calderón"

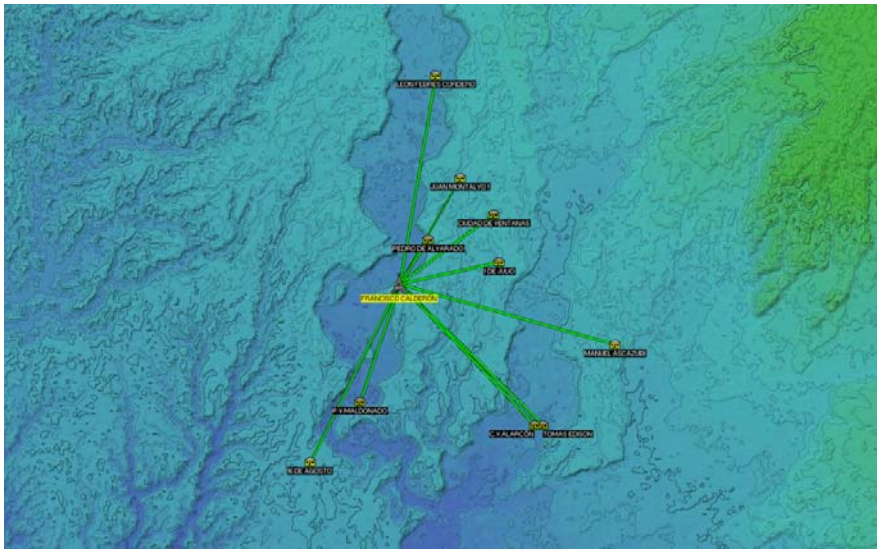


Figura 3.24 Ubicación geográfica del Nodo Francisco Calderón

3.8 ESTUDIOS ESCUELA C.E.I.EL VERGEL

A este Nodo se conectan 14 Unidades educativas con un enlace Punto – Multipunto, en la tabla se puede observar las alturas necesaria de cada escuela con lo cual se garantiza un buen servicio. La distancia que abarca cada SM es de 3,5 m como se indica en la tabla No. Para distancias superiores hay que añadir un Reflector, en la tabla No, se indica el Número de Reflectores, SM y AP que son necesarios por Nodo.

Ítem	Institución	Mástil o Torre (m)	Distancia (Km)	SM	SM + reflector
1	CENTRO EDUCATIVO INICIAL EL VERGEL	36	0	0	0
2	CARLOS LUIS PLAZA DAÑIN	1	0,17	1	0
3	PABLO PICAZZO	27	6,73	1	1
4	BELISARIO QUEVEDO	15	2,73	1	0
5	PROVINCIA DEL ORO	6	7,2	1	1
6	CAYAMBE	6	5,07	1	1
7	REGION INSULAR	9	7,84	1	1
8	MANUEL KANT	1	0.57	1	0
9	CARIAMANGA	9	5,99	1	1
10	NESTOR COELLO VITERI	24	6,53	1	1
11	RIO AMAZONAS 1	36	11,54	1	1

12	TEOFILO TUFIÑO	9	2,59	1	0
13	PRIMICIAS DE LA CULTURA DE QUITO	36	9,09	1	1
14	THOLOMEO	30	9,52	1	1

Tabla 3.7 Lista de las Escuelas que se sirven desde El Nodo "Francisco Calderón"

3.8.1 Área de Cobertura de un AP

En este Nodo se ubicarán un Cluster de 5 AP, cada AP abarca un radio de cobertura de 60 grados, debido a la distribucion geográfica de las escuelas, fue necesario hacer uso completo del cluster de 6 AP con esto garantizamos el servicio hacia cada una de las escuelas.

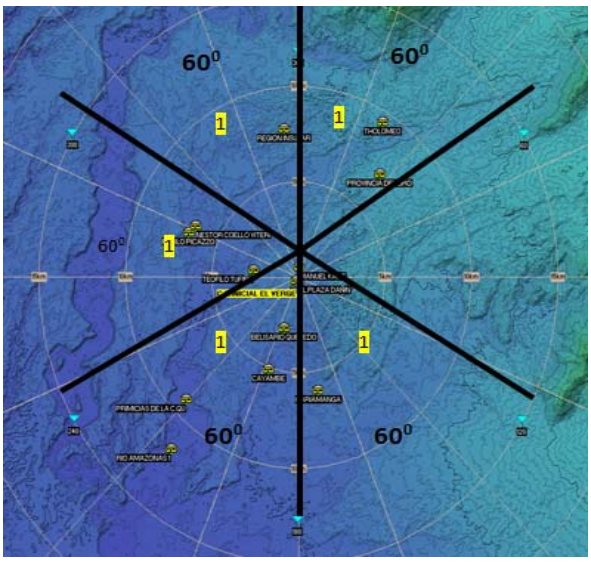


Figura 3.25 Cobertura de un Clúster de 5 AP

3.8.2 Asignación de Equipos

Modulo Suscriptor "SM"	Reflector Pasivo	Punto de Acceso "AP"	Cluster Management Module CMM	Unidad de Backhaul BH
13	9	5	1	3

Tabla 3.8 Equipamiento Necesario para Nodo "C.E.I. El Vergel"

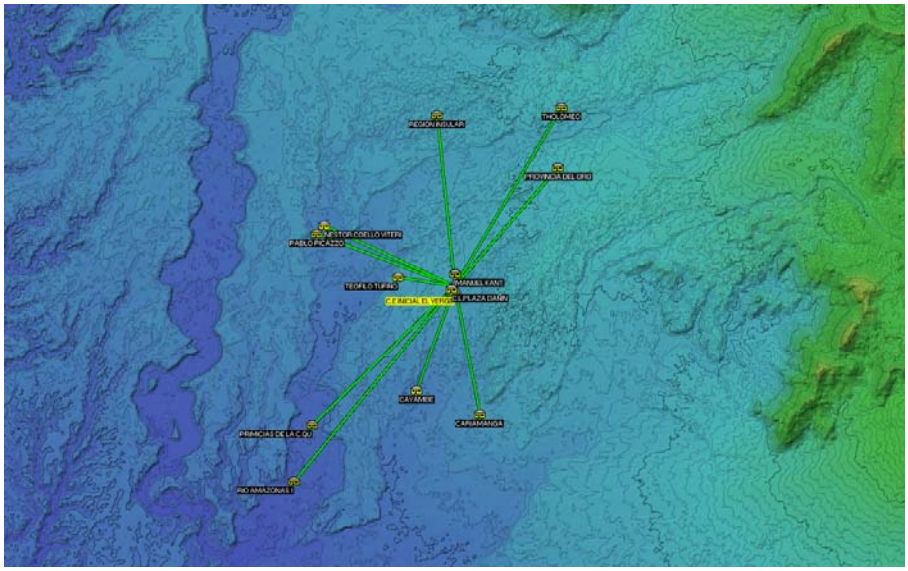


Figura 3.26 Ubicación geográfica del Nodo C.E.I. El Vergel

3.9 ESTUDIOS RENÉ DESCARTES

A este Nodo se conectan 9 Unidades educativas con un enlace Punto – Multipunto, en la tabla se puede observar las alturas necesaria de cada escuela con lo cual se garantiza un buen servicio.

La distancia que abarca cada SM es de 3,5 m como se indica en la tabla No. Para distancias superiores hay que añadir un Reflector, en la tabla No, se indica el Número de Reflectores, SM y AP que son necesarios por Nodo.

Ítem	Institución	Mástil (m)	Distancia (Km)	SM	SM + reflector
1	RENE DESCARTES	36	0	0	
2	CLEMENTE YEROVI INDABURO	15	7,82	1	1
3	JULIO TOBAR BAQUERO	3	5,33	1	1
4	AMERICA VESPUCIO	12	3,24	1	0
5	JUAN A COMENIUS	18	9,39	1	1
6	JUAN MONTALVO	27	19,94	1	1
7	INGAPIRCA	18	11,19	1	1
8	LUIS PASTEUR	12	7,81	1	1
9	ALEJANDRO CARRION	15	8,24	1	1

Tabla 3.9 Lista de las Escuelas que se sirven desde El Nodo “René Descartes”

3.9.1 Área de Cobertura de un AP

En este Nodo se ubicarán un Cluster de 5 AP, cada AP abarca un radio de cobertura de 60 grados, debido a la distribucion geográfica de las escuelas, fue necesario hacer uso completo del cluster de 6 AP con esto garantizamos el servicio hacia cada una de las escuelas.

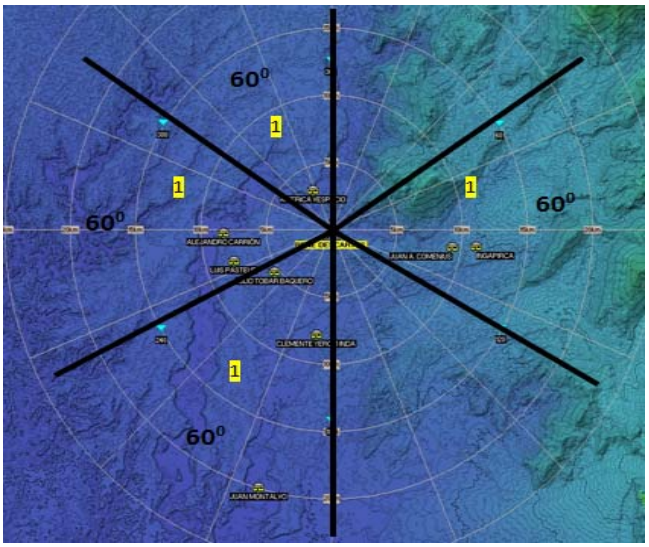


Figura 3.28. Cobertura de un Clúster de 4 AP

3.9.2 Asignación de Equipos

Modulo Suscriptor "SM"	Reflector Pasivo	Punto de Acceso "AP"	Cluster Management Module CMM	Unidad de Backhaul BH
8	7	4	1	1

Tabla 3.10 Equipamiento Necesario para Nodo "René Descartes"

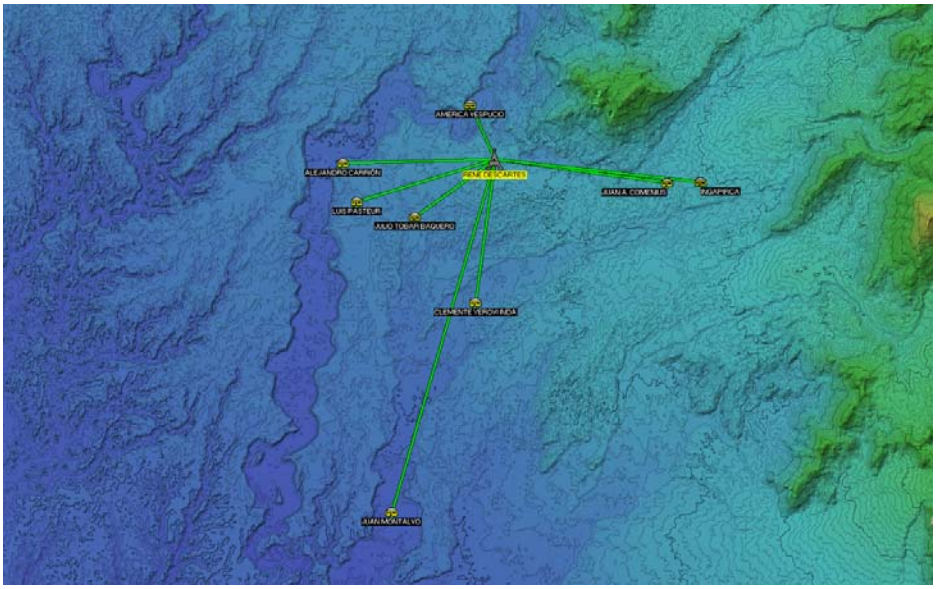


Figura 3.27 Ubicación geográfica del Nodo René Descartes

3.10 ESTUDIOS ESCUELA AGNELIO HURTADO

A este Nodo se conectan 8 Unidades educativas con un enlace Punto – Multipunto, en la tabla se puede observar las alturas necesaria de cada escuela con lo cual se garantiza un buen servicio.

La distancia que abarca cada SM es de 3,5 m como se indica en la tabla No. Para distancias superiores hay que añadir un Reflector, en la tabla No, se indica el Número de Reflectores, SM y AP que son necesarios por Nodo.

Ítem	Institución	Mástil (m)	Distancia (Km)	SM	SM + reflector
1	AGNELIO HURTADO	24	0	0	0
2	REPUBLICA DEL SALVADOR	15	6,97	1	1
3	ESCUELA SEGUNDO CALDERON LOPEZ	1	5,22	1	1
4	ESCUELA JORGE WASHINGTON	2	3,36	1	1
5	JAIME HURTADO GONZALEZ	6	2,79	1	0
6	ALCIDES MENA	12	6,54	1	1

Tabla 3.11 Lista de las Escuelas que se sirven desde El Nodo “Agnelio Hurtado”

3.10.1 Área de Cobertura de un AP

En este Nodo se ubicarán un Cluster de 5 AP, cada AP abarca un radio de cobertura de 60 grados, debido a la distribucion geográfica de las escuelas, fue necesario hacer uso completo del cluster de 6 AP con esto garantizamos el servicio hacia cada una de las escuelas.

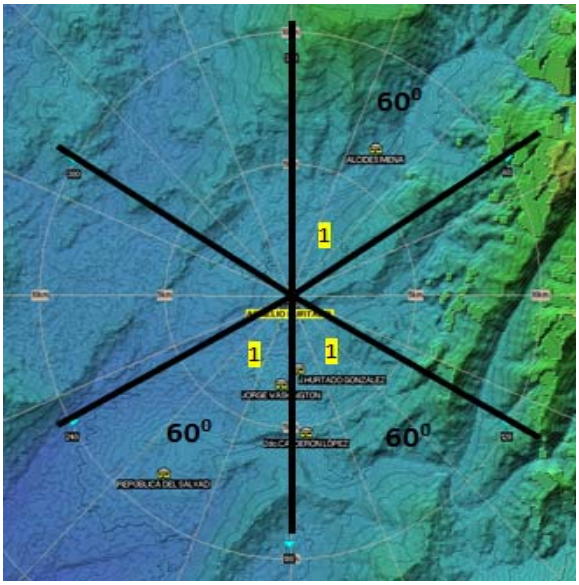


Figura 3.28 Cobertura de un Clúster de 3 AP

3.10.2 Asignación de Equipos

Modulo Suscriptor "SM"	Reflector Pasivo	Punto de Acceso "AP"	Cluster Management Module CMM	Unidad de Backhaul BH
5	4	3	1	1

Tabla 3.12 Equipamiento Necesario para Nodo "Agnelio Hurtado"

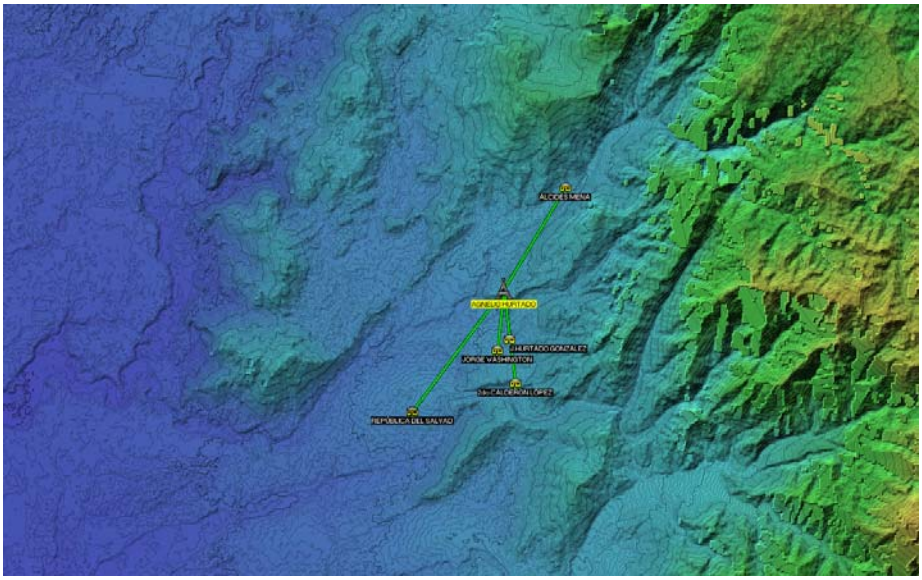


Figura 3.29 Ubicación geográfica del Nodo Agnelio Hurtado

3.11 ESTUDIOS GABRIELA MISTRAL

A este Nodo se conectan 14 Unidades educativas con un enlace Punto – Multipunto, en la tabla se puede observar las alturas necesaria de cada escuela con lo cual se garantiza un buen servicio. La distancia que abarca cada SM es de 3,5 m como se indica en la tabla No. Para distancias superiores hay que añadir un Reflector, en la tabla No, se indica el Número de Reflectores, SM y AP que son necesarios por Nodo.

Ítem	Institución	Mástil (m)	Distancia (Km)	SM	SM + Reflector
1	GABRIELA MISTRAL	27	0	0	0
2	SILVIO CASARES MEDINA	3	6,55	1	1
3	PACTO ANDINO	3	4,13	1	1
4	GIRON	3	11,44	1	1
5	BUENA GRATITUD	3	7,93	1	1
6	ABDON CALDERON MUÑOZ (PRACTICA DOCENTE)	24	2,23	1	0
7	HERNANDO DE MAGALLANES	21	4,65	1	1
8	ARISTOTELES	3	6,32	1	1
9	VOLCAN COTOPAXI	3	2,62	1	0
10	BLANCA HERNANDEZ VILLAGRAN	1	1,76	1	0
11	PRIMERO DE MAYO	6	3,24	1	0

12	MONTECRISTI	15	7,26	1	1
13	ARMANDO ROMEO TRUJILLO ALMEIDA	21	6,69	1	1
14	JACINTO COLLAHUAZO	12	6,11	1	1

Figura 3.30 Lista de las Escuelas que se sirven desde El Nodo "Gabriela Mistral"

3.11.1 Área de Cobertura de un AP

En este Nodo se ubicarán un Cluster de 5 AP, cada AP abarca un radio de cobertura de 60 grados, debido a la distribucion geográfica de las escuelas, fue necesario hacer uso completo del cluster de 6 AP con esto garantizamos el servicio hacia cada una de las escuelas.

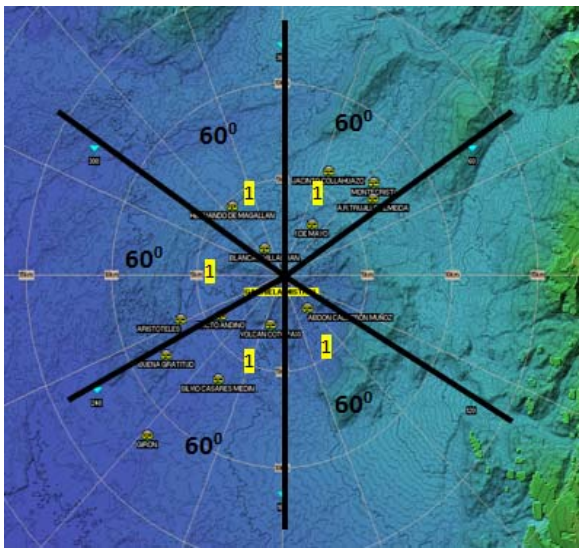


Figura 3.31 Cobertura de un clúster de 5 AP

3.11.2 Asignación de Equipos

Modulo Suscriptor "SM"	Reflector Pasivo	Punto de Acceso "AP"	Cluster Management Module CMM	Unidad de Backhaul BH
13	9	5	1	1

Tabla 3.13 Equipamiento Necesario para Nodo "Gabriela Mistral"

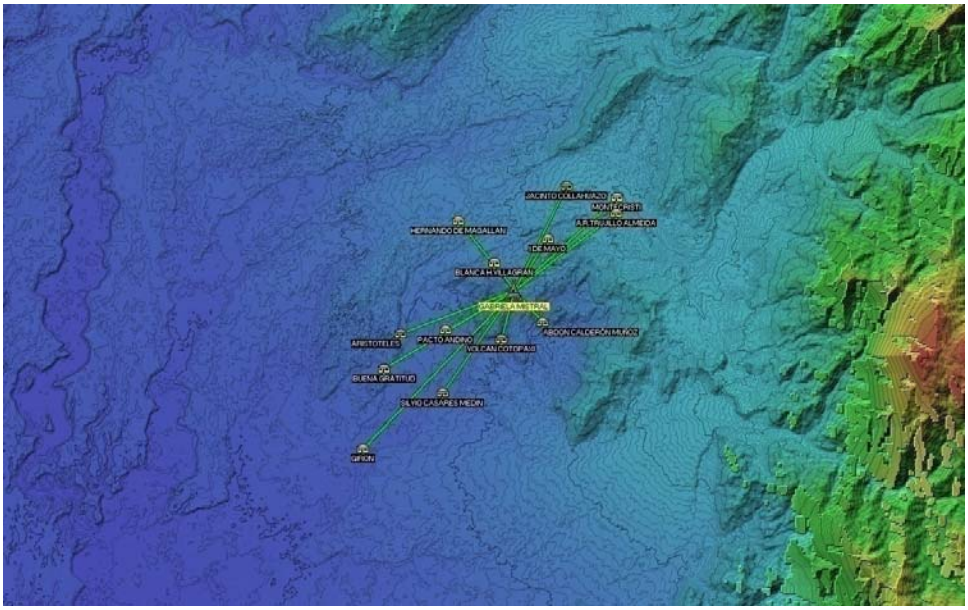


Figura 3.32 Ubicación geográfica del Nodo Gabriela Mistral

- **Altura de las Torres o Mástiles de la Red completa**

Tipo de Mástil o Torre (m) / **Nodo**	1	2	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	36
Victor Manuel Rendón	6	0	3	4	4	4	1	2	0	0	0	0	1
Francisco Calderón	2	0	1	1	2	0	1	0	1	0	0	0	3
C.E.I. El Vergel	2	0	0	2	3	0	1	0	0	1	1	1	3
René Descartes	0	0	1	0	0	2	2	2	0	0	1	0	1
Agnelio Hurtado	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
Gabriela Mistral	1	0	6	1	0	1	1	0	2	1	1	0	0
Total	12	1	11	9	9	8	7	4	3	3	3	1	8

Tabla 3.14 Resumen de las alturas de las Torres y Mástiles

- **Asignación de Equipos de la Red Completa**

Nodo	Access Point "AP"	Módulo Suscriptor "SM"	Reflector Pasivo	Cluster Management Module CMM	Unidad de Backhaul BH
Victor Manuel Rendón	6	24	14	1	2
Francisco Calderón	4	10	9	1	2
C.E.I. El Vergel	5	13	9	1	3
René Descartes	4	8	7	1	1
Agnelio Hurtado	3	5	4	1	1
Gabriela Mistral	5	13	9	1	1
Total	27	73	52	6	10

Figura 3.33 Resumen de la Asignación de Equipos

3.12 INFRAESTRUCTURA DE UNA TRONCAL O NODO

Se define como troncal o nodo al punto de concentración de enlaces de backbone, enlaces hacia repetidoras y equipos punto – multipunto de la red de acceso. Para garantizar una correcta operación de los equipos y dispositivos infraestructura apropiada para el funcionamiento de una red backbone, se ha definido utilizar la siguiente infraestructura:

- Torre triangular de vientos completamente galvanizados que permita contrarrestar las acciones de oxidación del clima de la zona, minimice las acciones de mantenimiento y garantice una vita útil apropiada para el proyecto
- Un sistema pararrayos.
- Una luz de baliza exigida por las normas de seguridad aeronáuticas.

- Caseta o mueble de exteriores para equipos de comunicación.
- Equipos de respaldo de energía como UPS y banco de baterías.
- Sistema de puesta a tierra.
- Medidor de energía en los sitios que no existiera.
- Malla de protección y seguridad.
- Equipos: enlaces y switchs.
- Cable FTP categoría 5E

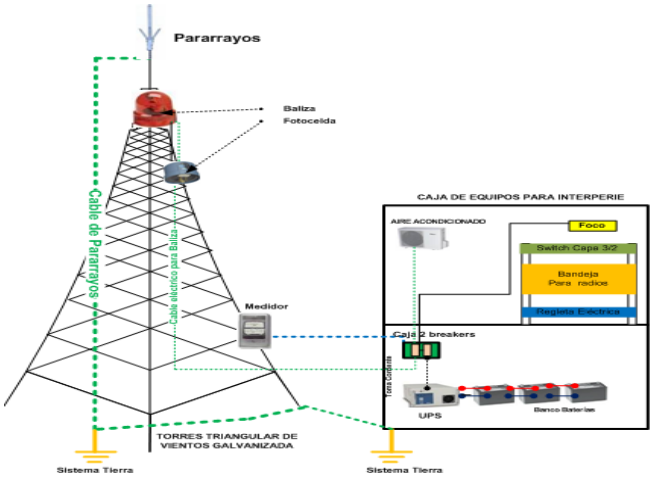


Figura 3.34 Esquema de la Infraestructura en una Torre

3.13 ESPECIFICACIONES DE TORRES Y MÁSTILES

Las torres serán instaladas en los Nodos y en algunas escuelas que requieren de una mayor altura para poder enlazarse con el Nodo de Acceso.

Tienen las siguientes características:

- Torres triangulares soportadas por vientos
- Torres metálicas galvanizadas en caliente
- Pintura anticorrosiva color blanca y naranja
- Ancho: 35 cm
- Pernos Galvanizados
- Obras civiles para las bases de las torres.

Los mástiles serán instalados exclusivamente en las escuelas y en función de los análisis topográficos realizados.

Tienen las siguientes características:

- Mástiles de 1, 2, 3, 6, 9, 12, 15, 18 m de altura
- Tubo galvanizado en caliente
- Pintura anticorrosiva color plomo
- Superiores a 12 m son soportadas por vientos y pernos galvanizados.
- Caseta o mueble de exteriores para equipos de comunicación.
- Equipos de respaldo de energía como UPS y batería.
- Sistema de puesta a tierra.
- Equipos: enlaces y switch

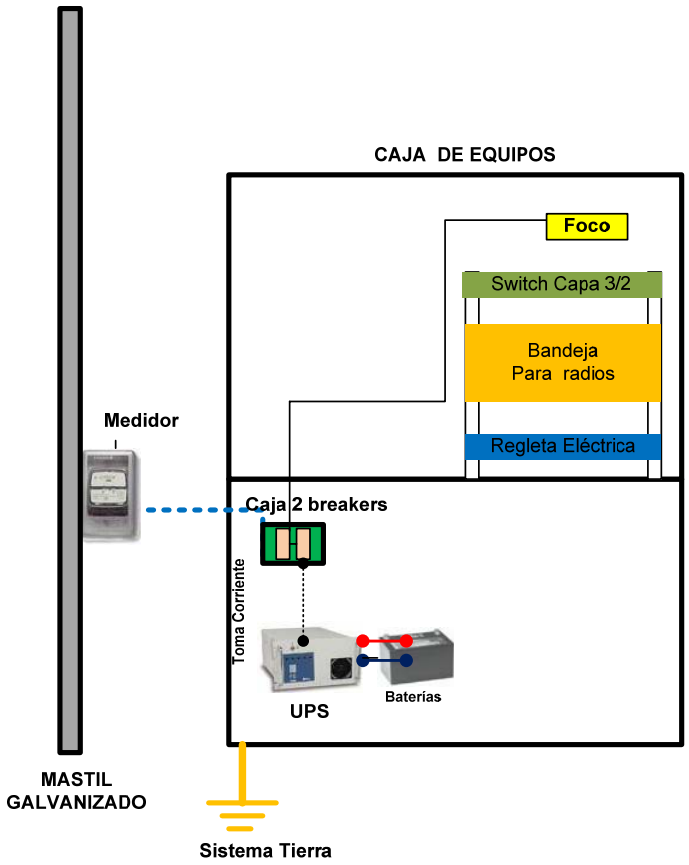


Figura 3.35 Esquema de la Infraestructura en un Mástil

3.14 INFRAESTRUCTURA DE UNA ESCUELA

Las escuelas beneficiarias del proyecto tendrán la siguiente infraestructura:

- Mástil galvanizado. La altura de ellos depende de los perfiles topográficos realizados. En el Anexo 1 se adjuntan las distancias desde las escuelas hasta los nodos así como la altura de los mástiles de cada escuela.
- UPS de 600 VA.
- Protector contra cortocircuitos - Cortapicos.
- Cable FTP para exteriores.
- Enlace radial.

- Router inalámbrico a ser instalado en la parte superior del aula de computo
- Bastidor para POE radial
- Cable FTP categoría 5E

IMPORTANTE:

Los mástiles son de alturas considerables desde 1 metros hasta 18 metros de altura. Por ello se necesita que la escuela asigne un espacio seguro que no tengan acceso los estudiantes para instalar el mástil mencionado.

Será responsabilidad del contratante tomar las medidas de seguridad en los accesos al sitio donde están instalados los mástiles y tensores.

Adicionalmente se debe garantizar un sistema eléctrico, sistema de tierra y seguridad física en cada una de las escuelas que permitan un correcto funcionamiento y mantengan la vida útil de los equipos.

3.14.1 Sistema de tierra de escuelas

El adecuado sistema de tierra permite brindar protecciones a os equipos ante una sobrecarga de energía. Técnicamente los equipos Motorola trabajan en impedancia menores a 5 Ω.

Se ha determinado una estructura de tierra formada por:

- Malla de tierra de 1 o más varillas dependiendo del tipo de suelo.
- Cable desnudo de cobre desde la malla hasta el centro de cómputo.
- Tratamiento del suelo con mejoradores de conductividad
- Bornera de tierra a ser instalada en el centro de cómputo.

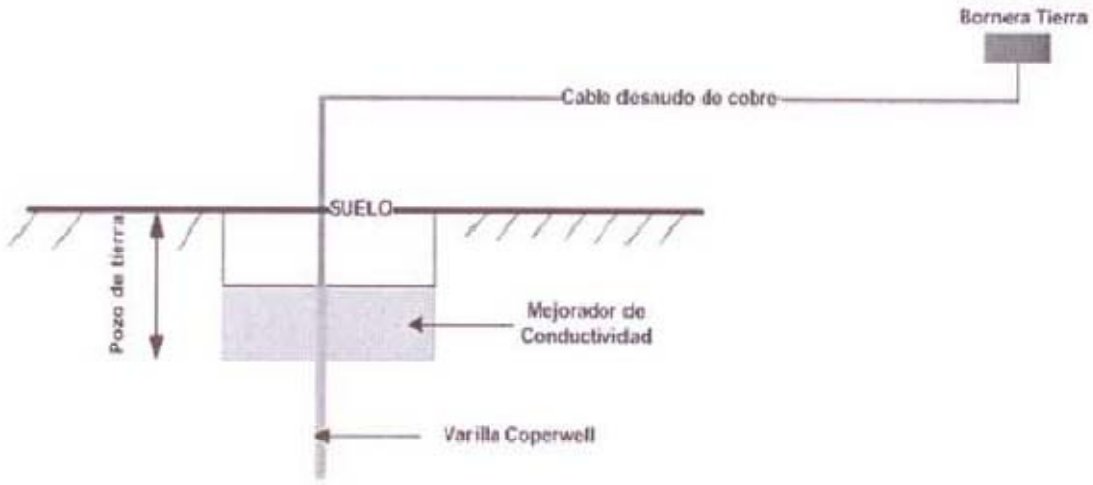


Figura 3.36 Esquema de Puesta a tierra

3.14.2 Bastidores para escuelas

El objetivo del bastidor es brindar la seguridad de los equipos instalados. El bastidor es una caja cerrada con llaves en cuyo interior se instalarán los POE de enlace suscriptor, switch y router inalámbrico si es del caso. Los UPS por peso serán instalados fuera del bastidor en un sitio seguro cercano a él.

Los bastidores serán de uso exclusivo de los equipos de enlaces a ser utilizados en las escuelas y sus dimensiones (tamaño) son de acuerdo a los equipos MOTOROLA.

3.14.3 UPS para escuelas

Los UPS son equipos de protección de los equipos de enlace, switch y router inalámbricos. Permiten tener una autonomía de funcionamiento al momento que se pierde la energía eléctrica comercial con el objeto que la persona encargada del centro de cómputo tenga el tiempo prudente para apagar los equipos adecuadamente.

3.14.4 Red Interna Inalámbrica

En cada escuela se instalará un router inalámbrico tipo Wifi marca SENAO que tendrá las siguientes características:

- Capacidad de conexión: hasta 20 usuarios
- Transferencia de los datos: 54 Mbps – 108 Mbps
- Puerto LAN fast Ethernet 10/100 Mbps
- Puerto WAN si aplica.
- Antena en 2,4 GHz – Estándar 802.11 b/g
- Seguridad WEP
- Firewall básico
- Filtrado IP
- Administración vía WEP
- NAT
- DHC

El diagrama de interconexión de cada escuela será:

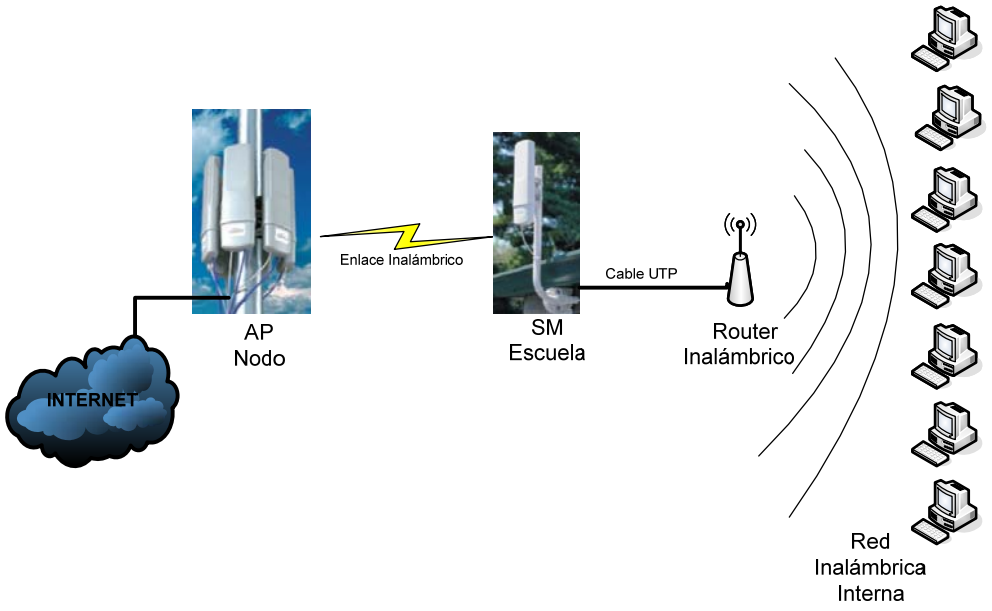


Figura 3.37 Red Interna Inalámbrica.

La topología de la red será tipo estrella, los grupos y el requerimiento de ancho de banda son distribuidos de acuerdo a la tabla 3.16 proporcionada por el FODETEL.

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 0 más	1.024	40

Tabla 3.15 Número de computadoras y ancho de banda en función del número de alumnos

- **Grupo 1**

Para las unidades educativas con un número de estudiantes entre 10 y 30 alumnos, el ancho de banda requerido será de 128 Kbps, las unidades que se encuentran dentro de este grupo son:

Unidad Educativa	No. Alumnos
América Vespucio	30
Juan A. Comenius	30
Rio Amazonas 1	29
René Descartes	26
Pedro de Alvarado	26
Teofilo Tufiño	26
Primero de Mayo	25
Escuela Segundo Calderón López	24
Eugenio Espejo	23
Pedro Vicente Maldonado	23
Montecristi	23
Carlos Vasconez Alarcón	23
Juan Montalvo	22
Francisco Calderón	22

Escuela Jorge Washington	22
16 de Agosto	19
Primicias de la Cultura de Quito	18
Armando Romeo Trujillo Almeida	17
Ingapirca	17
Agnelio Hurtado	16
Manuel María Sánchez	16
Jaime Hurtado Gonzalez	15
Alcides mena	15
Rio Napo	14
Luis Pasteur	13
Jacinto Collahuazo	12
Alejandro Carrion	9

Tabla 3.16 Listado de Escuela que pertenecen al Grupo 1

- **Grupo 2**

Para las unidades educativas con un número de estudiantes entre 31 y 100 alumnos, el ancho de banda requerido será de 128 Kbps, las unidades que se encuentran dentro de este grupo son:

Unidad Educativa	**No. Alumnos**
Silvio Casares Medina	90
Defensores del Cenepa	79
Pacto Andino	78
Miguel de Cervantes	72
Alamor	69
Belisario Quevedo	68
Provincia del Oro	68
Escuela 1 de Julio	63
escuela Platon	60
Juan León Mera	59
Giron	58
Buena Gratitud	57
Tholomeo	55
Cayambe	51
Tomas Edison	51
Región Insular	51
Quiroga	50

Sócrates	47
León Febres Cordero	47
Gabriela Mistral	47
Manuel Kant	47
República del Salvador	46
Andrés Bello	44
Cariamanga	44
Centro Educativo Inicial El Vergel	43
Camilo Destruje	42
Abdon Calderón Muñoz (práctica docente)	42
Isla Baltra	38
Néstor Coello Viteri	35
Escuela Río Cumamay	35
Hernando de Magallanes	34
Clemente Yerovi Indaburo	34
Ana Llerena Otoya	34
Manuela Cañizares	33
Aristoteles	33
Julio Tobar Vaquero	33
Gonzanamá	32
Manuel Ascazubi	31
Ciudad de Ventanas	31
Volcan Cotopaxi	31
Blanca Hernández Villagran	31

Tabla 3.17 Listado de Escuela que pertenecen al Grupo 2

- **Grupo 3**

Para las unidades educativas con un número de estudiantes entre 101 y 300 alumnos, el ancho de banda requerido será de 128 Kbps, las unidades que se encuentran dentro de este grupo son:

Escuela	No. Alumnos
Juan Salinas	294
Fiscal mixta el Vergel	281
Técnico Ercilia de Martínez	264
Carlos Luis Plaza Dañin	182
Pablo Picazzo	173

Eugenio Espejo	169
Rosa Celeste Terreros	145
Emilio Rivas Huerta	135
Juan Montalvo 1	110

Tabla 3.18 Listado de Escuela que pertenecen al Grupo 3

- **Grupo 4**

Para las unidades educativas con un número de estudiantes entre 301 y 600 alumnos, el ancho de banda requerido será de 256 Kbps, las unidades que se encuentran dentro de este grupo son:

Escuela	**No. Alumnos**
Galo Plaza Lazo	531
Gregorio Valencia	440
Eloy Alfaro	421

Tabla 3.19 Listado de Escuela que pertenecen al Grupo 4

- **Grupo 5**

Para las unidades educativas con un número de estudiantes entre 601 y 1000 alumnos, el ancho de banda requerido será de 256 Kbps, las unidades que se encuentran dentro de este grupo son:

Escuela	**No. Alumnos**
Victor Manuel Rendón	618

Tabla 3.20 Listado de Escuela que pertenecen al Grupo 5

- **Grupo 6**

Para las unidades educativas con un número de estudiantes entre 1000 y 3000 alumnos, el ancho de banda requerido será de 512 Kbps, las unidades que se encuentran dentro de este grupo son:

Escuela	No. Alumnos
Instituto Técnico Superior Ciudad de Valencia	1073

Tabla 3.21 Listado de Escuela que pertenecen al Grupo 1

3.15 INFRAESTRUCTURA DEL NODO DE DISTRIBUCIÓN DE INTERNET

El nodo de distribución de Internet estará ubicado en el Municipio de Valencia, el acceso a Internet y el direccionamiento IP público será provisto por el Municipio de Valencia.

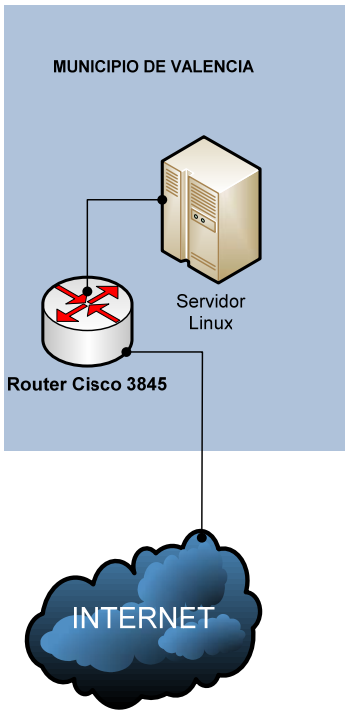


Figura 3.38 Nodo de Distribución de internet

En este Nodo de distribución se tendrán el siguiente equipamiento:

- Un Rack de comunicaciones.
- Un Servidor.
- Un Sistema de tierra.
- Un mástil para instalar los enlaces
- Sistema de respaldo eléctrico con un UPS y batería.
- Equipos: enlaces y switchs.
- Cables FTP categoría 5E.

3.16 DISEÑO LÓGICO DE LA SOLUCIÓN

3.16.1 Tipo de Red

Se ha definido utilizar una estructura de red tipo metro Ethernet en la cual se tendrá la siguiente estructura:

- Un switch principal de capa 3 manejará la creación de VLAN y direccionamiento IP para cada una de las escuelas que forman parte de la red. Este equipo estará instalado en el Nodo Central de distribución de Internet. Tiene opciones de protocolos STP[13].

- Adicionalmente tendrá disponible un puerto fast-ethernet o gigabit-ethernet hacia el enlace de acceso a Internet. En este equipo se podrá configurar protocolos de enrutamiento estático y dinámico como OSPF, BGP.

- Switchs secundarios capa 2 que se instalarán en todos los Nodos y repetidoras de la red. Estos dispositivos permitirán el paso de la vlan de clientes a través de configuraciones TAG/UNTAG. Tienen opciones de protocolos STP.

[13] Spanning Tree Protocol

- Cada escuela tendrá una vlan propia y una subred IP privada de uso exclusivo para la institución con lo cual se eliminaran los broadcast de capa de red que pueden presentarse en esta red importante.

- La red metro Ethernet a ser implementada será plataforma CISCO.

3.16.2 Direccionamiento IP

Se utilizarán IP privadas en toda la red. Para ello se asignará redes clase A las mismas que serán subnetiadas en subredes con capacidad de 32 direcciones IP para cada establecimiento educativo. Si alguna escuela requiere más direcciones se les asignarán sub-redes adicionales.

3.16.3 Concentración de información

Todas las peticiones de accesos a Internet de las escuelas serán centralizadas en una IP Gateway configurada en el servidor Proxy el mismo que permitirá el acceso a Internet.

- **Direccionamiento IP publico**

  - El direccionamiento IP público será responsabilidad del Municipio de Valencia.
  - Se recomienda se solicite al proveedor de Internet una clase C.

3.16.4 Control de Ancho de Banda

El ancho de banda de cada escuela será controlado en los enlaces suscriptores a ser instalados en cada institución de acuerdo a los parámetro de diseño considerados por la institución administradora del Proyecto. Haciendo un estimado del ancho de banda requerido 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:

- 77 Unidades educativas que necesitan un enlace de 128 kbps.
- 4 Unidades educativas que necesitan un enlace de 256 kbps.
- 1 Unidades educativas que necesitan un enlace de 512 kbps

AB = (77 * 128 Kbps) + (4 * 256 Kbps) + (1 * 512 Kbps)

AB = 11392 Kbps

AB = 12 Mbps

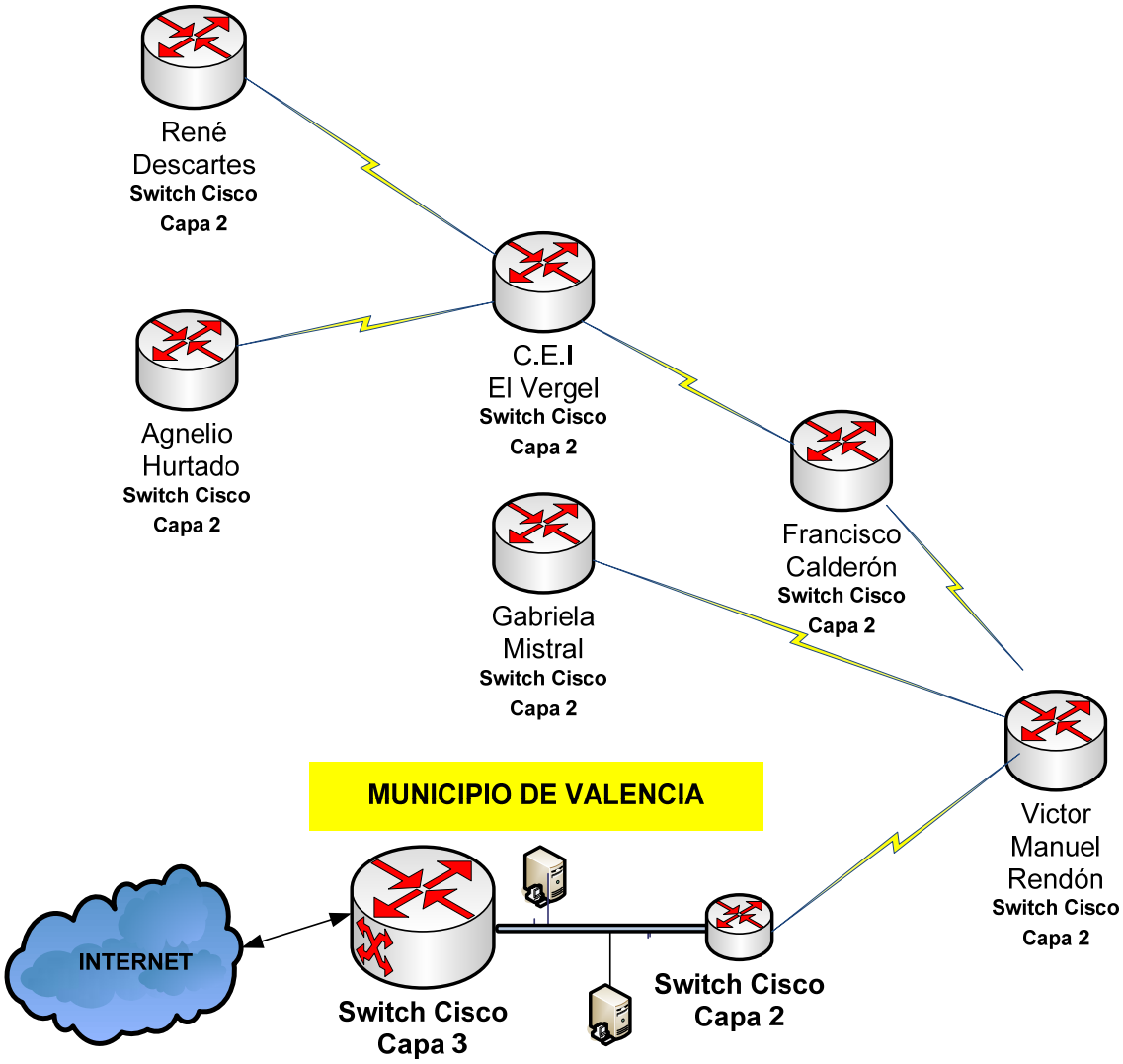


Figura 3.39 Diseño de la red Metroethernet del Proyecto

3.16.5 Servidor

Se instalarán dos servidores:

- **Servidor Linux**

  El sistema operativo será LINUX.

  El servidor a instalar tendrá las siguientes características de Hardware:

- Procesador Core 2 Quad, 2,4 GHz
- Memoria: 4 Gb DDR2
- Disco duro @%) GB
- 2 ventiladores
- 2 puertos gigabitethernet
- Tarjeta de sonido, video, teclado, mouse
- Monitor LCD 17''

Los servicios a instalar en el servidor son:

- Servidor WEB
- Servidor Proxy-Cache
- Monitoreo y consumo de tráfico MRTG que permitan el consumo de tráfico y estadísticas
- Servidor DNS
- Servidor correo
- Servidor DHCP
- NAT
- Soporte futuro COIP y videoconferencia

3.16.6 Servidor de Gestión y Monitoreo

Es un servidor tipo clon basado en plataforma Microsoft en el cuál se instalará el software de gestión de Motorola y el programa Whats Up. En función de estos se tendrá el monitoreo de stado de enlace, disponibilidad en línea del mismo y estadísticas de parámetros de tráfico de los enlaces.

- **Software de Gestión y Monitoreo**

El software de gestión a ser utilizado es propietario de MOTOROLA denominado MOTOROLA CANOPY PRIZM 3.0 y permite realizar las siguientes actividades:[21]

a) Diagramar gráficamente la red de radios instalada
b) Monitoreo vía SNMP MB2 de todos los equipos
c) Envío de alarmas anta la caída de un enlace
d) Permite obtener estadísticas de disponibilidad de servicios de cada enlace
e) Log (registro de eventos) d efuncionamiento e historial de cada enlace
f) Consulats, pruebas, diagnósticos y control de enlaces radiales.
g) Funciones de Telnet, FTP Web Download y Email Alarm Cliente

3.16.7 Disponibilidad de Servicio

La disponibilidad de servicio fue calculada en los programas propietarios de Motorola y permiten conocer la disponibilidad esperada del servicio para cada enlace. En promedio el diseño del proyecto fue realizadopara brindar una disponibilidad de backbone del 99,99 % mensual.

El Software utilizado para conocer la Confiabilidad de los Enlaces Punto a Punto se llama LINKPlanner, en este programa ingresamos la altura de la antena y tambien el equipo que estamos utilizando, para este caso son los PTP 300 los resultados obtenidos fueron los siguientes para el enlace Victor Manuel Rendón – Francisco Calderón para el resto de enlaces Punto a Punto se encuentran en el Anexo N0. [21]

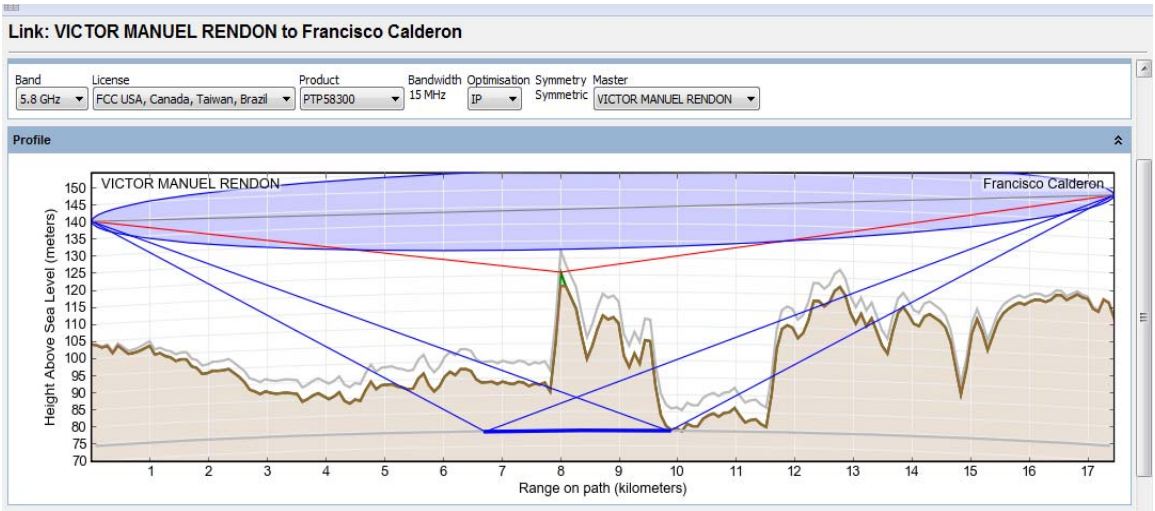


Figura 3.40 Perfil del enlace Victor Manuel Rendón – Francisco Calderón

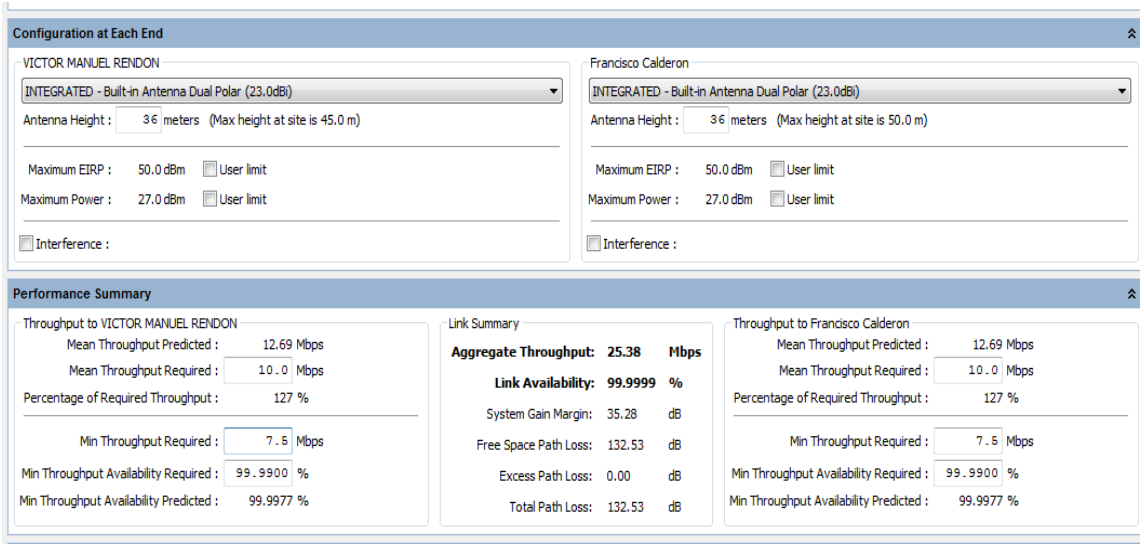


Figura 3.41 Desempeñó del Enlace Victor Manuel Rendón – Francisco Calderón

3.17 ANÁLISIS DEL RADIO ENLACE

El cálculo del balance de potencias es el procedimiento que se utiliza normalmente para estimar de una manera rápida si un radio enlace funcionará correctamente. No obstante, debe tenerse en cuenta que se trata de un cálculo teórico, y que por lo tanto está sujeto a variaciones debidas a múltiples factores: apuntamiento de las antenas, reflexiones, interferencias no deseadas, etc. Así pues, se puede utilizar durante la fase inicial de diseño del radio enlace, pero en cualquier caso habrá que realizar las oportunas comprobaciones, medidas y ajustes durante la posterior fase de instalación para asegurar el buen funcionamiento del sistema.[23]

3.17.1 Potencia Transmitida

La potencia del transmisor se expresa habitualmente en unidades lineales (mW, W) o logarítmicas (dBm, dBW). Para la conversión entre magnitudes lineales y logarítmicas se utiliza la siguiente fórmula:

$$P(dBm) = 10 \log_{10} P(W)/0,001$$

3.17.2 Ganancias De Las Antenas Transmisora Y Receptora

La ganancia de la antena se proporciona habitualmente en dB isotrópicos (dBi), es decir, la ganancia de potencia con respecto a un modelo teórico de antena isotrópica que radia la misma energía en todas las direcciones del espacio. En algunos casos, la ganancia se expresa en dBd con respecto a una antena de tipo dipolo. En este caso, se tiene la siguiente fórmula de conversión:[23]

$$G(dBi) = G(dBd) + 2,14$$

3.17.3 Pérdidas Básicas De Propagación En Espacio Libre

Se trata de las pérdidas de propagación que sufre la señal radioeléctrica en condiciones de espacio libre: sin ningún obstáculo en el camino, es decir, visión directa entre las antenas. En esta magnitud no suelen incluirse otras pérdidas adicionales debidas a lluvia, absorción atmosférica, etc. Estas pérdidas están relacionadas directamente con la distancia del radio enlace y la frecuencia de funcionamiento mediante la siguiente expresión:[24]

$$Lbas(dB) = 92,44 + 20 \log_{10} f(GHz) + 20 \log_{10} d(Km.)$$

3.17.4 Pérdidas Adicionales De Propagación

Aquí se incluyen todas aquellas pérdidas adicionales que sufren las señales radioeléctricas durante su propagación y que no pueden atribuirse al término de pérdidas básicas en espacio libre. De este modo, se tienen pérdidas por absorción atmosférica e hidrometeoros (lluvia, nieve, niebla), fenómenos de difracción (obstrucción parcial o total del haz radioeléctrico), reflexiones, etc.

3.17.5 Zonas De Fresnel

Las ondas electromagnéticas al propagarse entre dos puntos determinados, configuran un elipsoide cuya sección transversal aumenta a medida que el frente de ondas se aleja de los extremos. Este fenómeno es variable con la frecuencia y da lugar a la formación de las denominadas zonas de Fresnel. Así en un punto especifico del trayecto, el radio del elipsoide de la enésima región viene dado por la expresión:[25]

$$R_n = \sqrt{\frac{n * L_A * L_B * \lambda}{L}}$$

Donde:

Rn: Radio de la enésima región del elipsoide Fresnel.
n: Número de la elipsoide.
LA: Distancia desde el punto en estudio al terminal A [m]
LB: Distancia desde el punto en estudio al terminal B [m]
L: Longitud total del trayecto [m]
λ: Longitud de onda = c/f.
c: Velocidad de la luz (3 x 10e8 [m/s])
f: Frecuencia de trabajo [Hz].

Para el diseño del radio enlace se debe procurar que los posibles obstáculos del trayecto entre los dos puntos no obstaculicen a la zona de Fresnel, pues si esto pasa se producirán atenuaciones por difracción o sombra, las cuales si son elevadas pueden llevar a la inviabilidad del enlace.

3.17.6 Cálculo del Enlace

Considerando parámetros promedio de potencia, ganancia y sensibilidad de equipos disponibles en el mercado, se va a realizar el cálculo del enlace entre:

- Victor Manuel Rendón – Francisco Calderón
- Francisco Calderón – C.E.I. El Vergel
- C.E.I. El Vergel – René Descartes
- C.E.I. El Vergel – Agnelio Hurtado
- Victor Manuel Rendón – Gabriela Mistral

El cálculo del enlace se lo realizó con la ayuda del programa Radio Móvil que es un programa que permite el análisis y simulación del área de cobertura de un sistema de radio frecuencia (RF), ya que este programa traza el perfil de las posibles trayectorias, automáticamente construye el perfil de un enlace de radio entre dos puntos conocidos de forma digital, emplea una extensa base de datos de elevaciones para determinar la existencia de LOS o línea de vista entre dos puntos, ejecuta los cálculos que permiten automatizar cualquier enlace en cualquier banda de frecuencia, desde HF hasta SHF, permite observar el efecto de cambiar la ganancia de las antenas, altura de las mismas, atenuación de los cables, etc., calcula la pérdida en el espacio libre y la pérdida debida a obstrucciones, calcula el área de cobertura de una radio base (útil para sistemas PMP punto – multipunto).[26]

En el Anexo 3 se muestra el resultado del cálculo del Radio Enlace donde se puede observar que se tienen los valores como distancia, azimut, ángulo de elevación, espacio libre, nivel de recepción y la zona de Fresnel, que indica que el enlace no tiene ningún problema para operar ya que el valor mínimo para la zona de Fresnel es de 0.6 F1.

En este cálculo se considero par los enlaces P-P, los equipos PTP300 manejan una potencia de 27 dBm, la ganancia de las antenas integradas es de 23 dBi, la sensibilidad que poseen es de -84 dBm.
Para los enlaces PMP se consideró una potencia de 25 dBm, la ganancia de las antenas es de 24 dBi y la sensibilidad es de -86 dBm.

3.18 ZONAS DE INFLUENCIA

Las zonas de influencia definen exactamente los sectores de la cobertura de cada uno de los Nodos, con una de las herramientas que posee Radio Mobile que se llama Cobertura de radio Polar. Es necesario ingresar la unidad central y la unidad móvil, es decir el transmisor que son los puntos de acceso y el receptor que son los módulos suscriptores que se encuentran ubicados en cada escuela, además ingresamos la sensibilidad del equipo (umbral) [26]. La sensibilidad del equipo, osea de los AP va desde -79 a -86 dBm, por lo tanto los colores quedan definidos de la siguiente manera:

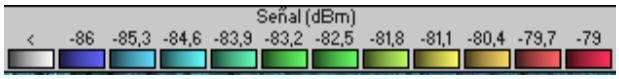


Figura 3.42 Escala de colores para el Nivel de Recepción

3.18.1 Escuela Victor Manuel Rendón

Como se puede notar en el gráfico, la unidad más alejada es la unidad educativa Miguel de Cervantes con 8,45 m de distancia.

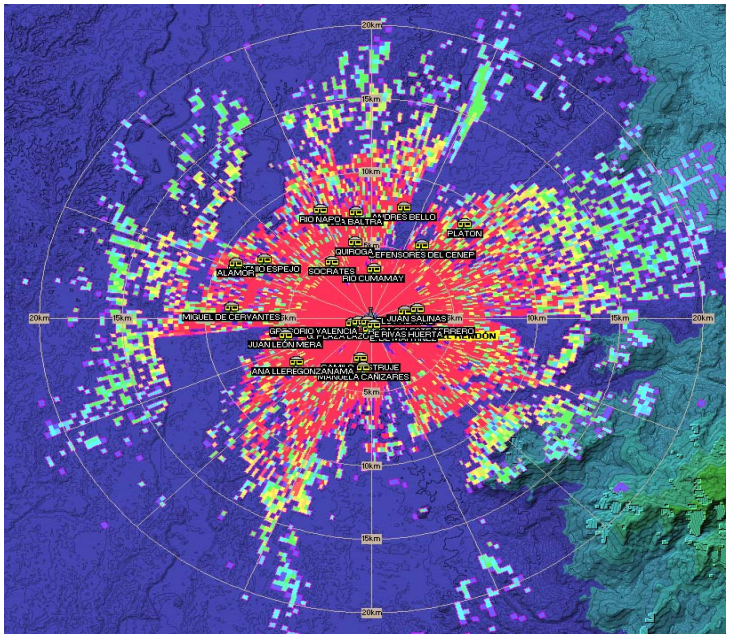


Figura 3.43 Zona de influencia "Victor Manuel Rendón"

3.18.2 Escuela Francisco Calderón

La unidad más alejada de este nodo es la unidad educativa Manuel Ascazubi con 8,24 m de distancia.

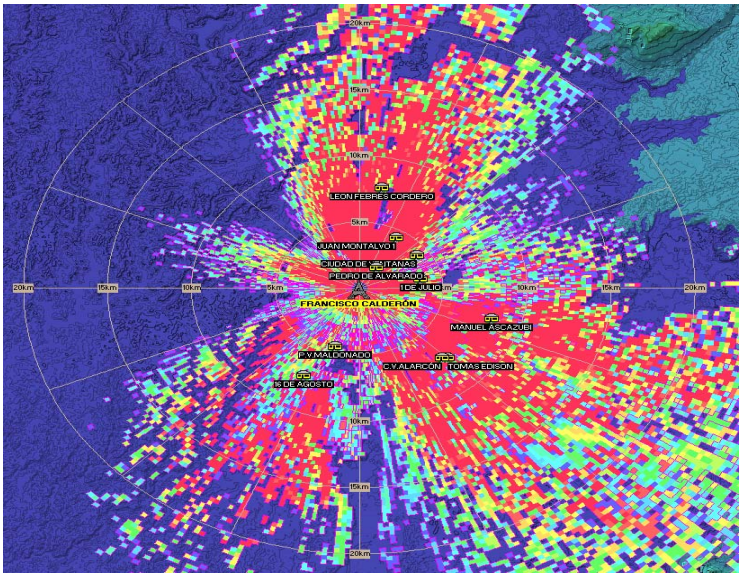


Figura 3.44 Zona de influencia “Francisco Calderón”

3.18.3 Escuela C.E.I. El Vergel

La unidad más Alejada de este nodo es la unidad educativa Río Amazonas con 11,54 m de distancia.

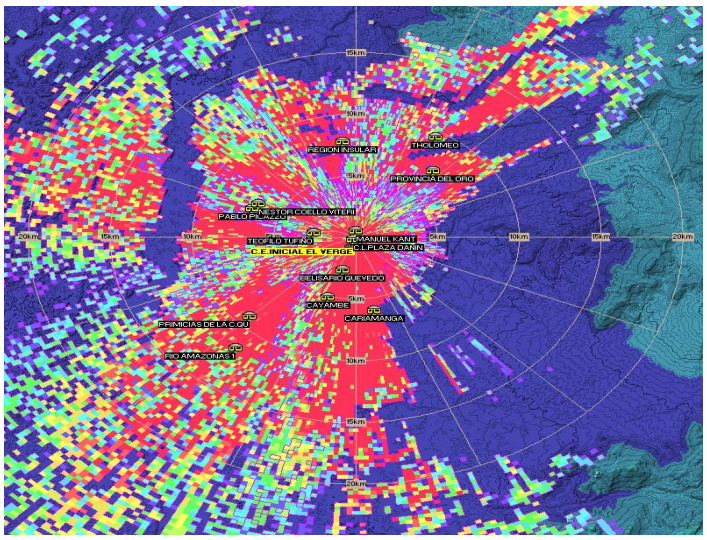


Figura 3.45 Zona de influencia C.E.I. El Vergel

3.18.4 Escuela René Descartes

La unidad más alejada de este nodo es la unidad educativa Ingapirca con 11,19 m de distancia.

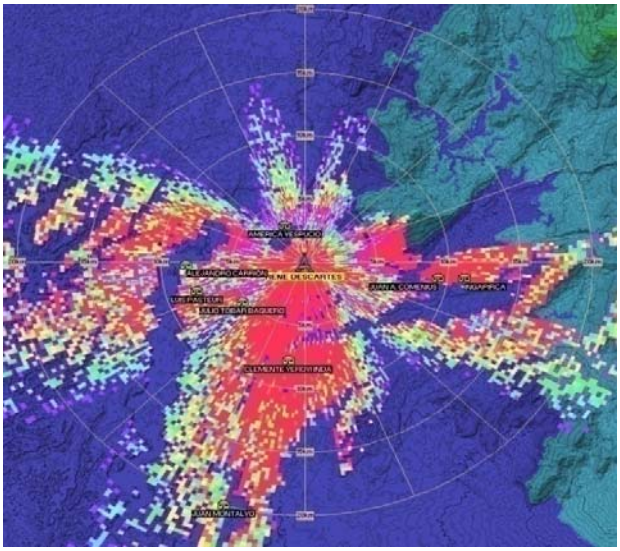


Figura 3.46 Zona de influencia "René Descartes"

3.18.5 Escuela Agnelio Hurtado

La unidad más alejada de este nodo es la unidad educativa Giron con 11,44 m de distancia.

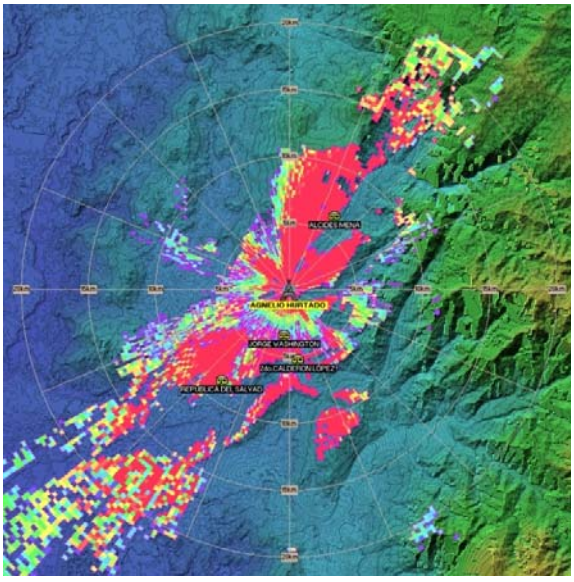


Figura 3.47 Zona de influencia "Agnelio Hurtado"

3.18.6 Escuela Gabriela Mistral

La unidad más alejada de este nodo es la unidad educativa República del Salvador con 8,39 m de distancia.

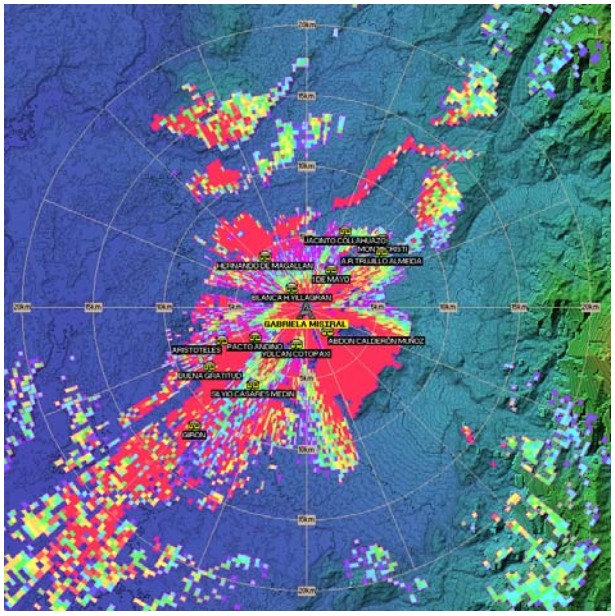


Figura 3.48 Zona de influencia "Gabriela Mistral"

3.19 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE UTLIZADO

3.19.1 Radio Mobile

Es un programa de simulación de radiopropagación gratuito desarrollado por Roger Coudé para predecir el comportamiento de sistemas de radio, simular radioenlaces y representar el área de cobertura de una red de radiocomunicaciones, entre otras funciones. El software trabaja en el rango de frecuencias entre 20 MHz y 20 GHz y está basado en el modelo de propagación ITM (Irregular Terrain Model) o modelo Longley-Rice.[26]

Radio Mobile utiliza datos de elevación del terreno que se descargan gratuitamente de Internet para crear mapas virtuales del área de interés, vistas estereoscópicas, vistas en 3-D y animaciones de vuelo.

Los datos de elevación se pueden obtener de diversas fuentes, entre ellas del proyecto de la NASA *Shuttle Terrain Radar Mapping Misión* (SRTM) que provee datos de altitud con una precisión de 3 segundos de arco (100m).

3.19.2 Cómo instalar Radio Mobile

Todos los archivos necesarios para la instalación se encuentran en la página de descargas de Radio Mobile http://www.cplus.org/rmw/download.html.

El software del programa no incluye un instalador. Los siguientes pasos permiten completar la instalación del programa:

1. Instale el paquete Visual Basic Runtime (Service Pack 6) de Microsoft. Para ello descargue el archivo vbrun60sp6.exe y ejecútelo. Es posible que tenga que reiniciar posteriormente su PC.

2. Cree un directorio en el que instalar el programa:
C:\Archivos de programa\Radio Mobile.

3. Descargue los siguientes archivos comprimidos y descomprímalos en el directorio que ha creado, respetando este orden:

- rmw794.zip archivos ejecutables de Radio Mobile.
- sup.zip suplementos para Radio Mobile.
- net.zip ejemplo de red.

4. Para crear un acceso directo en su escritorio, abra el directorio C:\Archivos de programa\Radio Mobile, seleccione copiar sobre el icono RMWDLX, sitúese sobre el escritorio y seleccione pegar acceso directo.

5. Para habilitar la descarga de mapas desde Internet, por ejemplo de Google Maps, es necesario abrir el archivo Map_Link.txt situado en la carpeta en la que ha instalado Radio Mobile y borrar los apóstrofes de las primeras líneas:

‘www.expedia.com
‘virtualearth.net
‘map.access.mapquest.com
‘google.com

6. Para obtener funcionalidades extra puede descargar las siguientes librerías (DLL):

- freeimage.zip permite guardar imágenes en formatos jpeg, tiff y png.

Probablemente ya dispone de estas funciones.

- unzip32.zip permite la descarga automática de archivos SRTM comprimidos.
- geoStarsLib.zip para establecer el Azimut relativo al Norte Magnético.

3.19.3 Cómo obtener datos de elevación y crear Mapas

Los datos de elevaciones se van a descargar de Internet del proyecto de la NASA *Shuttle Terrain Radar Mapping Misión* (SRTM) que provee datos de altitud con una precisión de 3 segundos de arco (100m). A partir de estos datos Radio Mobile produce mapas de elevaciones que pueden ser superpuestos a imágenes con mapas topográficos, fotografías aéreas o imágenes de satélite que se descargarán de fuentes de Internet como *MapPoint, VirtualEarth, MapQuest* y *GoogleMap.[27]*

- **Mapa de elevaciones**

Acceda a **Archivo > Propiedades del mapa**.

1. Determine la fuente de datos de elevaciones. En este tutorial utilizaremos los datos SRTM de la NASA. Especifique el path del directorio local que ha creado para almacenar los datos SRTM.

2. Seleccione la longitud y latitud del centro de la región de trabajo.

3. Introduzca las dimensiones del mapa: resolución en la pantalla en número de píxeles y longitud de la zona en Km.

4. Seleccione la opción *Ignorar archivos perdidos* y pulse *Extraer*.

5. Acceda a **Archivo > Gravar mapa como** y guarde los datos de elevaciones obtenidos en un fichero con extensión `map´.

Puede guardar la imagen asociada a este mapa en **Archivo > Guardar Imagen como**. Es importante diferenciar el mapa (datos de elevaciones en fichero .map) y las imágenes que obtiene Radio Mobile representando estos datos (fichero .bmp, .jpg, .gif…).

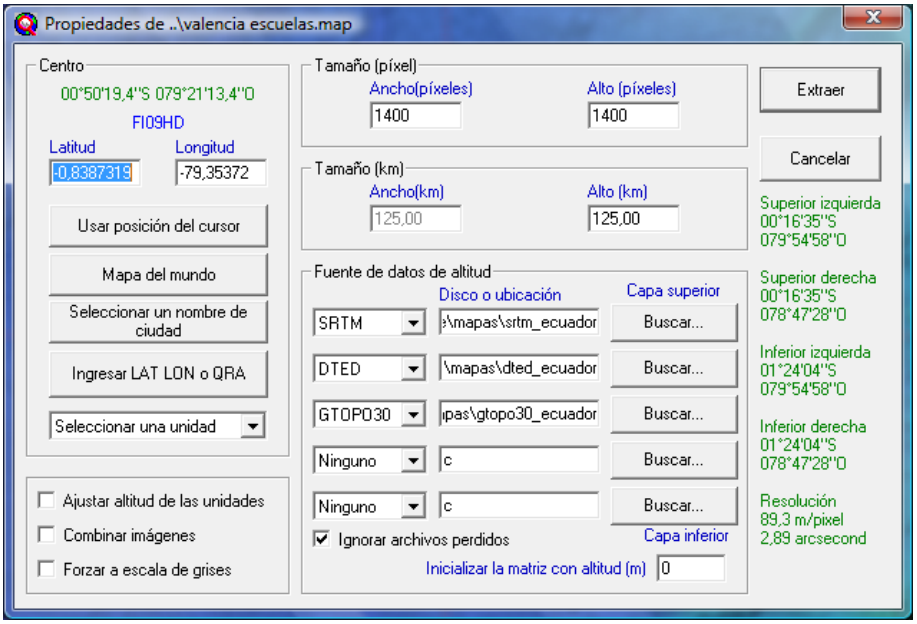


Figura 3.49 Configuración de las Propiedades del Mapa para extraer datos de elevaciones SRTM en los alrededores de Valencia.

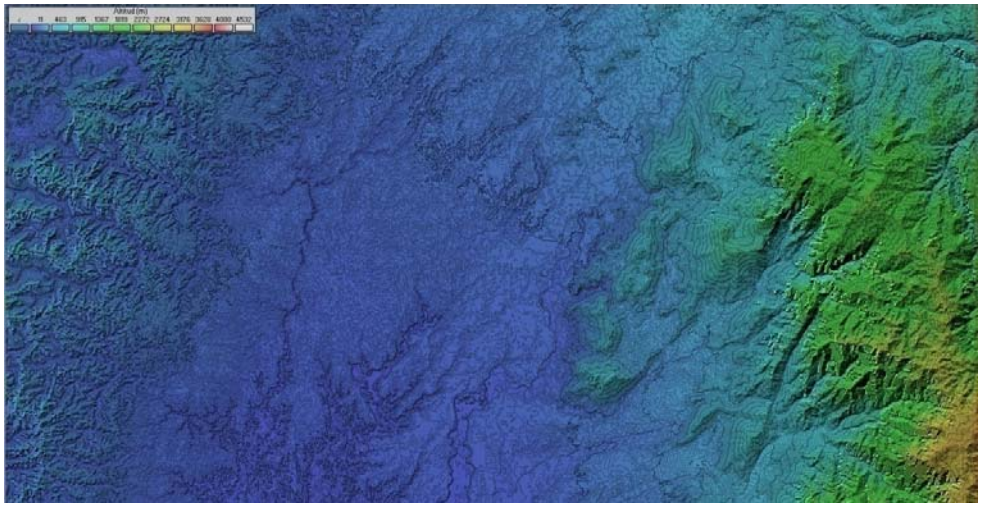


Figura 3.50 Imagen Valencia.jpg. Representación de los datos de elevaciones SRTM en los alrededores del Cantón Valencia

3.19.4 Cómo crear una red

Para trabajar con Radio Mobile, es necesario entender la terminología utilizada en el programa:

- ✓ ***Red***: es un grupo de unidades radio (*unidades*) que operan en el mismo rango de frecuencias bajo las mismas condiciones climatológicas y condiciones de terreno (en términos de porcentaje de suelo urbano o rural).
- ✓ ***Sistema***: especificación funcional de un sistema que incluye parámetros de antena (potencia de transmisión, umbral de recepción, pérdidas del circuito de antena, diagrama de radiación y ganancia), pérdidas del cable y altura de la antena sobre el suelo. A cada unidad radio física emplazada (*unidades*) se le asocia una especificación funcional (*sistema)* entre las definidas.
- ✓ ***Unidades****:* unidad radio física con posición geográfica y especificaciones de un tipo de sistema entre los definidos (*sistema*).
- ✓ ***Miembros***: definición de qué unidades radio físicas emplazadas pertenecen a una red (red), cuáles son sus especificaciones (*sistema*) y cuál es su rol en la topología de la red.[27]

Para ilustrar el funcionamiento de Radio Mobile se simulará una red de acceso en una zona rural del Cantón Valencia.

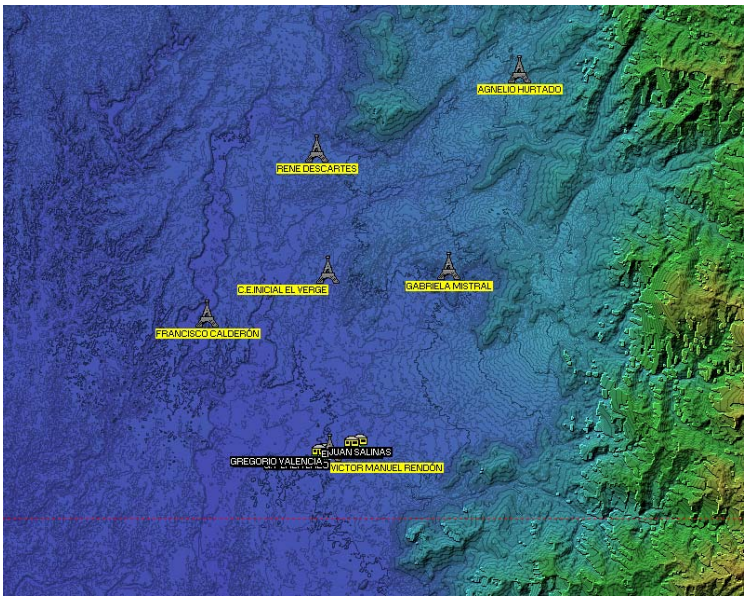


Figura 3.51 Mapa de elevaciones de Valencia

- **Propiedades de la red**

Parámetros de propagación: **Archivo > Propiedades de las Redes > Parámetros**.

En primer lugar seleccione una red libre de la lista de redes y nómbrela. Los parámetros de propagación a establecer son:

- Frecuencia máxima y mínima. El programa utiliza la frecuencia media como entrada al modelo de propagación.
- Polarización vertical u horizontal (dependiendo de los equipos reales utilizados).
- Refractividad de la superficie, conductividad del suelo y permitividad relativa del suelo. Si no tiene éstos datos, utilice los valores por defecto.

- Modo de variabilidad: El modo *Accidental* se utiliza para evaluar interferencias. El modo *Broadcast* es para unidades estacionarias y *Móvil* para comunicaciones móviles.

El efecto de los porcentajes de tiempo, localizaciones y situaciones depende del modo elegido.

- Porcentaje de suelo urbano o bosques para calcular las pérdidas adicionales.
- Tipo de clima. La siguiente ventana muestra los parámetros para la red.

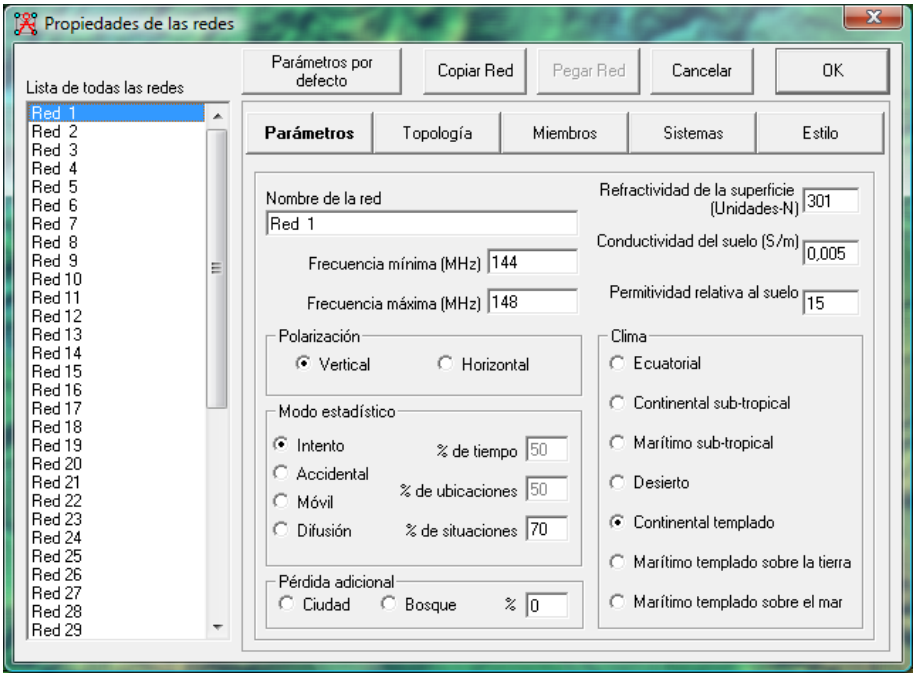


Figura 3.52 Archivo > Propiedades de las redes > Parámetros. Parámetros de la red de Acceso

- **Topología de red:**

Archivo > Propiedades de las redes > Topología

- *Red de Voz (Controlador/Subordinado/Repetidor)*. Utilice esta opción cuando sea necesario comunicar las unidades de mando con las unidades

subordinadas pero no las unidades subordinadas entre sí. Se pueden establecer unidades de retransmisión para mejorar la comunicación.

- *Red de datos, Topología estrella (Master/esclavo).* Utilice esta opción para redes de datos en las que las unidades "maestro" se comunican con las unidades "esclavo" pero no hay enlaces entre las unidades "esclavo".
- *Red de datos, cluster(Nodo/Terminal)*. Utilice esta opción para redes de datos con nodos que pueden retransmitir datagramas. [28]

La casilla *Visible* se utiliza para mostrar u ocultar la red en el dibujo del mapa.

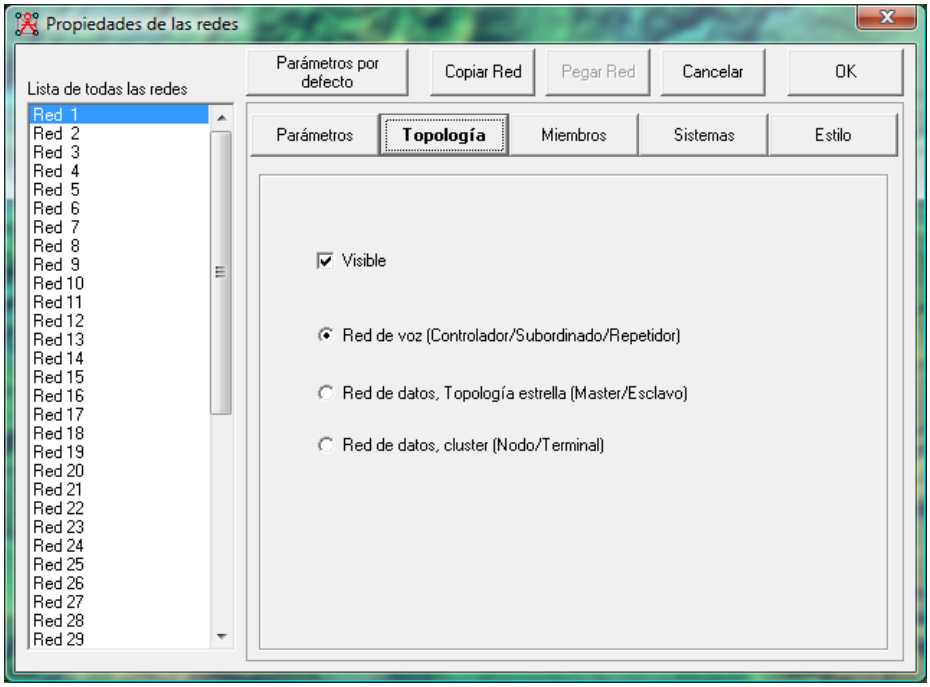


Figura 3.53 Propiedades de las Redes

- **Definición de sistemas**

El programa puede almacenar hasta 25 especificaciones de sistemas asociados a un archivo Redes (*.net). Estas configuraciones o *sistemas* se almacenan en el archivo *radiosys.dat* que incluye dos sistemas predefinidos denominados UHF y VHF.

Seleccione **Archivo > Propiedades de las redes > Sistemas** para visualizar la siguiente ventana:

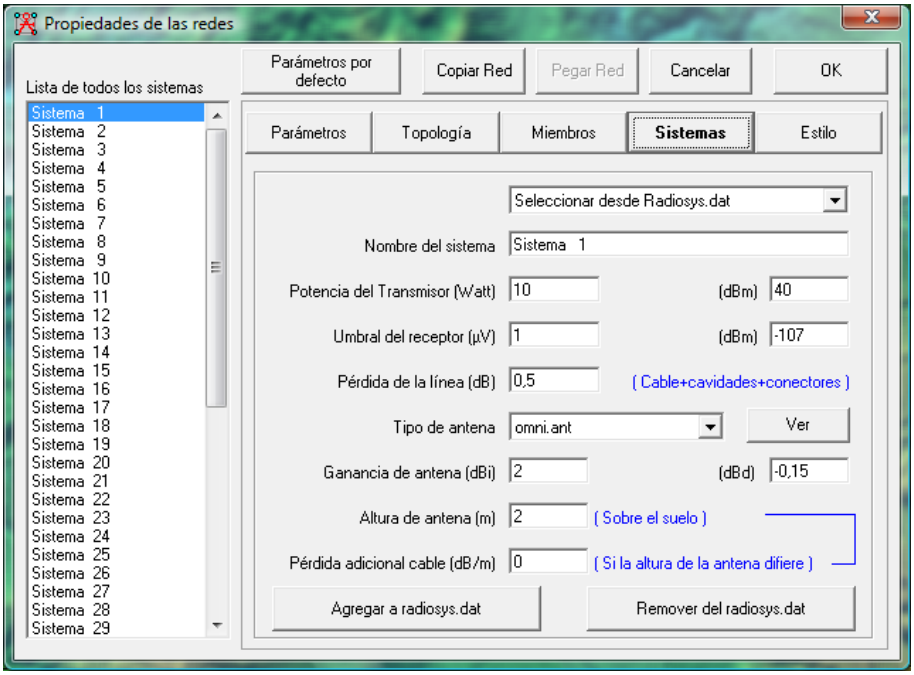


Figura 3.54 Archivo > Propiedades de las redes > Sistemas

A partir de las hojas de especificaciones de los equipos se definen para cada sistema la potencia de transmisión, umbral de recepción, pérdidas del circuito de antena, tipo de antena según su diagrama de radiación y ganancia de antena respecto a la antena isótropa. Además se especifican la altura de la torre de antena y las pérdidas del cable.

- **Posicionamiento de unidades radio**

Las unidades radio se van a emplazar a partir de la posición del cursor en el mapa. No obstante, las unidades también se pueden posicionar introduciendo sus coordenadas geográficas.

- **Asociación de unidades a la red**

Acceda a **Archivo > Propiedades de las redes > Miembros**

Seleccione la red en la lista de redes. Utilice las casillas de la lista de unidades para activar aquellas que pertenecen a la red entre las definidas.

Para cada una de ellas, determine qué tipo de sistema es y cuál es su papel en la red. Si la altura sobre el suelo de la unidad es distinta a la altura especificada para el sistema genérico, puede cambiar este parámetro para la unidad.

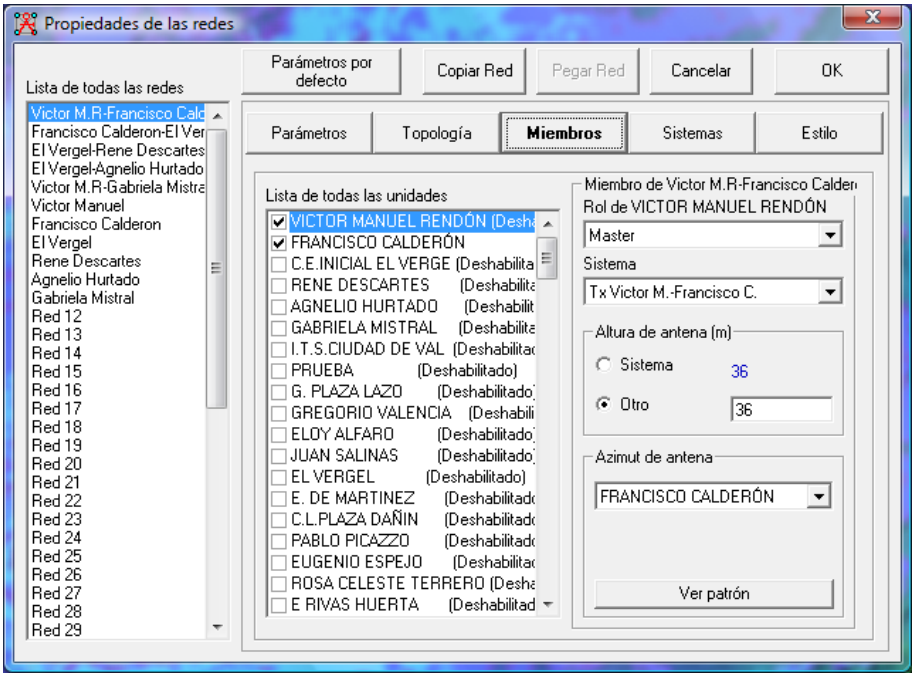


Figura 3.55 Archivo > Propiedades de las redes > Miembros. Asociación de la unidad Victor Manuel Rendón a la red Francisco Calderón

Figura 3.56 Topología de la red de Acceso de Valencia formada por un Nodo y varios terminales situados en los pueblos cercanos.

- **Apuntamiento de antenas directivas**

Si utiliza una antena directiva es posible especificar su ángulo acimutal para controlar la dirección a la que apunta o indicar al programa que la antena apunte a otra unidad radio definida en la red. En la definición de un sistema (**Archivo > Propiedades de las redes > Sistemas**) puede especificar el tipo de antena y visualizar su diagrama de radiación pulsando *Ver*.

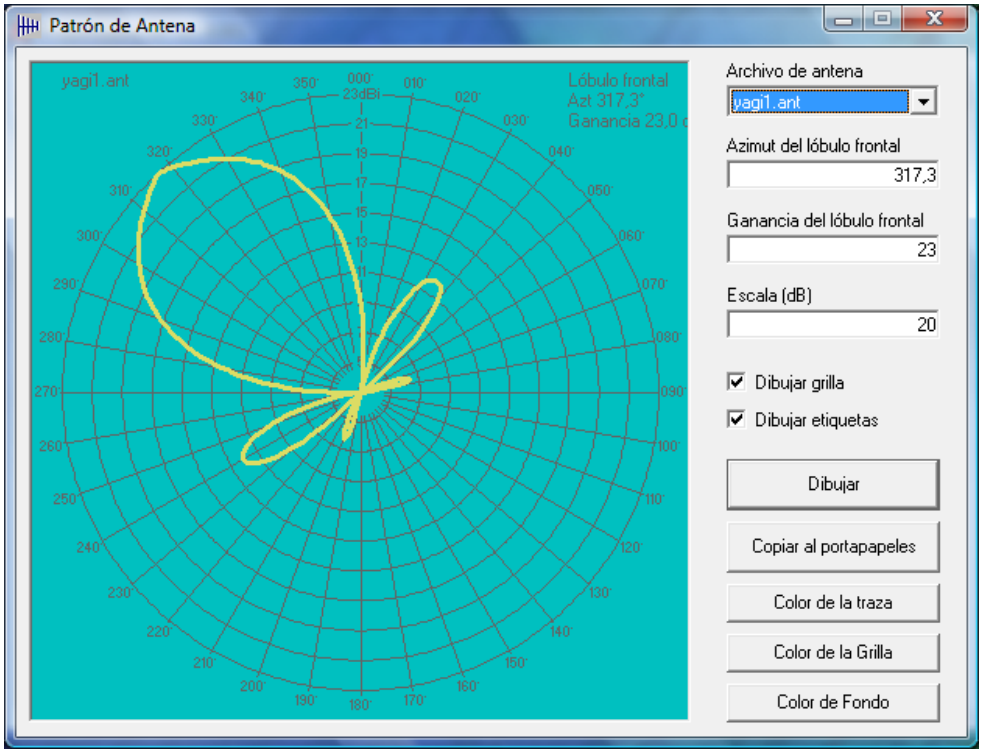


Figura 3.57 Diagrama de radiación de la antena yagui (yagi1.ant).

Si en el sistema selecciona un tipo de antena directiva como la antena yagui (*yagi1.ant*), cuando asocie unidades de esta clase de sistemas a la red (Archivo > *Propiedades de las redes* > *Miembros*), podrá orientar sus antenas. La siguiente figura representa los resultados obtenidos con la herramienta *Radio Link* al analizar un radioenlace a 2,4 GHz entre dos antenas de tipo yagui. Cuando el receptor no recibe potencia suficiente el enlace aparece en rojo. Para orientar adecuadamente las antenas hay que indicar que la antena de la unidad Transmisor apunte a la unidad Receptor y viceversa.

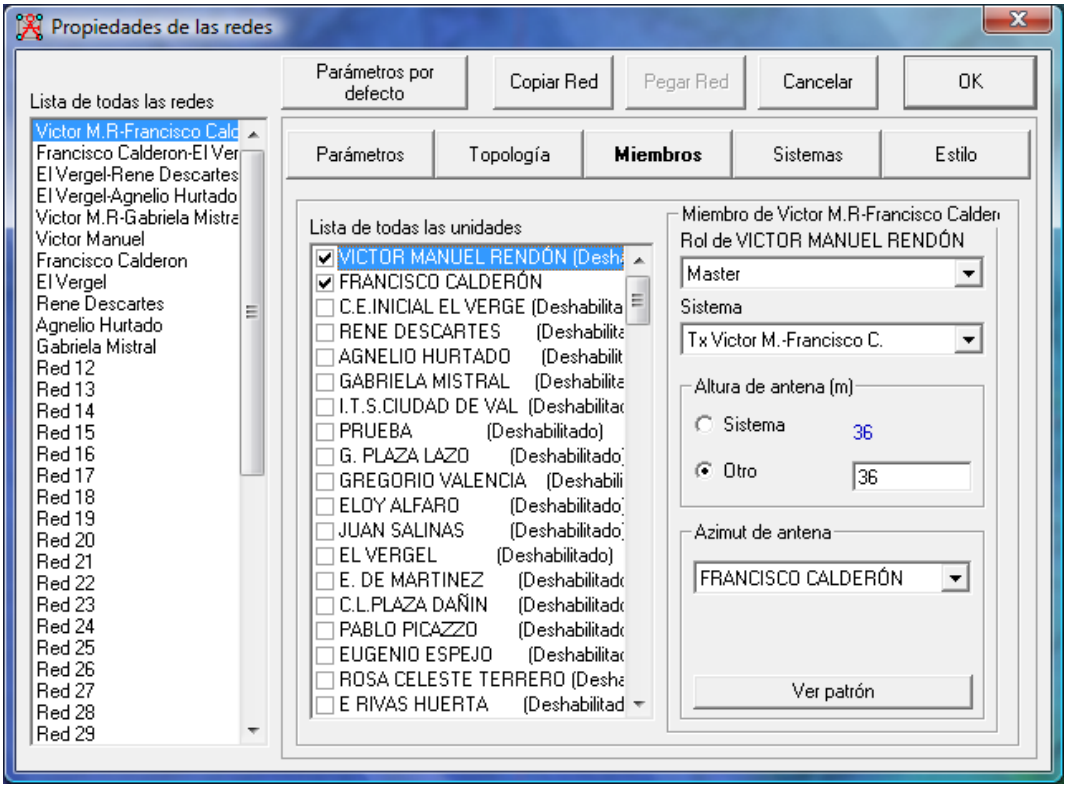


Figura 3.58 Archivo > Propiedades de las redes > Miembros. Orientación de la antena directiva de una unidad radio para que apunte a otra unidad.

- **Guardar el proyecto**

Un archivo *Networks* (*.net) incluye:

- Parámetros de propagación, topología y las unidades que pertenecen a cada una de las 25 redes que puede almacenar en memoria.
- Datos técnicos para los 25 sistemas que puede almacenar.
- Propiedades de hasta 50 unidades almacenadas en memoria.
- Nombres de archivo del mapa (*.map) y las imágenes.
- Valores de altura de antenas para unidades cuyo valor de altura difiere del definido en el sistema.

Para guardar el proyecto:

1. Guarde la matriz de elevaciones en **Archivo > Grabar mapa como**.
2. Guarde cada imagen en **Archivo > Grabar imagen como**.
3. Guarde los datos de redes y unidades en **Archivo > Grabar redes como.**

Para recuperarlo seleccione **Archivo** > **Nuevas redes** para limpiar la memoria, seleccione **Abrir redes** y abra el archivo .net anterior y verifique que recupera el mapa, los datos de redes y unidades radio.

3.19.5 Herramientas

- **Enlace de Radio**

Abra la herramienta en **Herramientas > Enlace de Radio** y observará la siguiente ventana:

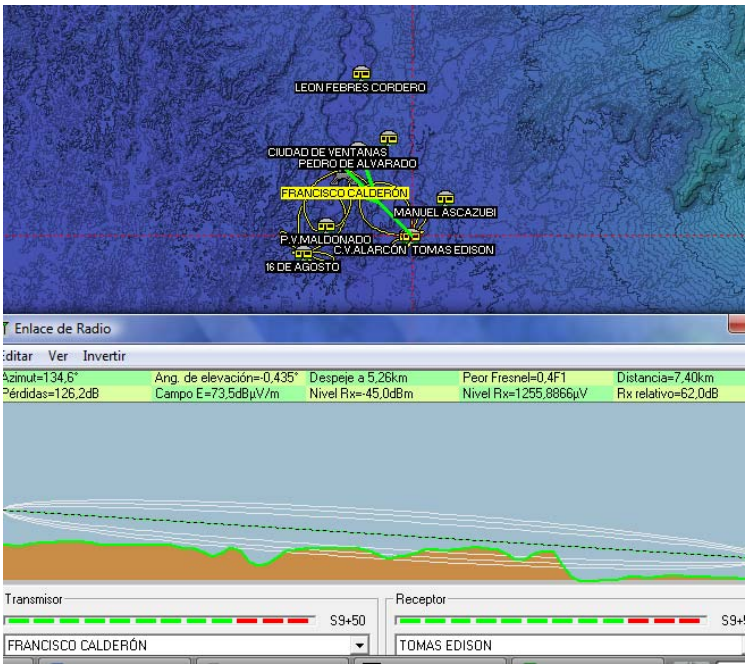


Figura 3.59 Herramienta Enlace de Radio. Perfil del enlace entre el Nodo y el terminal

Esta ventana muestra los parámetros del enlace entre las dos estaciones seleccionadas. La opción *Invertir* permite visualizar el enlace en el sentido de transmisión inverso. Es posible modificar las alturas de las antenas para investigar su efecto en el radioenlace. Haciendo click con el ratón sobre el perfil aparecerá un cursor azul que permitirá obtener el despejamiento, elevación, nivel de campo, pérdida básica y otros parámetros en ese punto.

Los botones marcados como `+´ junto a los valores de ganancia de antena permiten ver el diagrama de radiación de la antena y el ángulo acimutal empleado. Seleccionando **Ver > Detalles** obtendrá un resumen del balance del enlace y la opción **Ver >Distribución** muestra las estadísticas de la señal en el trayecto. Si abre **Ver > Observar > 80º** observará una vista de la estación receptora desde el transmisor:

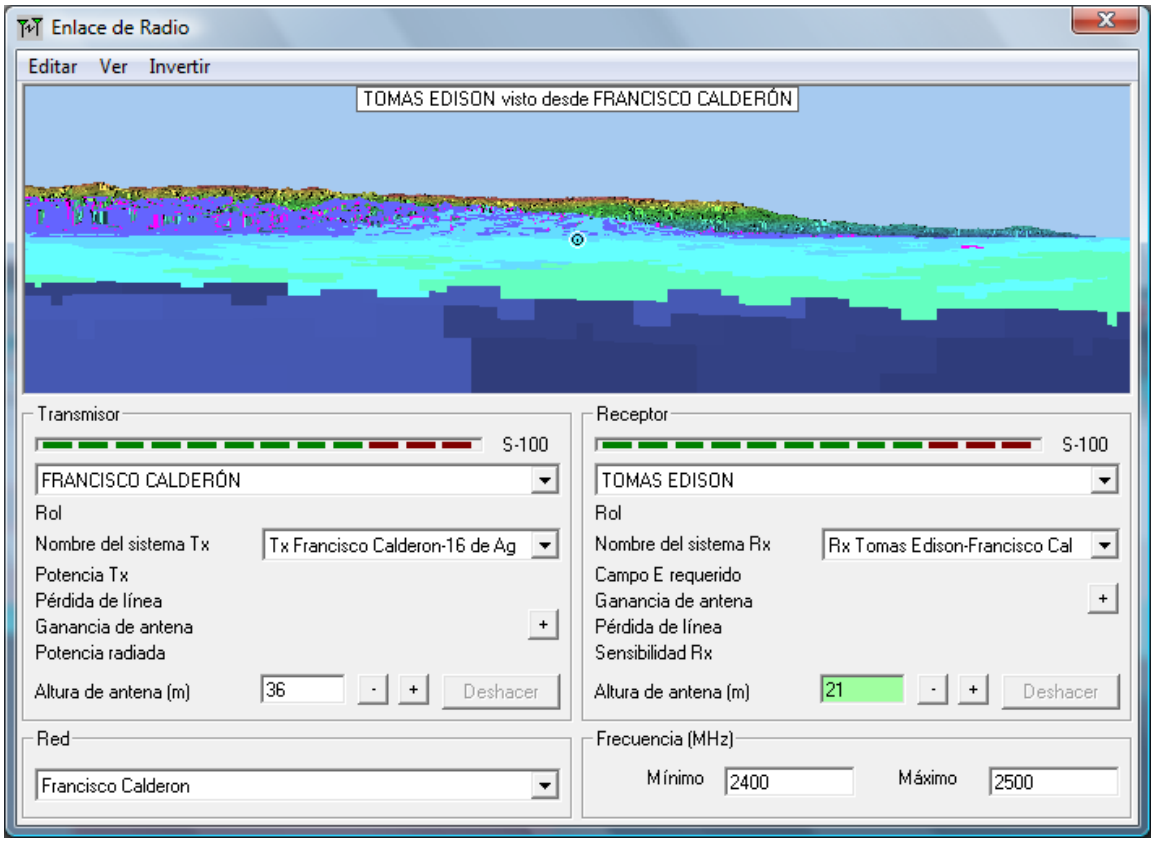


Figura 3.60 Herramienta Enlace de Radio. Tomás Edison visto desde Francisco Calderón.

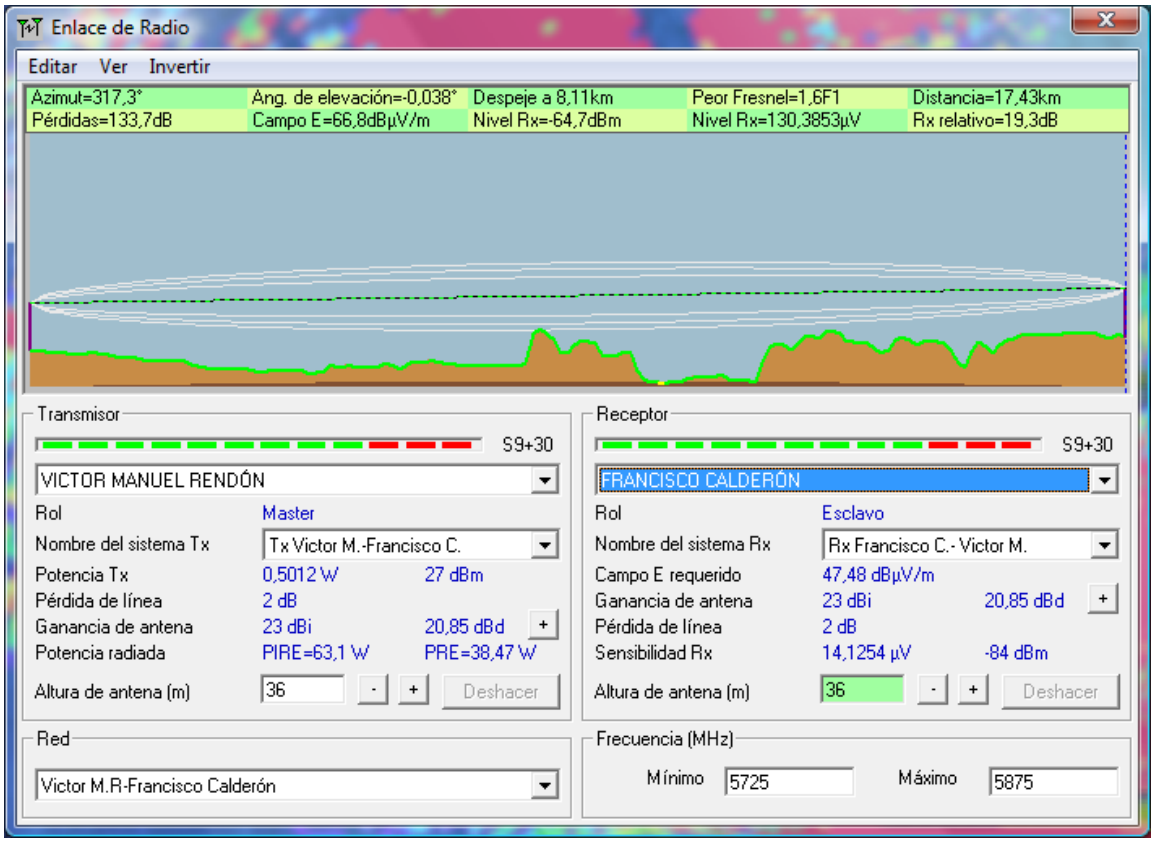


Figura 3.61 Herramienta Enlace de Radio; Ver> Perfil

- **Cobertura de Radio**

La herramienta *Cobertura de radio* permite dibujar el área de cobertura de una unidad radio mediante cuatro tipos de gráficas:

- ***Polar Simple**:* calcula el área de cobertura de una estación transmisora fija para un terminal móvil especificado realizando un barrido radial. Permite especificar los intervalos permitidos para el radio de cobertura y el ángulo acimutal. La gráfica se puede representar en una escala de colores para indicar el nivel de señal recibida en dBm. El área de cobertura se dibujará sobre el mapa de elevaciones principal, no sobre ampliaciones.

Herramientas > Cobertura de Radio > Polar Simple.

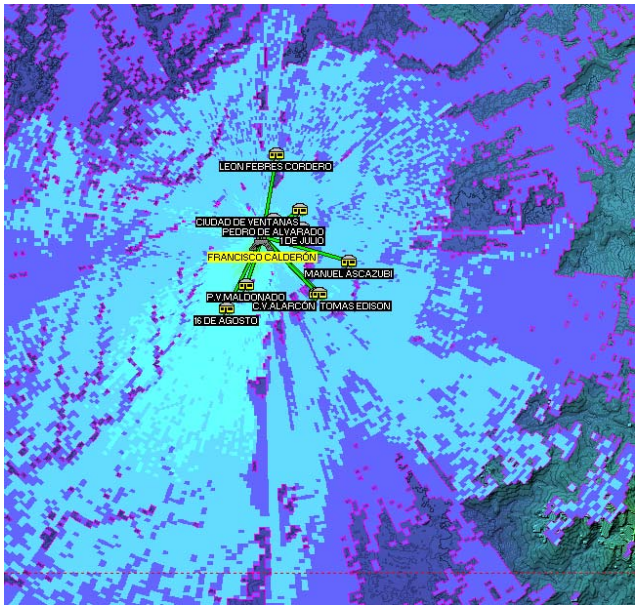


Figura 3.62 Área de cobertura del Nodo Francisco Calderón obtenida con la herramienta *Cobertura de Radio* en modo *Polar Simple*.

- ***Cartesiano combinado:*** este modo utiliza una o varias estaciones fijas para calcular el área de cobertura que ofrecen a un terminal móvil especificado, en coordenadas cartesianas. La herramienta permite representar los niveles de señal en una región ampliada del mapa principal.

Herramientas > Cobertura de Radio > Cartesiano Combinado

Fresnel: colorea sobre el mapa de elevaciones las áreas que cumplen el intervalo de despejamiento de la primera zona de Fresnel especificado.

Herramientas > Radio Coverage > Fresnel.

- ***Interferencia:*** a partir de las especificaciones del mínimo nivel de señal requerido y margen de interferencia entre dos estaciones transmisoras, la herramienta representa las regiones con un nivel de interferencia aceptable y aquellas en las que se sobrepasa el margen de interferencia.

Herramientas > Cobertura de Radio > Interferencia.

Encontrar el mejor sitio: permite encontrar el mejor emplazamiento para una antena transmisora que debe ofrecer cobertura a un conjunto de terminales receptores.

Herramientas > Cobertura de Radio > Encontrar el mejor sitio

CAPITULO 4

ESTUDIO FINANCIERO

4.1 INTRODUCCIÓN

"El estudio financiero es una síntesis cuantitativa que demuestra con un margen razonable de seguridad, la realización del proyecto con los recursos programados"[14]

4.2 COSTOS DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR

Para el siguiente análisis financiero se tomó en cuenta los precios que actualmente maneja la empresa IDEATEC CIA. LTDA.

"IDEATEC CIA. LTDA." es una empresa ecuatoriana, dedicada a comercializar, instalar y dar servicios técnicos de mantenimiento e instalaciones para Enlaces de datos y Satelitales, acceso al Internet vía satélite, Telecomunicaciones en general, equipos y accesorios para Redes Celulares, Telemetría y SCADA, Telefonía y VoIP, Internetworking.

Los costos de la infraestructura de telecomunicaciones, así como el sistema de puesta a tierra también fueron proporcionados por IDEATEC.

[14] OCAMPO José Eliseo, COSTOS Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

En la tabla 4.1 se muestran los costos referenciales de un enlace Punto a Punto, en el diseño se utilizó 5 enlaces Punto – Punto, como ya lo dije antes se hizo uso de las mismas instituciones educativas para el levantamiento de la Infraestructura de Telecomunicaciones, donde se hizo un ahorro considerable, ya que al ser estas escuelas beneficiadas con el proyecto, no se requiere de la compra del terreno para hacer el levantamiento de las torres.

Cantidad	Detalle	Costo unitario	Costo Total
6	Enlaces de backbone punto a punto 5.7 GHz PTP 300 - 25 Mbps Backhaul Integrated - Link WB3150AA	$ 5.000,00	$ 30.000,00
27	Bases AP (Acces Point) 5.7 Access Point 5700APDD	$ 1.330,00	$ 35.910,00
6	Cluster Management Module Micro - 1070CKDB	$ 1.300,00	$ 7.800,00
6	Swicth capa 2	$ 250,00	$ 1.500,00
1	Router Cisco capa 3, 24 puertos	$ 2.000,00	$ 2.000,00
1	Manejador de Ancho de banda	$ 4.000,00	$ 4.000,00
1	Servidores Linux	$ 1.200,00	$ 1.200,00
2	PC Clon para monitoreo	$ 400,00	$ 800,00
6	Kit de accesorios	$ 100,00	$ 600,00
		TOTAL BACKBONE	**$ 83.810,00**

Tabla 4.1 Costos Referenciales para un enlace PTP

En la tabla 4.2 se encuentran los costos referenciales de los equipos para los enlaces Punto – Multipunto, es decir para los enlaces con las escuelas.

Cantidad	Detalle	Costo Unitario	Costo Total
73	5,7 GHz Subscriber Module 5700SMDD	$ 421,00	$ 30.733,00
73	Kit de accesorios	$ 20,00	$ 1.460,00
73	Access Point para redes inalambricas internas	$ 60,00	$ 4.380,00
52	Reflectores pasivos Reflector Hardware Kit 27RDD	$ 104,00	$ 5.408,00
632	Tarjetas WIFI	$ 20,00	$ 12.640,00
		TOTAL ESCUELAS	**$ 22.428,00**
		TOTAL EQUIPOS	**$ 106.238,00**

Tabla 4.2 Costos referenciales para un enlace PMP

4.3 INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES

4.3.1. Torres de Comunicaciones y Mástiles

Altura (metros)	Detalle	Cantidad	Costo Unitario / Metro	Costo Total
1	Mastil	12	10,00 $	120,00 $
2	Mastil	1	10,00 $	20,00 $
3	Mastil	11	10,00 $	330,00 $
6	Mastil	9	10,00 $	540,00 $
9	Mastil	9	10,00 $	810,00 $
12	Torre de comunicaciones	8	110,00 $	10.560,00 $
15	Torre de comunicaciones	7	110,00 $	11.550,00 $
18	Torre de comunicaciones	4	110,00 $	7.920,00 $
21	Torre de comunicaciones	3	110,00 $	6.930,00 $
24	Torre de comunicaciones	3	110,00 $	7.920,00 $
27	Torre de comunicaciones	3	110,00 $	8.910,00 $
30	Torre de comunicaciones	1	110,00 $	3.300,00 $
36	Torre de comunicaciones	8	110,00 $	31.680,00 $
		TOTAL TORRES Y MASTILES		90.590,00 $

Tabla 4.3 Costos referenciales para la Infraestructura de Telecomunicaciones

4.3.2. Infraestructura Nodos

Cantidad	Detalle	Costo Unitario	Costo Total
6	Caseta metalica de comunicaciones	$ 700,00	$ 4.200,00
6	UPS de 2 KVA	$ 800,00	$ 4.800,00
6	Banco de baterias de respaldo	$ 1.500,00	$ 9.000,00
6	Sistema de tierra	$ 800,00	$ 4.800,00
6	Rack de comunicaciones y accesorios	$ 500,00	$ 3.000,00
6	Malla de protección de casetas	$ 800,00	$ 4.800,00
6	Aire acondicionados	$ 250,00	$ 1.500,00
6	Kit de accesorios de instalacion: cables, borneras, etc.	$ 100,00	$ 600,00
6	Sistemas de pararrayos	$ 1.200,00	$ 7.200,00
		TOTAL INFRA NODOS	**$ 39.900,00**

Tabla 4.4 Costos referenciales para los Nodos

4.3.3. Infraestructura escuelas

Cantidad	Detalle	Costo Unitario	Costo Total
73	UPS de 500 VA	$ 60,00	$ 4.380,00
73	Bastidores o rack	$ 40,00	$ 2.920,00
73	Regletas de energía	$ 20,00	$ 1.460,00
	TOTAL INFRA NODOS		**$ 8.760,00**

Tabla 4.5 Costos referenciales para la infraestructura de las escuelas

4.3.4. Materiales

Cantidad	Detalle	Costo unitario	Costo Total
16	Rollode cable FTP	$ 90,00	$ 1.422,00
316	Conectores RJ45	$ 0,20	$ 63,20
316	Canaletas y accesorios	$ 10,00	$ 3.160,00
4	kit de herramientas	$ 200,00	$ 800,00
2	Laptops	$ 500,00	$ 1.000,00
		TOTAL	**$ 6.445,20**

Tabla 4.6 Costos referenciales para la instalación

4.3.5. Acceso a Internet

Se va a solicitar 2,5 E1 al proveedor de Internet, el análisis se lo ah hecho para 5 años que son los años que va a financiar el FODETEL, para obtener este valor de 2,5 E1, se realizó un análisis en función del Ancho de banda por escuela. El cálculo fue el siguiente:

79(No. De escuelas) * 128 = 10112 Kbps

Dividiendo este valor para un E1

10112Kbps / 2048 Kbps = 4,9375 = 5 Mbps

Para garantizar un buen servicio se ha sugerido que un factor de compresión óptimo sería de 2: 1, por tal razón se piensa solicitar 2,5 E1. Hay que tener en cuenta que el cálculo del Servicio de Internet debe ser por año y este debe ir bajando por la erosión de precios.

Cantidad	Detalle	Costo unitario	Costo Total
2,5	Canal E1 de acceso a Internet	$ 450,00	67.500,00 $
		TOTAL	67.500,00 $

Tabla 4.7 Costos referenciales para el servicio de Internet

FACTOR EROSION PRECIOS	3%
TOTAL INTERNET 1ER AÑO	67.500,00 $
TOTAL INTERNET 2DO AÑO	65.475,00 $
TOTAL INTERNET 3ER AÑO	63.510,75 $
TOTAL INTERNET 4TO AÑO	61.605,43 $
TOTAL INTERNET 5TO AÑO	59.757,26 $
TOTAL INTERNET	317.848,44 $

Tabla 4.8 Costos referenciales para el servicio de Internet durante 5 Años

4.3.6. Arriendos

El cálculo total del arriendo está estimado para 5 años, que es el tiempo que el FODETEL se hará cargo del proyecto, el costo total está hecho en base al año que tiene 12 mese y por seis, que es el número de nodos de la Red de Backbone. El cálculo de arriendo debe ser por año y este debe subir por la inflación promedio.

Cantidad	Detalle	Costo unitario	Costo Total
6	Arriendo nodos	$ 80,00	$ 5.760,00
6	Energía Electrica	$ 20,00	$ 1.440,00
		TOTAL	7.200,00 $

Tabla 4.9 Costos referenciales para el Arriendo de los Nodos

FACTOR INFLACIONARIO	1,1
TOTAL ARRIENDOS 1 AÑO	$ 7.200,00
TOTAL ARRIENDOS 2DO AÑO	$ 7.920,00
TOTAL ARRIENDOS 3ER AÑO	$ 8.712,00
TOTAL ARRIENDOS 4TO AÑO	$ 9.583,20
TOTAL ARRIENDOS 5TO AÑO	$ 10.541,52
TOTAL ARRIENDOS	$ 43.956,72

Tabla 4.10 Costos referenciales para el Arriendo de los Nodos durante 5 Años

4.3.7. Logística de Instalación

Se ha estimado para la implementación un total de 8 Técnicos, el tiempo que se llevaría en levantar el proyecto sería de 120 días, en base a esto se a realizado el cálculo para saber el costo de la instalación.

Cantidad	Detalle	Costo unitario	Costo Total
960	Alojamiento	$ 25,00	$ 24.000,00
960	Alimentación	$ 12,00	$ 11.520,00
160	Lavado de ropa	$ 2,00	$ 320,00
1	Imprevistos	$ 1.000,00	$ 1.000,00
		TOTAL LOGISTICA INSTALACION	**$ 36.840,00**

Tabla 4.11 Costos referenciales para la Logística

4.3.8. Transporte

Para conocer los costos de la movilización se ha estimado lo siguiente:

Número de autos propios: 2

Número de autos alquilados: 2

Número de Días del Proyecto: 120

Para los costos de movilización hay que tomar en cuenta la depreciación de los carros, en la tabla No, se resume el costo de la movilización.

Cantidad	Detalle	Costo unitario	Costo Total
2	Depreciación de autos propios	$ 4.000,00	$ 8.000,00
8	Alquiler mensual de autos	$ 1.000,00	$ 8.000,00
4	Combustible autos	$ 1.200,00	$ 4.800,00
4	Mantenimientos autos	$ 300,00	$ 1.200,00
		TOTAL	$ 22.000,00

Tabla 4.12 Costos referenciales para la Movilización

4.3.9. Mano de obra de la Instalación

Para el levantamiento del proyecto se deberá contar con el siguiente personal Técnico, los cuales deben poseer la experiencia necesaria para desenvolverse sin problema:

- 1 Gerente de Proyectos
- 1 Supervisor
- 4 Técnicos
- 2 Ayudantes

Cantidad	Detalle	Costo unitario	Costo Total
4	Un Gerente de proyectos por 4 meses.	$ 2.000,00	$ 8.000,00
4	Un Supervisor por 4 meses	$ 1.500,00	$ 6.000,00
16	Cuatro tecnicos	$ 1.000,00	$ 16.000,00
8	Dos ayudantes	$ 600,00	$ 4.800,00
		TOTAL	$ 34.800,00

Tabla 4.13 Costos referenciales para la Mano de Obra de la Instalación

4.3.10. Mantenimiento

Para el mantenimiento se ha considerado 1 jefe de mantenimiento, 3 técnicos, por 60 meses, que son los 5 años donde el FODETEL, estará a cargo del funcionamiento del proyecto.

El cálculo mantenimiento está hecho por año y esto debe subir por la inflación promedio.

Los costos son los siguientes:

Cantidad	Detalle	Costo unitario	Costo Total
12	Salario de jefe de mantenimiento	$ 900,00	$ 10.800,00
36	Salario de TECNICOS	$ 550,00	$ 19.800,00
12	Logistica y Transporte	$ 150,00	$ 1.800,00
1	Materiales	$ 2.000,00	$ 2.000,00
1	Repuestos	$ 5.311,90	$ 5.311,90
		TOTAL	**$ 32.400,00**

Tabla 4.14 Costos referenciales para el Mantenimiento durante 1 Año

FACTOR INFLACIONARIO	1,1
TOTAL MANTENIMIENTO 1 AÑO	$ 32.400,00
TOTAL MANTENIMIENTO 2DO AÑ	$ 35.640,00
TOTAL MANTENIMIENTO 3ER AÑ	$ 39.204,00
TOTAL MANTENIMIENTO 4TO AÑ	$ 43.124,40
TOTAL MANTENIMIENTO 5TO AÑ	$ 47.436,84
TOTAL MANTENIMIENTO	$ 197.805,24

Tabla 4.15 Costos referenciales para el Mantenimiento durante 5 Años

4.3.11. Costo Total del Proyecto

El costo total del Proyecto se resume en la siguiente tabla:

PRESUPUESTO DEL PROYECTO	$ 1.131.479,50		PESOS DEL PROYECTO	
INTERNET	$ 317.848,44		35,11	%
ARRIENDOS	$ 43.956,72		4,86	%
INFRAESTRUCTURA CIVIL DE NODOS Y ESCUELAS	$ 130.490,00		14,42	%
INFRAESTRUCTURA ELECTRICA DE ESCUELAS	$ 8.760,00		0,97	%
EQUIPAMIENTO	$ 106.238,00		11,74	%
MATERIALES	$ 6.445,20		0,71	%
LOGISTICA	$ 36.840,00		4,07	%
TRANSPORTE	$ 22.000,00		2,43	%
MANO DE OBRA INSTALACION	$ 34.800,00		3,84	%
MANTENIMIENTO	$ 197.805,24		21,85	%
TOTAL COSTOS BRUTOS	$ 905.183,60		100,00	%
TOTAL COSTOS NETOS	$ 905.183,60			
COSTO POR ESCUELA EN CINCO AÑOS	$ 11.458,02		EN CINCO AÑOS	
COSTO POR ESCUELA ANUAL	$ 2.291,60		ANUAL	
% LINEAL RENTABILIDAD	0		%	

Tabla 4.16 Resumen del Costo Total del Proyecto

El valor del Internet puede ser reducido si se utiliza la capacidad que tiene el FODETEL, por pertenecer al estado. El valor del IVA es 0, por ser parte del estado.

La inversión total del proyecto es de un millón ciento treinta y un mil cuatrocientos setenta y nueve dólares con cincuenta centavos de dólar.

El flujo de Caja se lo ha hecho para 5 Años que es el tiempo que el FODETEL se va a ser cargo del Proyecto.

	AÑOS								
DETALLES	0	1	2	3	4	5			
EGRESOS									
Internet		-67.500,00 $	-65.475,00 $	-63.510,75 $	-61.605,43 $	-59.757,26 $		-317.848,44 $	
Arriendos		-7.200,00 $	-7.920,00 $	-8.712,00 $	-9.583,20 $	-10.541,52 $		-43.956,72 $	
Infraestructura Civil Nodos y Escuelas		-130.490,00 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $		-130.490,00 $	
Infraestructura electrica escuelas		-8.760,00 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $		-8.760,00 $	
Equipos		-106.238,00 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $		-106.238,00 $	
Materiales instalacion		-6.445,20 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $		-6.445,20 $	
Logistica		-36.840,00 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $		-36.840,00 $	
Transporte		-22.000,00 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $		-22.000,00 $	
Mano de Obra - Instalación		-34.800,00 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $		-34.800,00 $	
Mantenimiento		-32.400,00 $	-35.640,00 $	-39.204,00 $	-43.124,40 $	-47.436,84 $		-197.805,24 $	
% FINANCIAMIENTO		-9.051,84 $						-9.051,84 $	
SUBTOTAL EGRESOS								-914.235,44 $	
12% IVA		-108.622,03 $						-108.622,03 $	
TOTAL EGRESOS									-1.022.857,47 $
INGRESOS									
Presupuesto Adjudicado	1.278.571,84 $	0,00 $							
Anticipo		639.285,92 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $		639.285,92 $	
Pago contraentrega		383.571,55 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $	0,00 $		383.571,55 $	
Mantenimiento	255.714,37 $	51.142,87 $	51.142,87 $	51.142,87 $	51.142,87 $	51.142,87 $		255.714,37 $	
TOTAL INGRESOS									1.278.571,84 $
			503.653,28 $	445.761,15 $	385.477,27 $	322.307,12 $			
FLUJO DE CAJA		503.653,28 $	445.761,15 $	385.477,27 $	322.307,12 $	255.714,37 $			
VAN	13.075,03 $								

Tabla 4.17 Flujo Anual de Caja

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Al ser el cantón Valencia, una zona relativamente plana, fue necesario escoger como puntos de Repetición a las unidades educativas beneficiadas con el proyecto, para escoger a estas unidades como puntos de repetición se tomo en cuenta principalmente el acceso, así como aquellas que poseen una altura considerable comparada con el resto de escuelas, estos centros escogidos como nodos también cuentan con los servicios básico facilitando la futura implementación del proyecto, actualmente existen dos cerros que son el Apagua y el cerro Pilaló, de donde se sirve mediante enlace de radio a las zonas comprendida entre Quevedo y la Maná, según la base de datos de la Superintendencia de Telecomunicaciones, la dificultad que presentaron estos cerros para hacer uso de su Infraestructura fue la distancia entre estos con los centros educativos, razón por la cual para este diseño también es necesario el levantamiento de la Infraestructura de Telecomunicaciones.

A través de la red inalámbrica implementada en la simulación se consiguió la totalidad de la cobertura deseada, sin sobrepasar el número de puntos de acceso planteados inicialmente, esto se logró gracias a la ubicación estratégica de dichos puntos de acceso, buscando los lugares céntricos de cada uno de los ambientes y asignándoles la suficiente altura, para optimizar el alcance y eliminar la interferencia.

Se concluyó el diseño óptimo de la Red, mediante simuladores propios del equipo Canopy de Motorola, donde se obtuvo una confiabilidad muy buena y mediante Radio Mobil se comprobó que el nivel de recepción cumplió con los parámetros propios del equipo, de manera que garantizan la conectividad entre las torres y los 79 centros educativos.

No es necesario solicitar concesión para operar en la banda de frecuencia de 5,7 GHz, ya que Canopy cumple con las condiciones y características establecidas que deben cumplir los sistemas que utilizan técnicas de Modulación en banda ancha especificados en una de las Resoluciones del CONATEL; por lo que no se requieren costos adicionales por concesión.

Los productos 802.11a operan en el mismo espectro territorial que Canopy, pero no producen interferencia significativa debido a que el mecanismo de captura FM del sistema Canopy rechaza prácticamente todas las señales de interferencia.

Canopy ofrece una alta confiabilidad con un alto rendimiento, seguridad, facilidad de uso y costos excepcionales; se integra fácilmente y de manera transparente con los sistemas de redes existentes y las herramientas de gestión, para hacer que la extensión de un servicio existente sea una operación simple y accesible. Su efectividad está probada en más de 100 países de todo el mundo y para una gran variedad de consumidores.

La necesidad urgente de que proyectos de conectividad son de vital importancia para el desarrollo del cantón y de la provincia.

La inversión inicial que la empresa debería realizar para la implementación de la red de banda ancha inalámbrica es alta, pero con un buen plan de negocios la Inversión puede ser recuperada.

Queda justificado el desarrollo del presente proyecto, pues la solución cumple con los índices de sostenibilidad, de acuerdo a los resultados obtenidos en los cálculos del VAN.

Finalmente, todo el desarrollo de este proyecto de titulación queda totalmente justificado, pues se necesita dar solución a aquellos sectores a los cuales por razones técnicas o físicas no se los ha atendido como debería haberse hecho, teniendo la posibilidad de dar mejores servicios con un amplio abanico de posibilidades, involucrando además a la empresa en una nueva generación tecnológica. con la implementación de este proyecto servirá para el progreso del cantón y de la provincia.

Nuestro principal objetivo fue tratar de llevar Internet a las escuelas rurales ya que su situación es de atraso extremo, una de las mejores políticas del país debería ser estrechar la brecha digital existente entre la zona urbana y la rural.

La utilización de paquetes computacionales que usan mapas topográficos digitalizados facilita enormemente la determinación de las alturas geográficas sobre el nivel del mar, que son la base de la realización de los perfiles topográficos para el diseño de enlaces inalámbricos.

Una de las principales razones por las que se escogieron los equipos de la marca Canopy de Motorola es porque es nuestro país ya están homologados, dicha homologación s la encuentra en la página de la SUPTEL[15], otra de las razones por las que se escogió estos equipos fue por sus características presentadas, siendo la más sobresaliente la característica punto-multipunto.

[15] Super Intendencia de Telecomunicaciones

5.2 RECOMENDACIONES

Los mástiles son de alturas considerables desde 1 metros hasta 18 metros de altura. Por ello se necesita que la escuela asigne un espacio seguro que no tengan acceso los estudiantes para instalar el mástil mencionado.

La instalación de los equipos descritos, así como el levantamiento de la Infraestructura de Telecomunicaciones deben ser realizados por personal calificado, para contar con los parámetros adecuados en el desempeño de la red.

Es imprescindible que se mantenga, planifique y ejecute la atención de comunicaciones al área rural que al menos en su primera etapa implica un subsidio, pero que dará en poco tiempo frutos como disminuir la migración hacia las grandes ciudades, controlar y mejorar la producción agrícola.

Es importante que la institución tome en cuenta las políticas de seguridad planteadas en el presente proyecto, para de esta manera salvaguardar especialmente la información académica y financiera.

ANEXO 1

LISTADO DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS BENEFICIADAS

Ítem	institución	dirección
1	INSTITUTO TECNICO SUPERIOR CIUDAD DE VALENCIA	AVENIDA 13 DE DICIEMBRE DECIMA LA COOPERATIVA 12 DE JULIO
2	VICTOR MANUEL RENDON	ROCAFUERTE 500 AV. 2 DE AGOSTO Y JORGE HERRERAS CRUZ
3	ESCUELA GALO PLAZA LAZO	CALLE SUCRE 311 JORGE HERRERA CRUZ Y 2 DE AGOSTO
4	ESCUELA MIXTA GREGORIO VALENCIA	GARCÍA MORENO CUARTA Y CALLE QUINTA
5	ESCUELA ELOY ALFARO	AV. PRINCIPAL VIA VALENCIA LA MANA KM 2 (PARROQUIA LA UNION)
6	ESCUELA JUAN SALINAS	VIA VALENCIA LA MANA KM 23 - PARROQUIA LA NUEVA UNION
7	COLEGIO TECNICO ERCILIA DE MARTINEZ	DOS SDE AGOSTO MARTINEZ PEÑAHERRERA
8	CARLOS LUIS PLAZA DAÑIN	AV. GUSTAVO CHONQUI CALLE 6TA RECINTO EL VERGEL
9	PABLO PICAZZO	KM 26 VIA QUEVEDO SANTO DOMINGO - MARGEN DERECHO
10	EUGENIO ESPEJO	RECINTO "LA CADENA"
11	ROSA CELESTE TERREROS	GENERAL ENRIQUEZ GARCIA MORENO Y VICENTE ROCAFUERTE
12	EMILIO RIVAS HUERTA	ENTRADA AL CEMENTERIO KM 3 - RECINTO CHIPE
13	JUAN MONTALVO 1	RECINTO FEDERICO INTRIAGO
14	SILVIO CASARES MEDINA	VIA A LA BANQUERA, RECINTO PENISOLA
15	DEFENSORES DEL CENEPA	ENTRADA EL ZAPOTE -- VIA SAN PABLO -- RCTO. GUAMAN
16	PACTO ANDINO	RECINTO NI UN PASO ATRAS
17	MIGUEL DE CERVANTES	SAN PABLO 2 RECINTO
18	ALAMOR	RECINTO LAMPA
19	BELISARIO QUEVEDO	VIA AL VERGEL, MARGEN DERECHO
20	PROVINCIA DEL ORO	COLONIA PONCE ENRIQUE
21	ESCUELA 1 DE JULIO	KM 26 VIA SANTO DOMINGO (FEDERICO INTRIAGO) RCTO.
22	ESCUELA PLATON	ENTRADA AL ZAPOTE - RECINTO PINELA
23	JUAN LEON MERA	DIAGONAL A LA GASOLINERA DE LA COOP. DE TRANSPORTE VALENCIA
24	GIRON	RECINTO "COSTA AZUL"
25	BUENA GRATITUD	RECINTO VALLE NEGRO
26	THOLOMEO	RECINTO 10 DE NOVIEMBRE
27	CAYAMBE	AGUATE DE PISE RECINTO
28	TOMAS EDISON	RECINTO EL CHOLLO
29	REGION INSULAR	ENTRADA FUMISA DELIA MARIA - RECINTO LA FAMILIA
30	QUIROGA	RECINTO "EL RECREO"
31	SOCRATES	BUENA ESPERANZA
32	LEON FEBRES CORDERO	POR LA BANANERA ROQUE MENDOZA RCTO. ISLA CHEMERE
33	GABRIELA MISTRAL	ENTRADA EL ZAPOTE VIA PASO ATRAS. RCTO 6 DE AGOSTO
34	MANUEL KANT	RECINTO EL ATASCOSO
35	REPUBLICA DEL SALVADOR	COOP. FEDERICO GONZALES SUAREZ
36	ANDRES BELLO	RECINTO "EL TRIUNFO"
37	CARIAMANGA	RECINTO GUAMPE
38	CENTRO EDUCATIVO INICIAL EL VERGEL	RECINTO EL VERGEL
39	CAMILO DESTRUJE	VIA VALENCIA, VIA CRISTAL
40	ABDON CALDERON MUÑOZ (PRACTICA DOCENTE)	COOP. 6 DE AGOSTO, TERCERA BANQUERA
41	ISLA BALTRA	CERCA DE LA HCDA. AGRILECHO 1
42	NESTOR COELLO VITERI	RECINTO SAN SIMON
43	ESCUELA RIO CUMAMAY	RCTO SAN PABLO - MANO IZQUIERDA
44	HERNANDO DE MAGALLANES	RECINTO GUALIPE
45	CLEMENTE YEROVI INDABURO	RECINTO POZA HONDA
46	ANA LLERENA OTOYA	RECINTO LA ITALIA
47	MANUELA CAÑIZARES	RECINTO "LA REFORMA"
48	ARISTOTELES	RERCINTO LAMPADERA (VIA AL VERGEL)
49	JULIO TOBAR BAQUERO	RECINTO "RIO CHILA"
50	GONZANAMA	RCTO. EL OASIS
51	MANUEL ASCAZUBI	RECINTO PICE DE LULO
52	CIUDAD DE VENTANAS	FRUTA DE PAN DEL CHILLA
53	VOLCAN COTOPAXI	COOP. 6 DE AGOSTO, TERCERA BANQUERA
54	BLANCA HERNANDEZ VILLAGRAN	VIA A GUASA GANADA MARGEN DERECHO
55	AMERICA VESPUCIO	RCTO. LA CEIVO DEL TOACHI
56	JUAN A COMENIUS	RECINTO UNION DEL TOACHI
57	RIO AMAZONAS 1	RCTO. HAMBURGO DE LULO
58	RENE DESCARTES	RECINTO "FATIMA"
59	PEDRO DE ALVARADO	RECINTO LA CUMBIA
60	TEOFILO TUFIÑO	Rcto. GALICIA DE TOACHI

61	PRIMERO DE MAYO	COOP. 6 DE AGOSTO -- PRIMERA BANQUERA -
62	ESCUELA SEGUNDO CALDERON LOPEZ	VIA SANTA MARIA DEL TOACHI RCTO. EL COPAL
63	PEDRO VICENTE MALDONADO	RECINTO MOZUELLO
64	MONTECRISTI	REINTO TONCILO NÚMERO 2
65	CARLOS VASCONEZ ALARCON	RECINTO LAS CHIVAS
66	JUAN MONTALVO	RECINTO "SANTA MARTHA"
67	FRANCISCO CALDERON	KM 23 VIA A SANTO DOMINGO/RECINTO LA VICTORIA
68	ESCUELA JORGE WASHINGTON	ISLA DE LIBERTAD - VIA TOACHI
69	16 DE AGOSTO	200 M. PASANDO EL RIO BARTOLO, ANA MARIA DE ABAJO
70	PRIMICIAS DE LA CULTURA DE QUITO	RECINTO LULO
71	ARMANDO ROMEO TRUJILLO ALMEIDA	RECINTO "LULO CHICO TINIEBLAS"
72	INGAPIRCA	COLINIA 10 DE NOVIEMBRE
73	AGNELIO HURTADO	RCTO. EL DORADO
74	JAIME HURTADO GONZALEZ	MOROCOMBA
75	ALCIDES MENA	VIA AL TOACHI VIA A MONTENUEVA
76	RIO NAPO	RECINTO LOS LAURELES, MARGEN DERECHO
77	LUIS PASTEUR	RECINTO ZULAY
78	JACINTO COLLAHUAZO	VIA AL TONGLON -- MARGEN DERECHO -
79	ALEJANDRO CARRION	RCTO. PALO BLANCO

ANEXO 2

FOTOGRAFÍAS DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS BENEFICIADAS

EMILIO RIVAS HUERTA

CAMILO DESTRUJE

JUAN LEÓN MERA

EUGENIO ESPEJO

PABLO PICAZZO

RIO NAPO

JUAN MONTALVO

CAYAMBE

CARIAMANGA

BUENA GRATITUD

BELISARIO QUEVEDO

FISCAL MIXTA EL VERGEL

CARLOS LUIS PLAZA DAÑIN

ALAMOR

MIGUEL DE CERVANTES

GIRON

CIUDAD DE VALENCIA

GREGORIO VALENCIA

ROSA CELESTE TERREROS

ERCILIA DE MARTÍNEZ

GALO PLAZA LAZO

VICTOR MANUEL RENDÓN

ELOY ALFARO

JUAN SALINAS

SILVIO CASARES MEDINA

ISLA BALTRA

BLANCA HERNANDEZ VILLAGRAN

PLATÓN

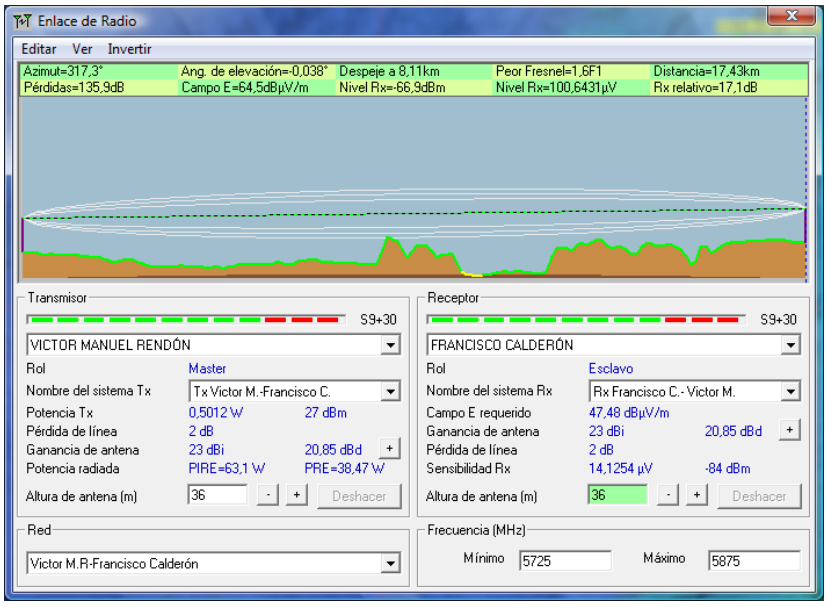
DEFENSORES DEL CENEPA

PROVINCIA DEL ORO

ANEXO 3

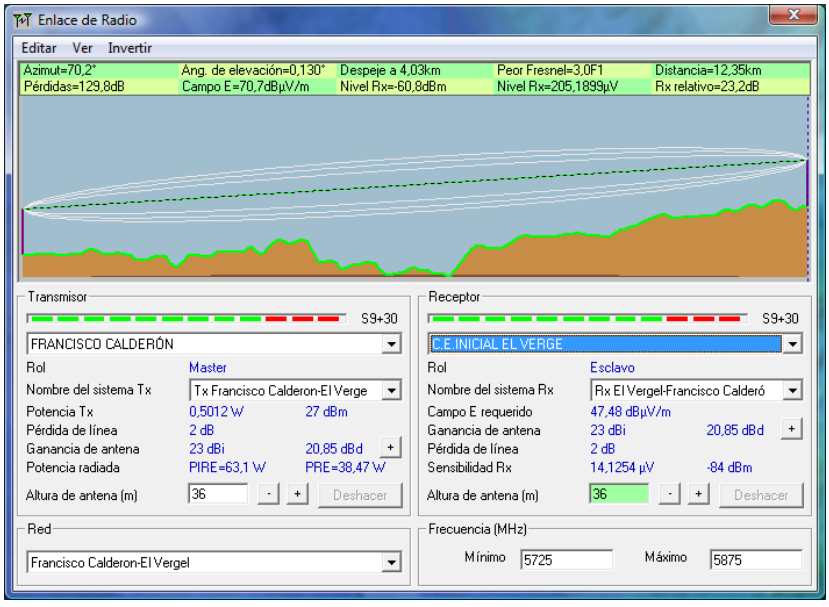
PERFILES DE LOS ENLACES

Enlace Victor Manuel Rendón – Francisco Calderón



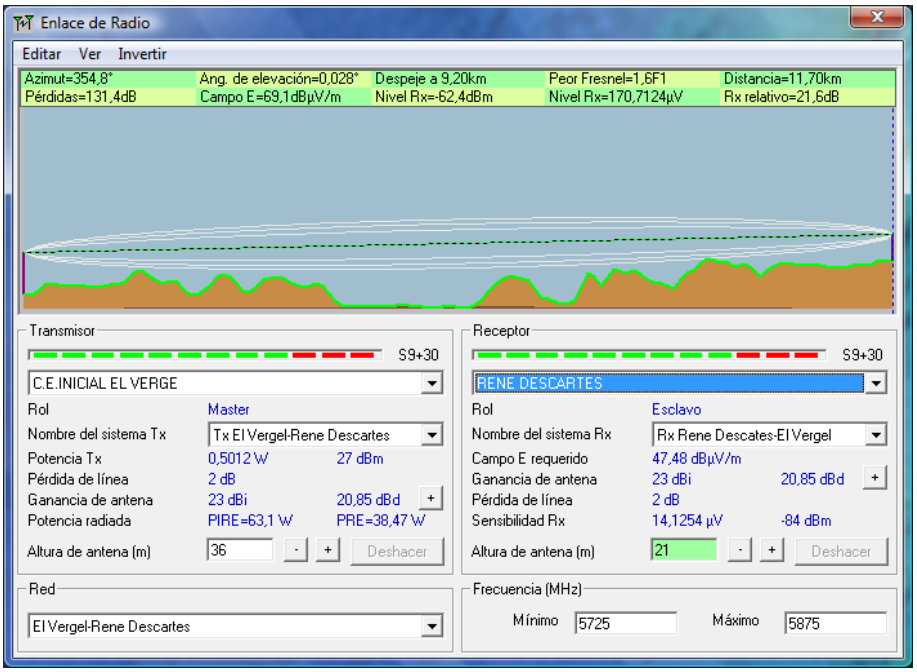
Enlace Victor Manuel Rendón – Francisco Calderón

Enlace Francisco Calderón – Centro Educativo Inicial El Vergel



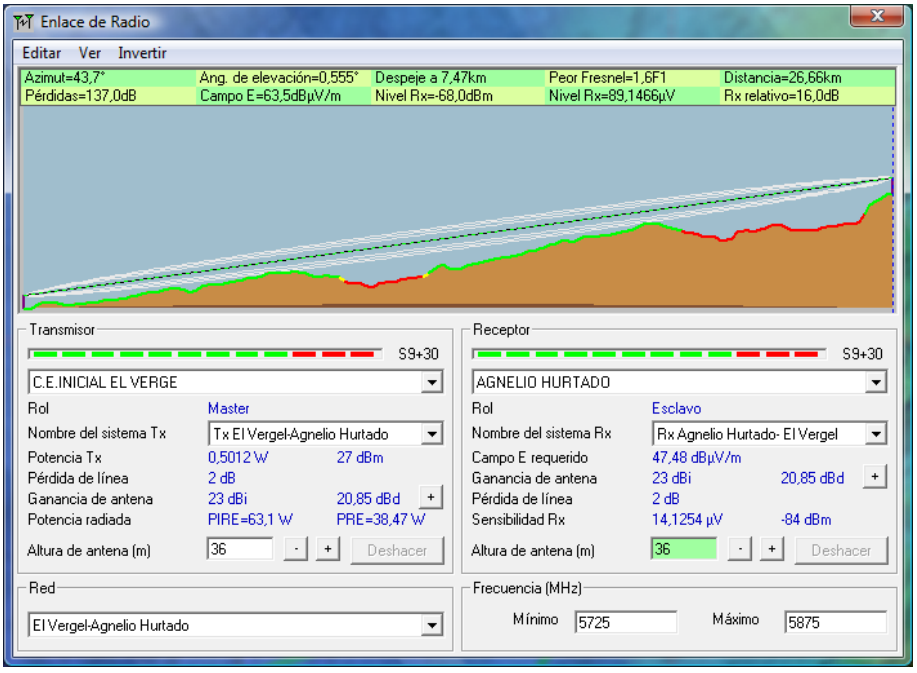
Enlace Francisco Calderón – Centro Educativo Inicial El Vergel

Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – René Descartes



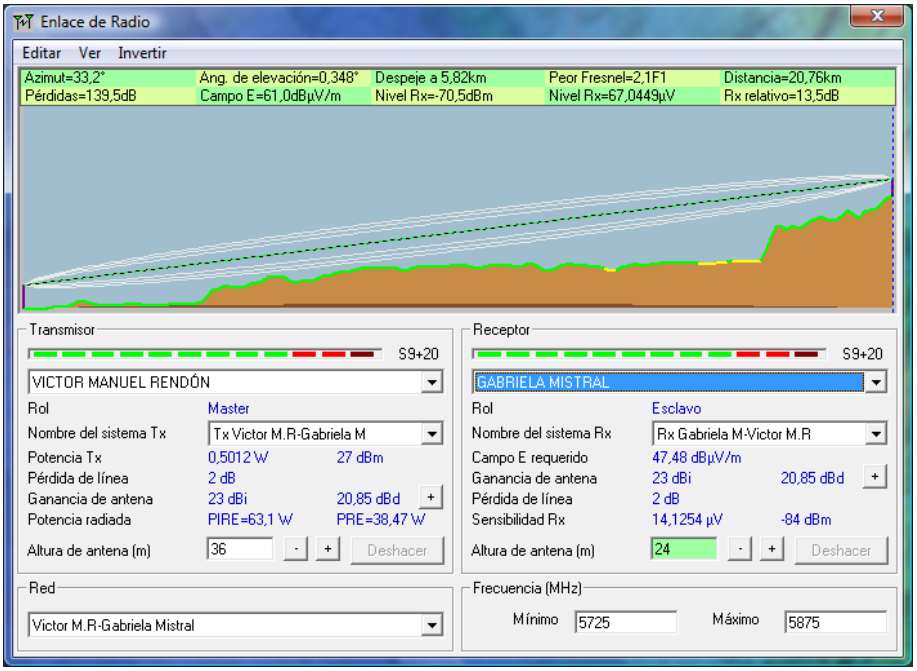
Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – René Descartes

Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Agnelio Hurtado



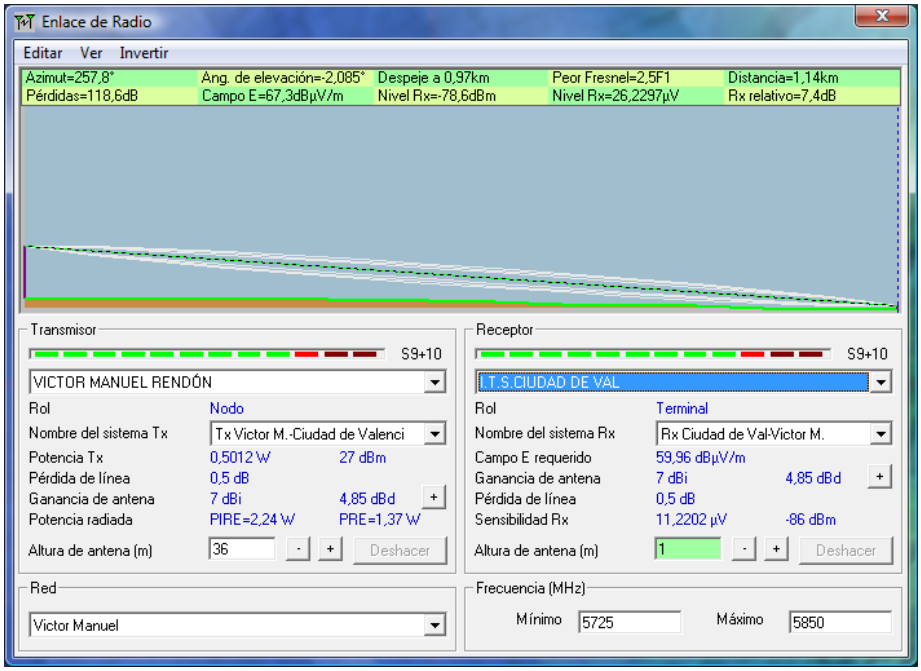
Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Agnelio Hurtado

Enlace Victor Manuel Rendón – Gabriela Mistral



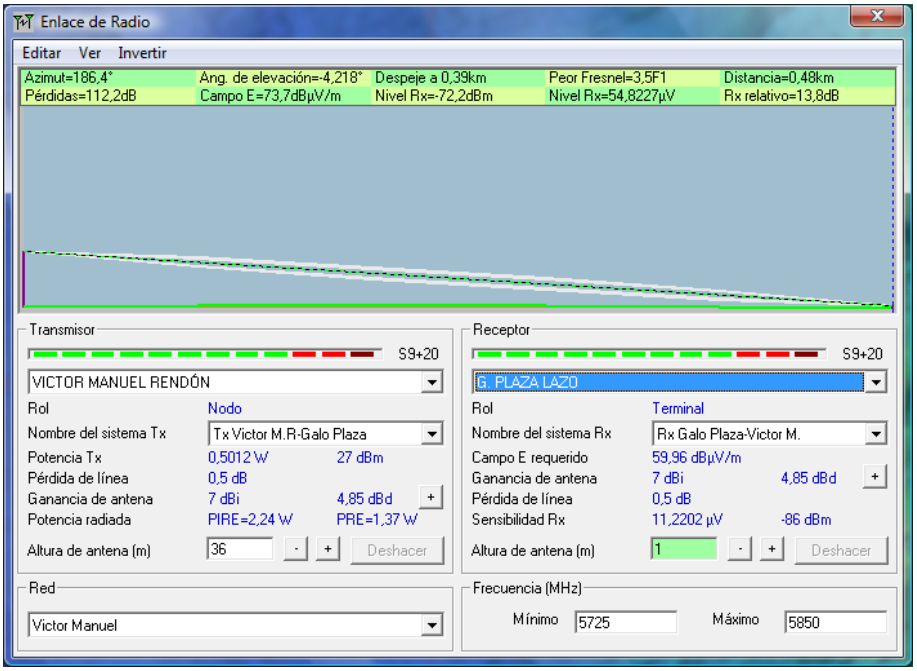
Enlace Victor Manuel Rendón – Gabriela Mistral

Enlace Victor Manuel Rendón – I.T.S Ciudad de Valencia



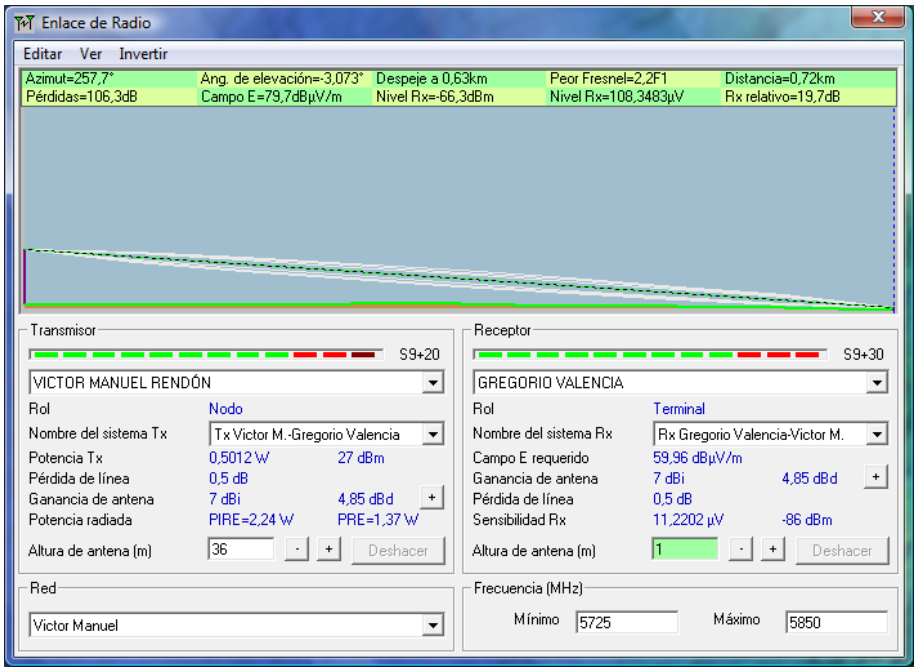
Enlace Victor Manuel Rendón – I.T.S Ciudad de Valencia

Enlace Victor Manuel Rendón – Galo Plaza Lazo



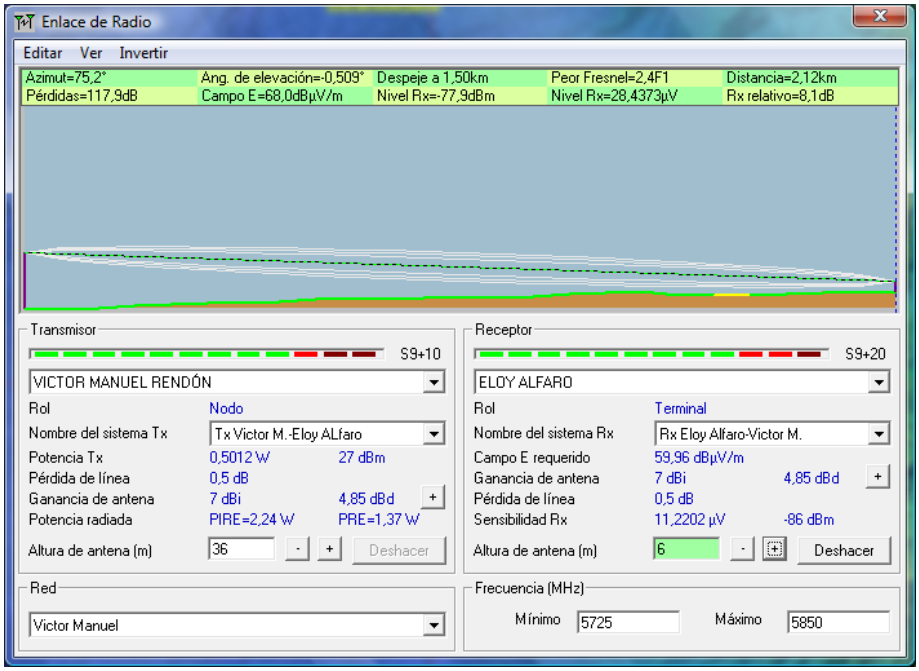
Enlace Victor Manuel Rendón – Galo Plaza Lazo

Enlace Victor Manuel Rendón – Gregorio Valencia



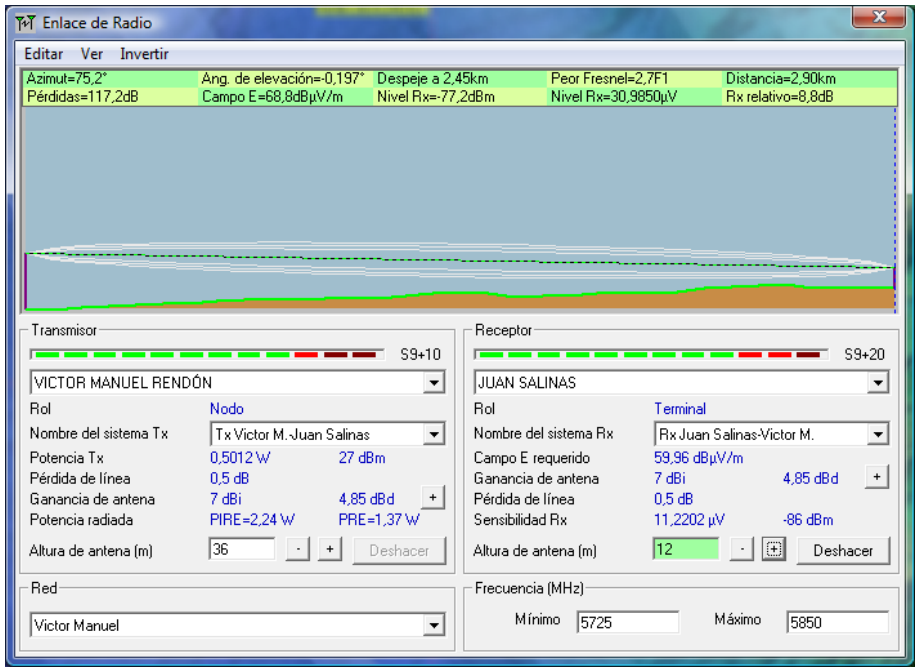
Enlace Victor Manuel Rendón – Gregorio Valencia

Enlace Victor Manuel Rendón – Eloy Alfaro



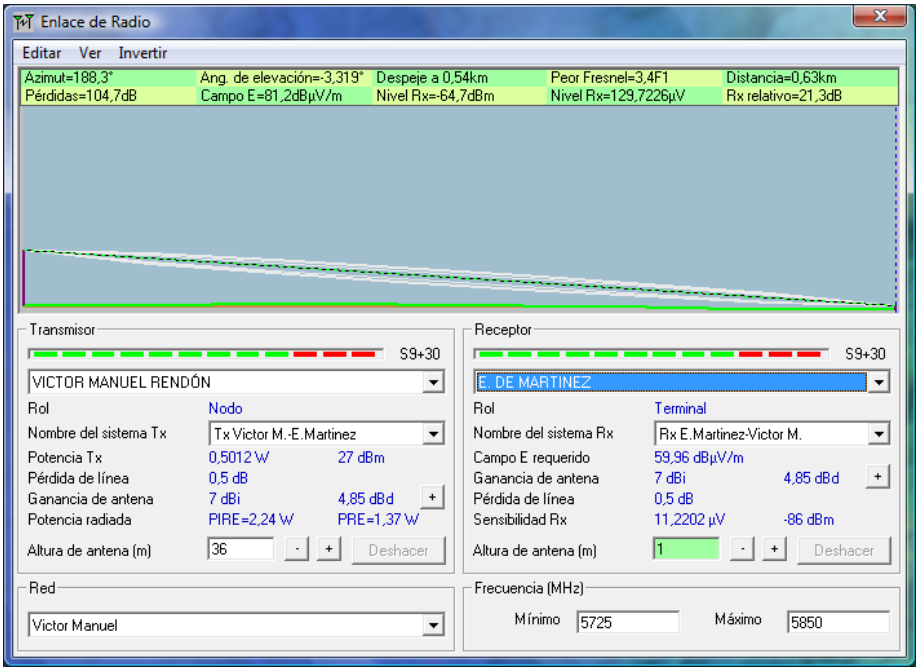
Enlace Victor Manuel Rendón – Eloy Alfaro

Enlace Victor Manuel Rendón – Juan Salinas



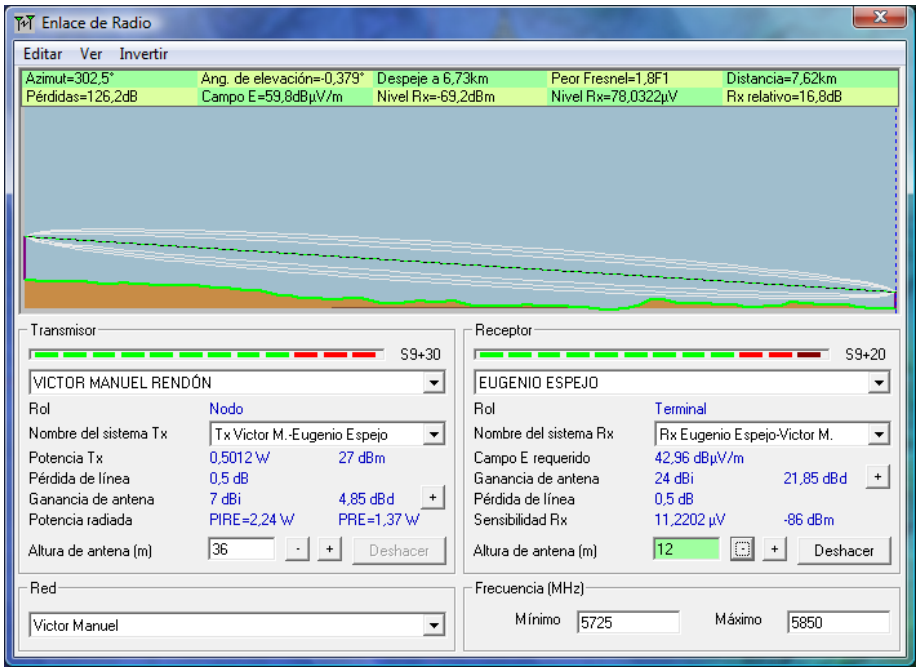
Enlace Victor Manuel Rendón – Juan Salinas

Enlace Victor Manuel Rendón – Ercilia de Martínez



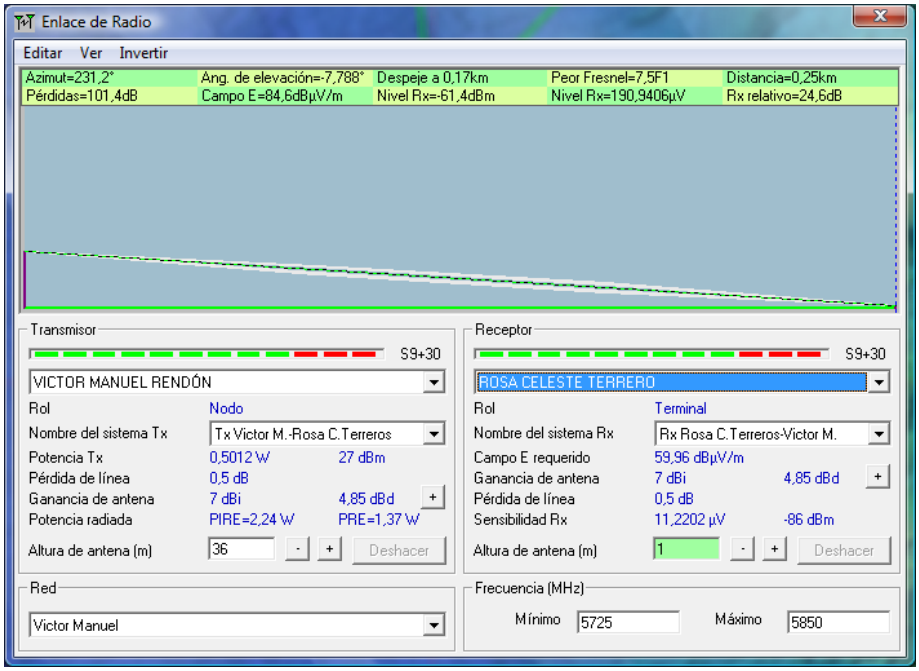
Enlace Victor Manuel Rendón – Ercilia de Martínez

Enlace Victor Manuel Rendón – Eugenio Espejo



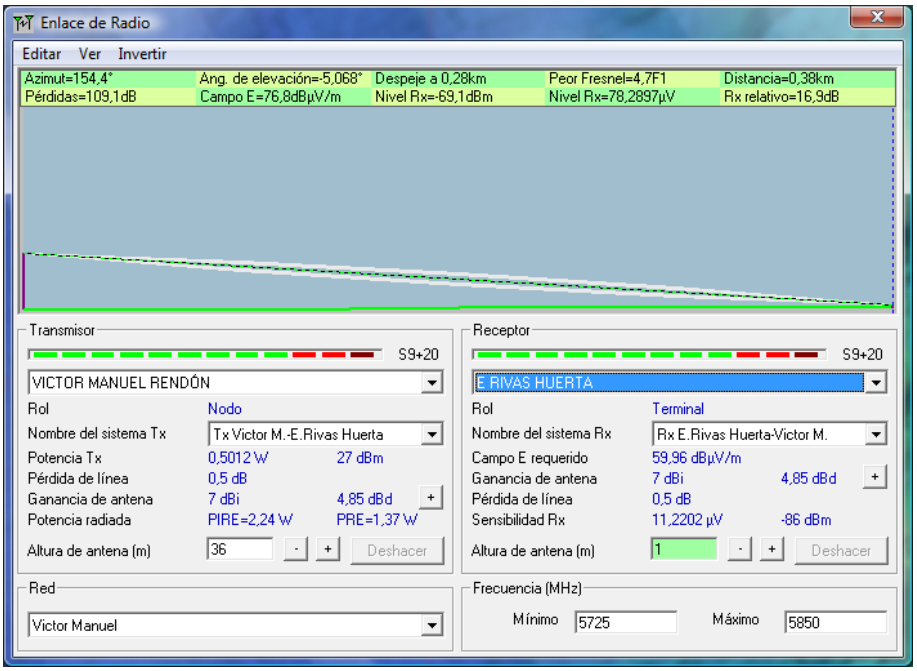
Enlace Victor Manuel Rendón – Eugenio Espejo

Enlace Victor Manuel Rendón – Rosa Celeste Terreros



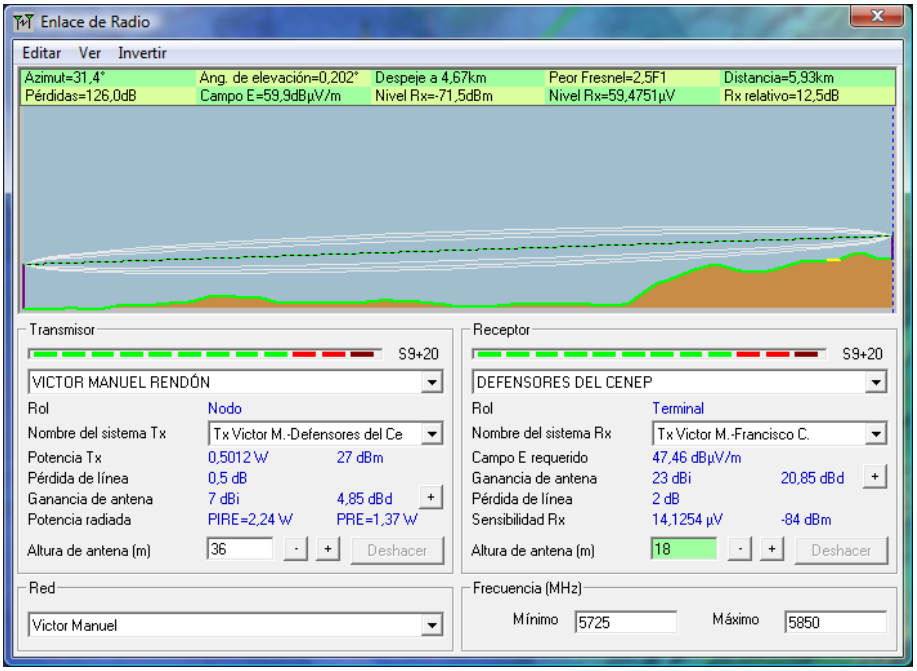
Enlace Victor Manuel Rendón – Rosa Celeste Terreros

Enlace Victor Manuel Rendón – Emilio Rivas Huerta



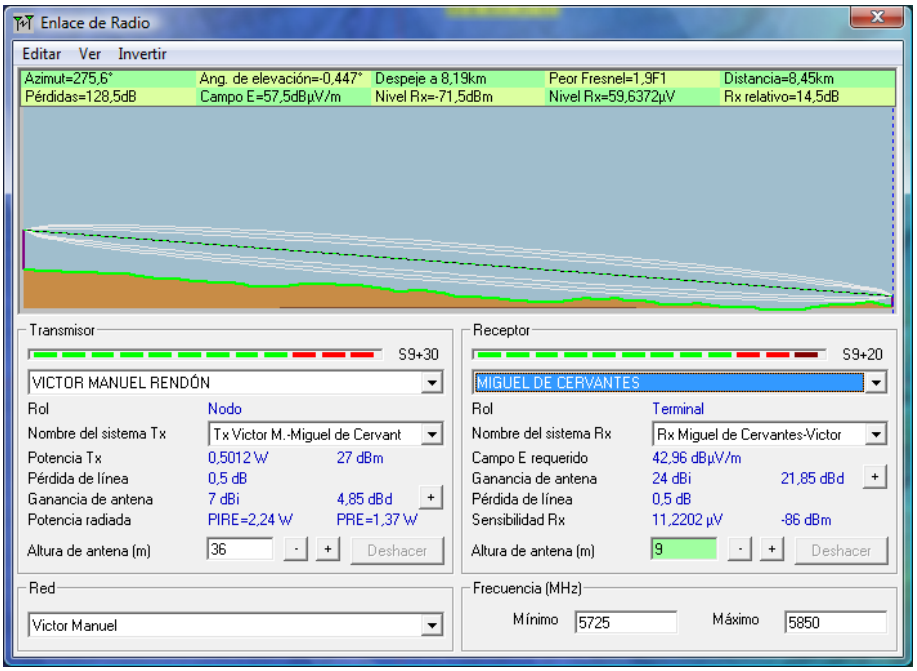
Enlace Victor Manuel Rendón – Emilio Rivas Huerta

Enlace Victor Manuel Rendón – Defensores del Cenepa



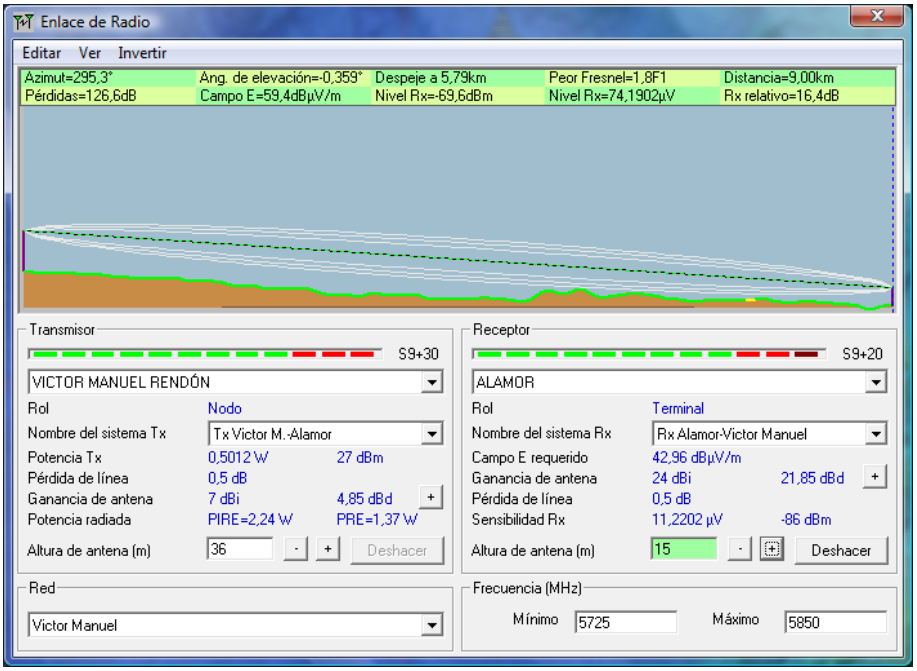
Enlace Victor Manuel Rendón – Defensores del Cenepa

Enlace Victor Manuel Rendón – Miguel de Cervantes



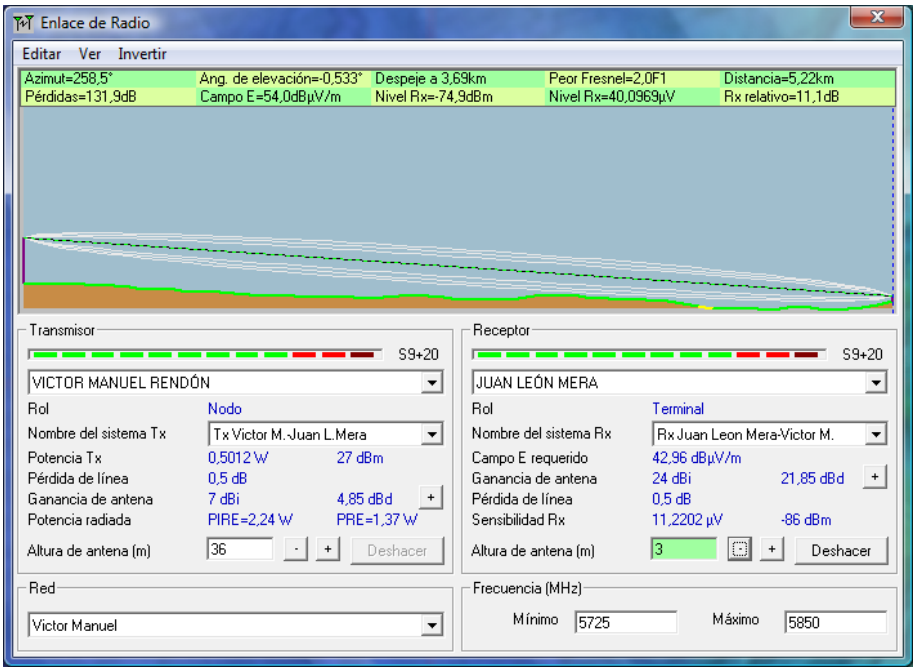
Enlace Victor Manuel Rendón – Miguel de Cervantes

Enlace Victor Manuel Rendón – Alamor



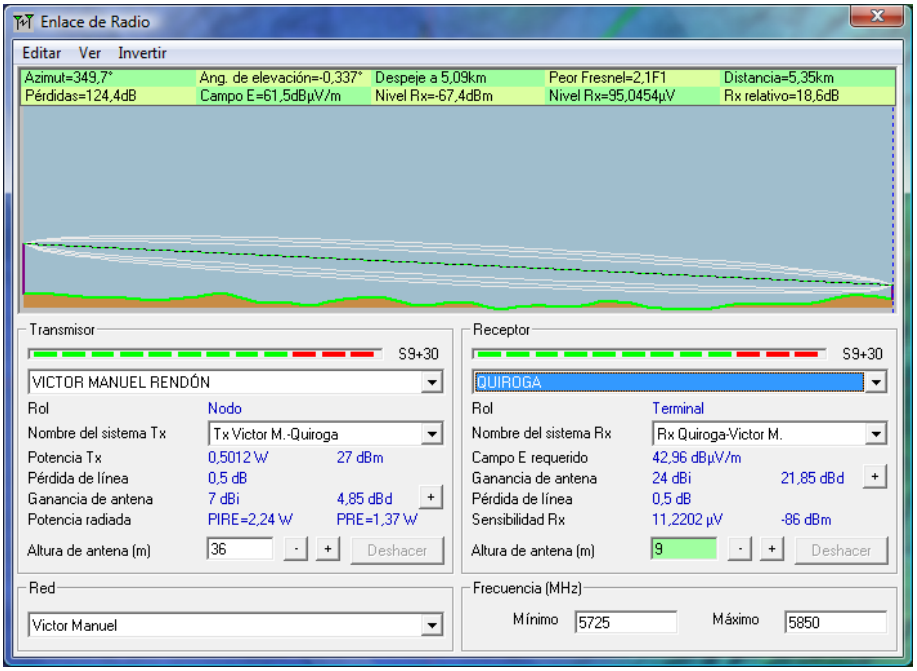
Enlace Victor Manuel Rendón – Alamor

Enlace Victor Manuel Rendón – Juan León Mera



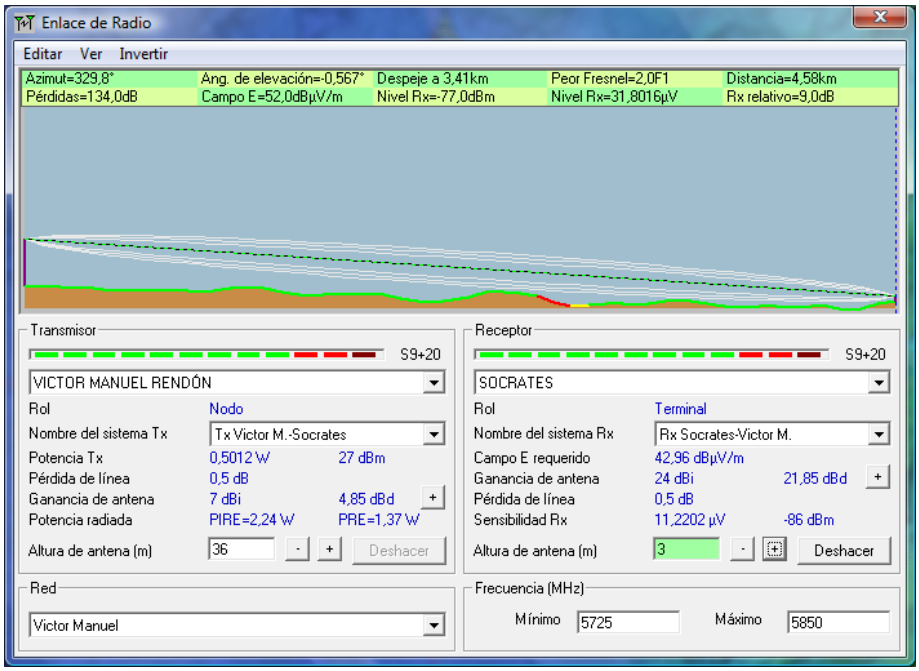
Enlace Victor Manuel Rendón – Juan León Mera

Enlace Victor Manuel Rendón – Quiroga



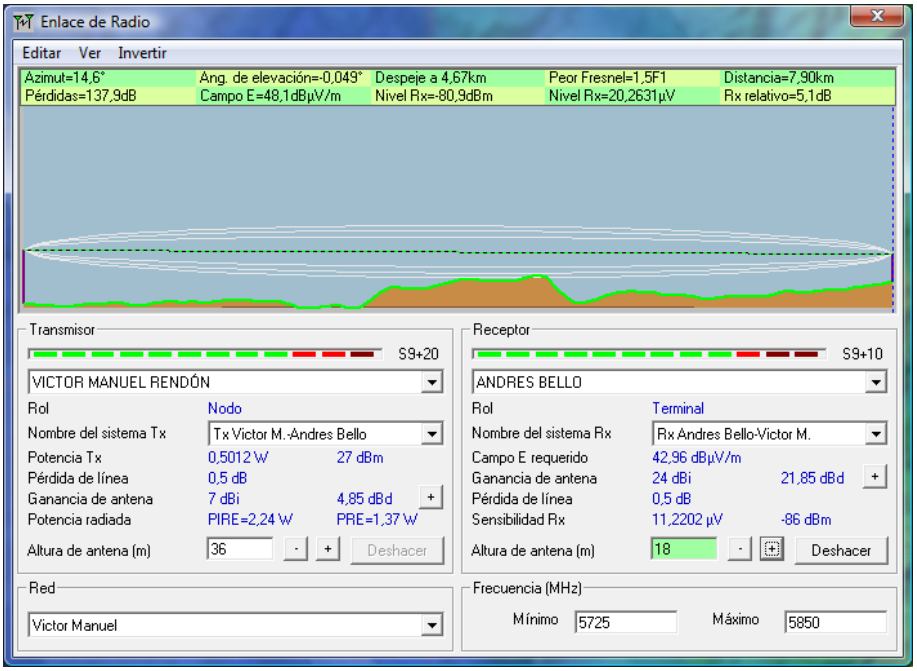
Enlace Victor Manuel Rendón – Quiroga

Enlace Victor Manuel Rendón – Sócrates



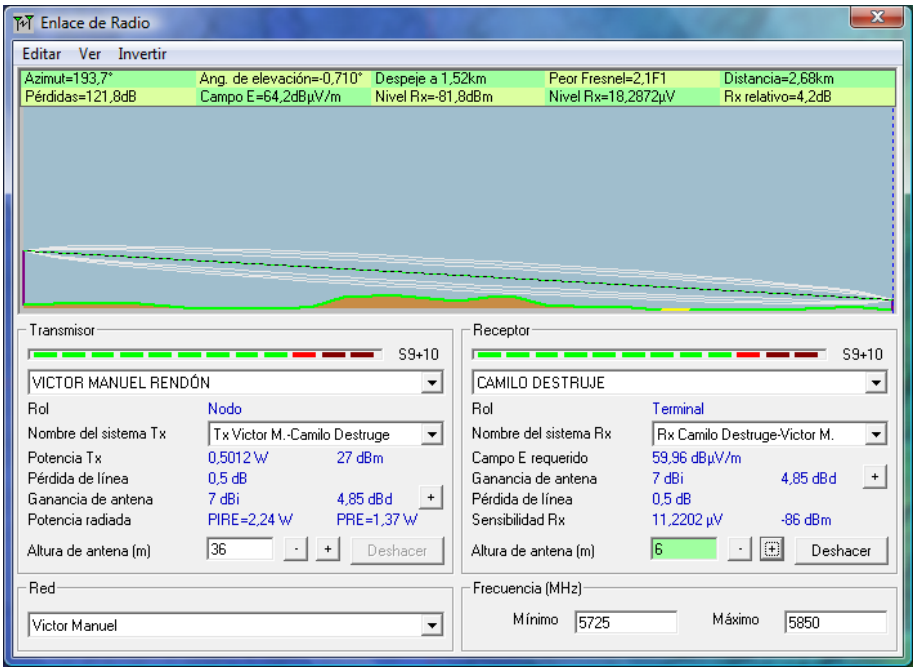
Enlace Victor Manuel Rendón – Sócrates

Enlace Victor Manuel Rendón – Andrés Bello



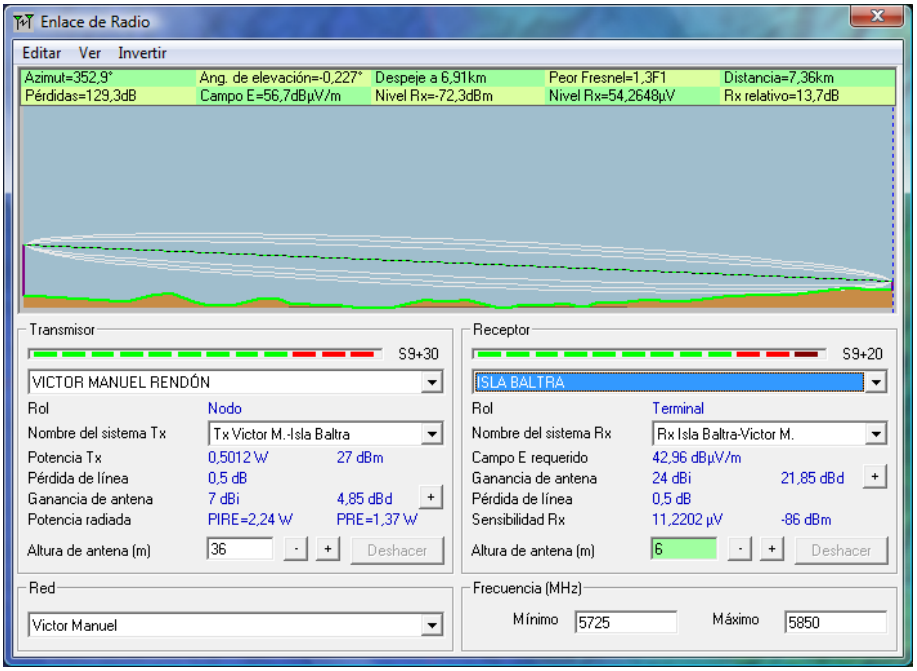
Enlace Victor Manuel Rendón – Andrés Bello

Enlace Victor Manuel Rendón – Camilo Destruje



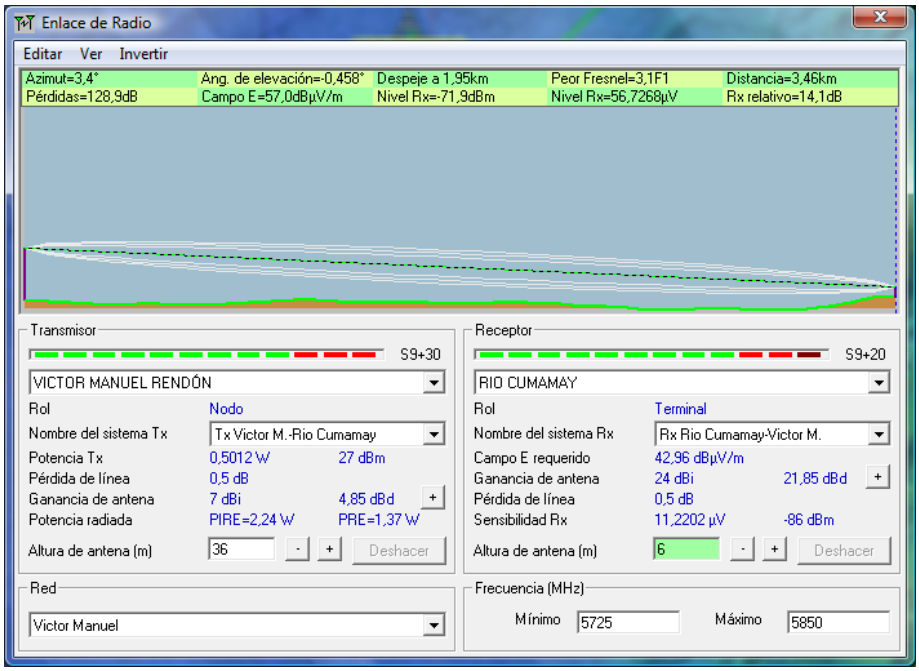
Enlace Victor Manuel Rendón – Camilo Destruje

Enlace Victor Manuel Rendón – Isla Baltra



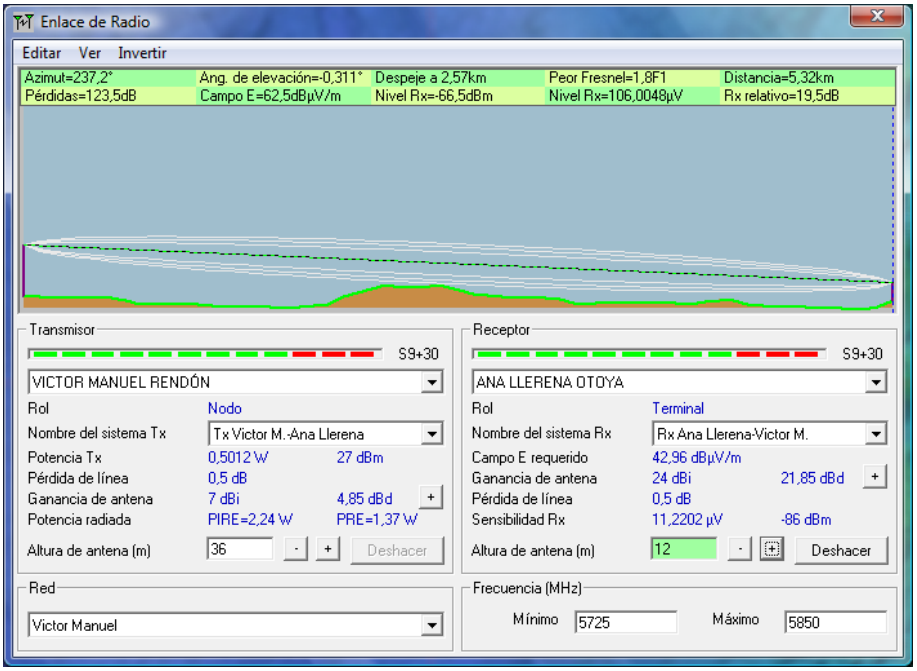
Enlace Victor Manuel Rendón – Isla Baltra

Enlace Victor Manuel Rendón – Escuela rio Cumamay



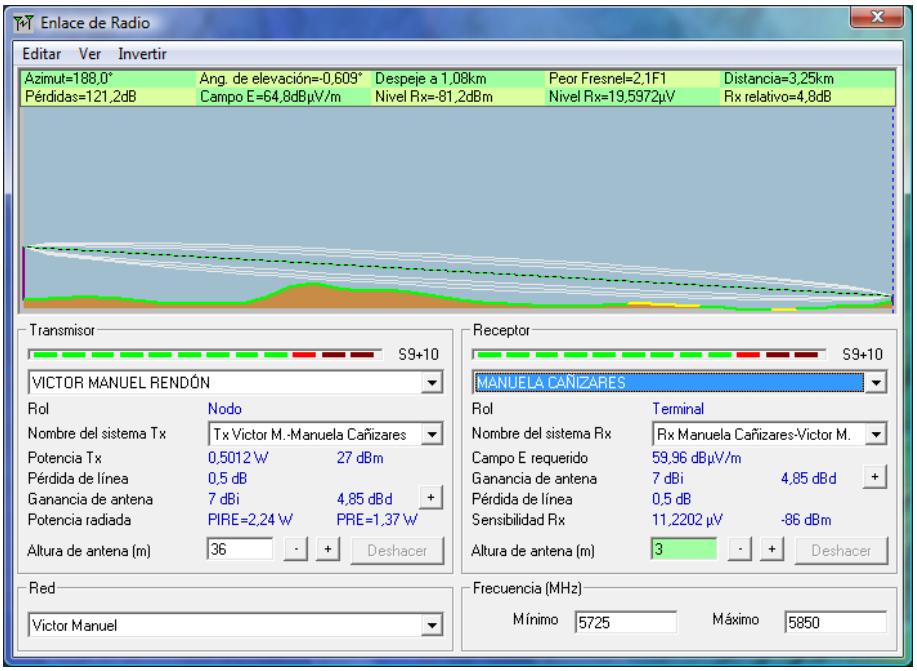
Enlace Victor Manuel Rendón – Escuela Rio Cumamay

Enlace Victor Manuel Rendón – Ana Llerena Otoya



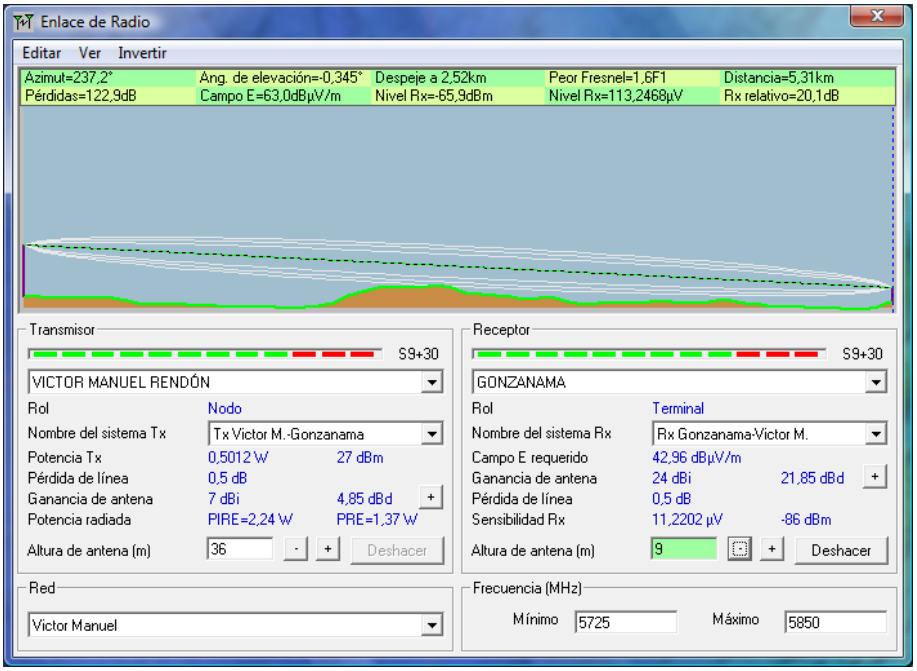
Enlace Victor Manuel Rendón – Ana Llerena Otoya

Enlace Victor Manuel Rendón – Manuela Cañizares



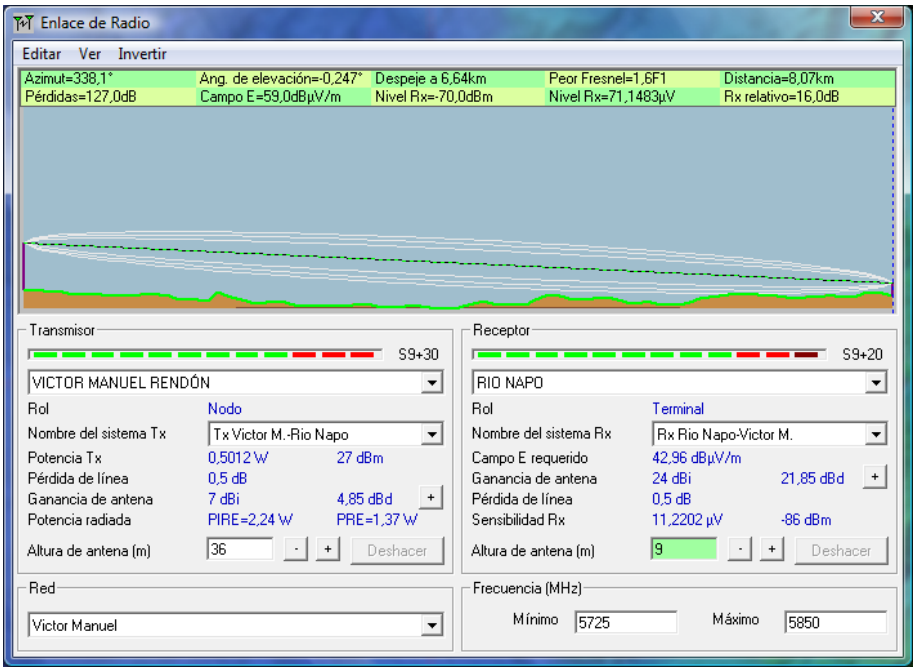
Enlace Victor Manuel Rendón – Manuela Cañizares

Enlace Victor Manuel Rendón – Gonzanamá



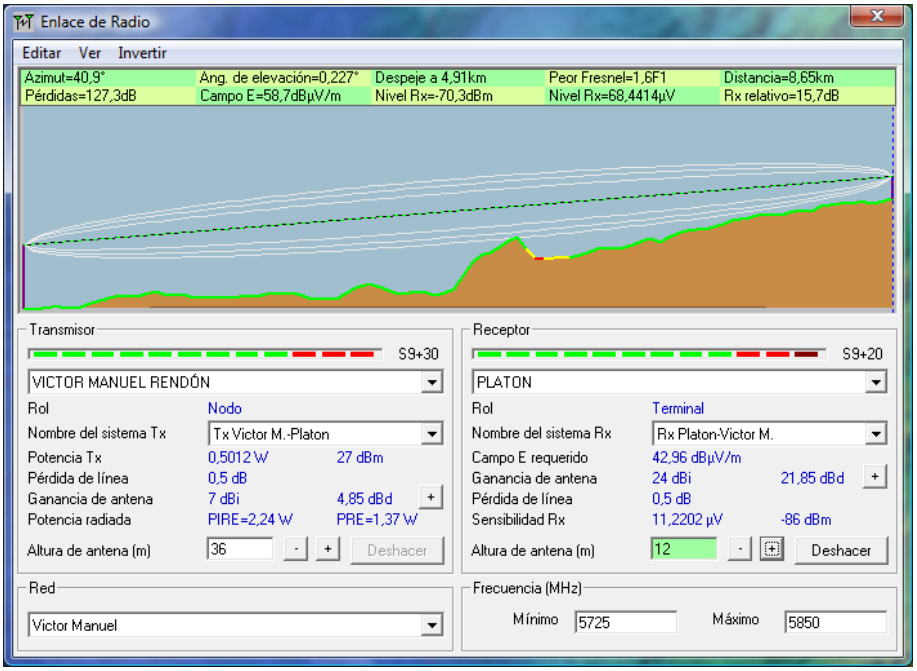
Enlace Victor Manuel Rendón – Gonzanamá

Enlace Victor Manuel Rendón – Río Napo



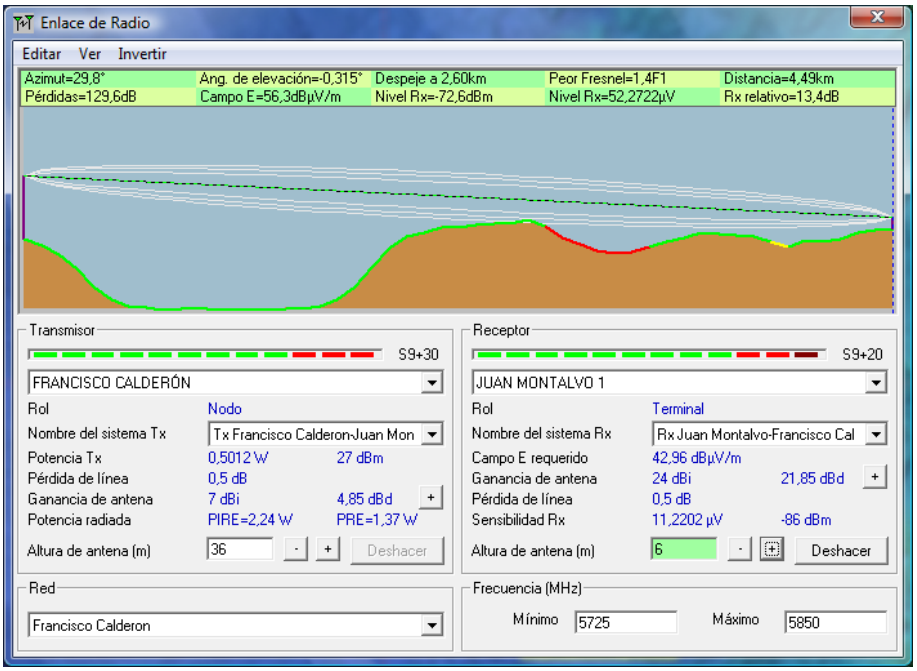
Enlace Victor Manuel Rendón – Río Napo

Enlace Victor Manuel Rendón – Platón



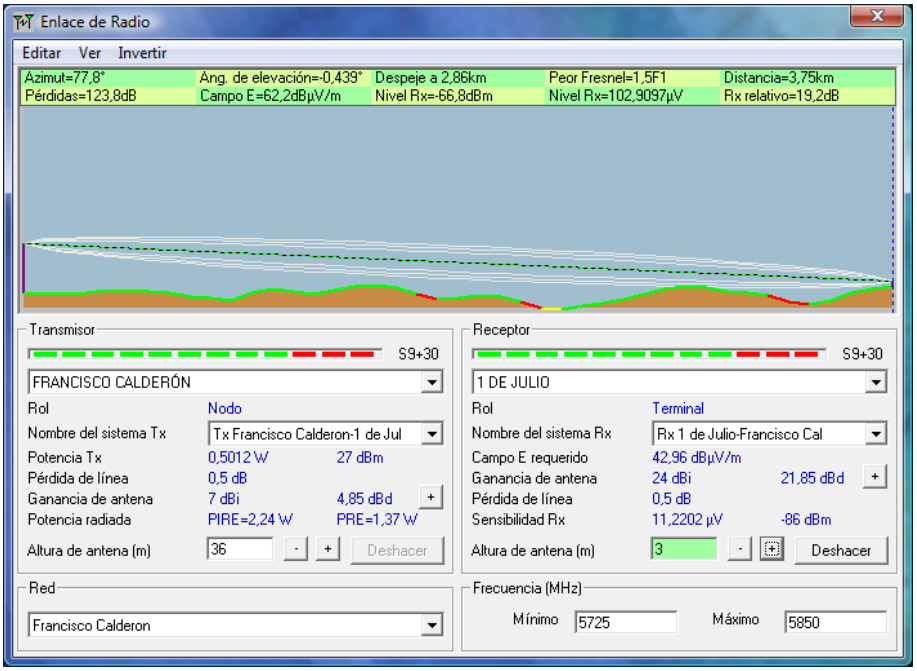
Enlace Victor Manuel Rendón – Platón

Enlace Francisco Calderón – Juan Montalvo



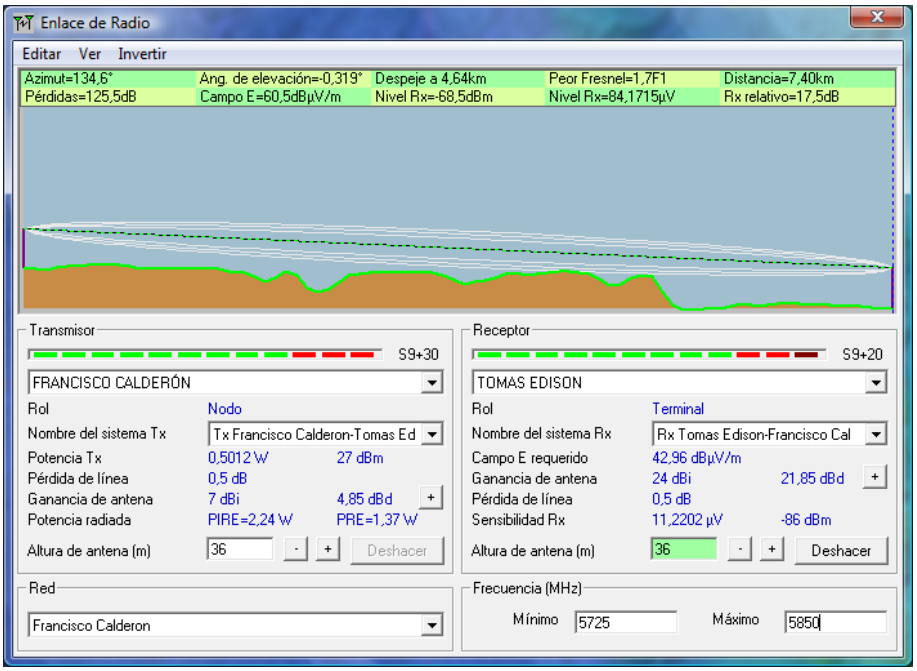
Enlace Francisco Calderón – Juan Montalvo

Enlace Francisco Calderón – 1 de Julio



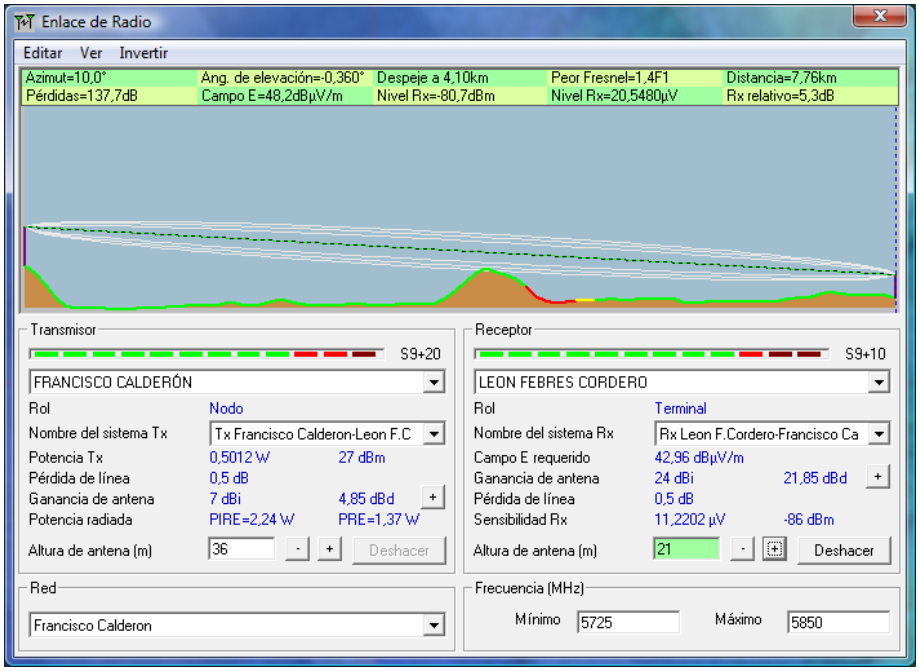
Enlace Francisco Calderón – 1 de Julio

Enlace Francisco Calderón – Tomás Edison



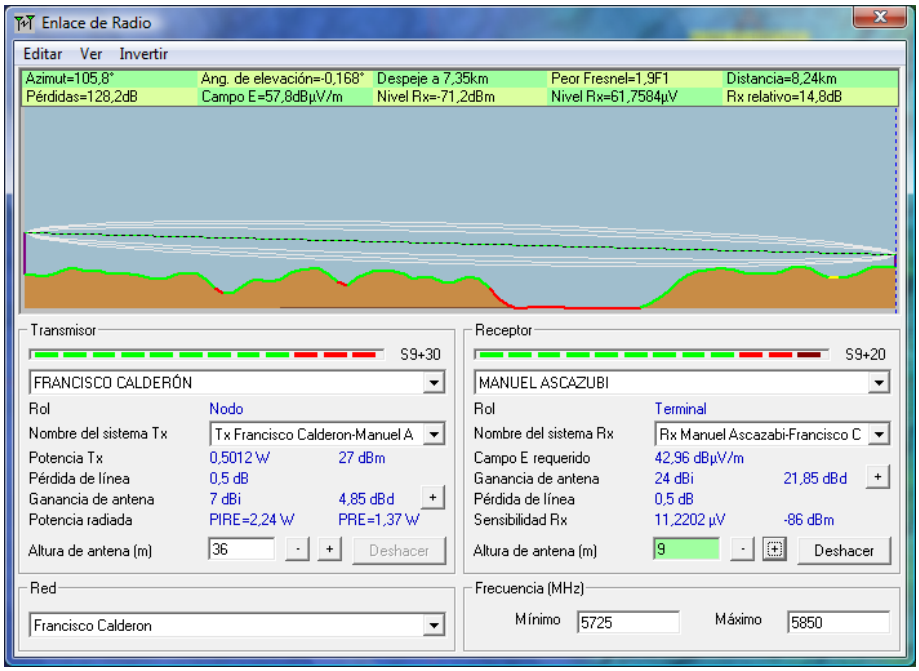
Enlace Francisco Calderón – Tomás Edison

Enlace Francisco Calderón – León Febres Cordero



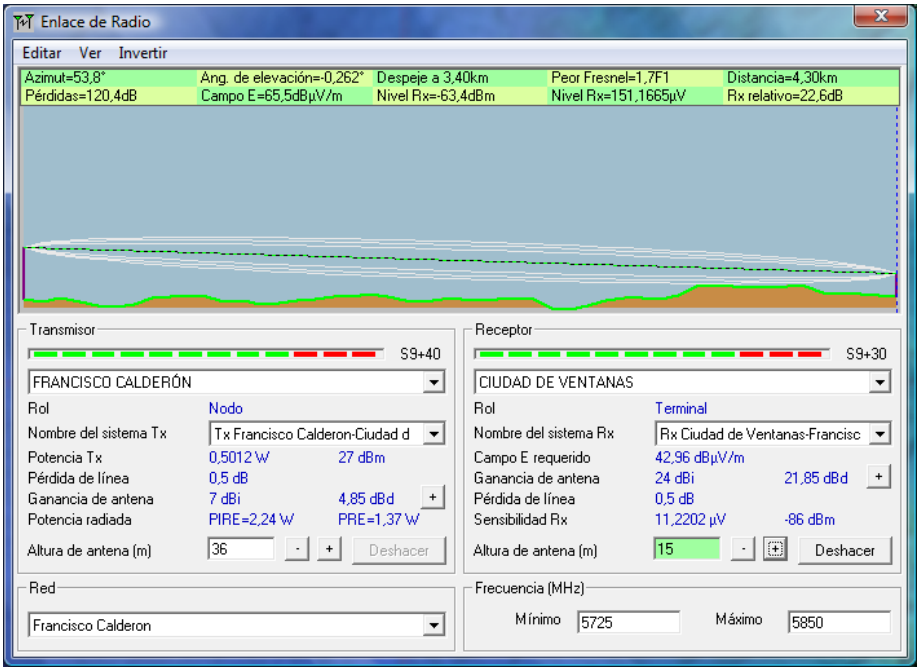
Enlace Francisco Calderón – León Febres Cordero

Enlace Francisco Calderón – Manuel Ascazubi



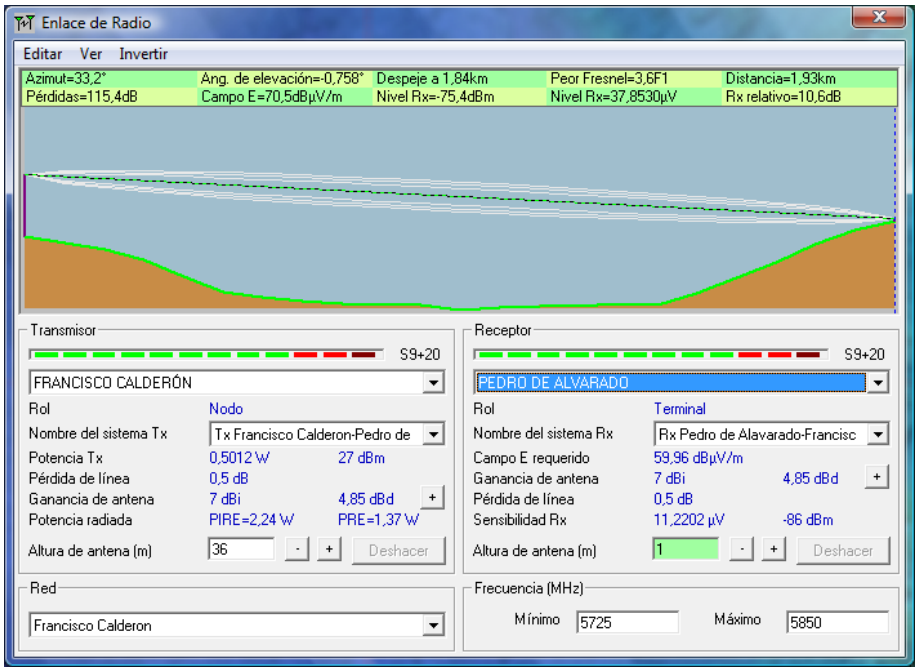
Enlace Francisco Calderón – Manuel Ascazubi

Enlace Francisco Calderón – Ciudad de Ventanas



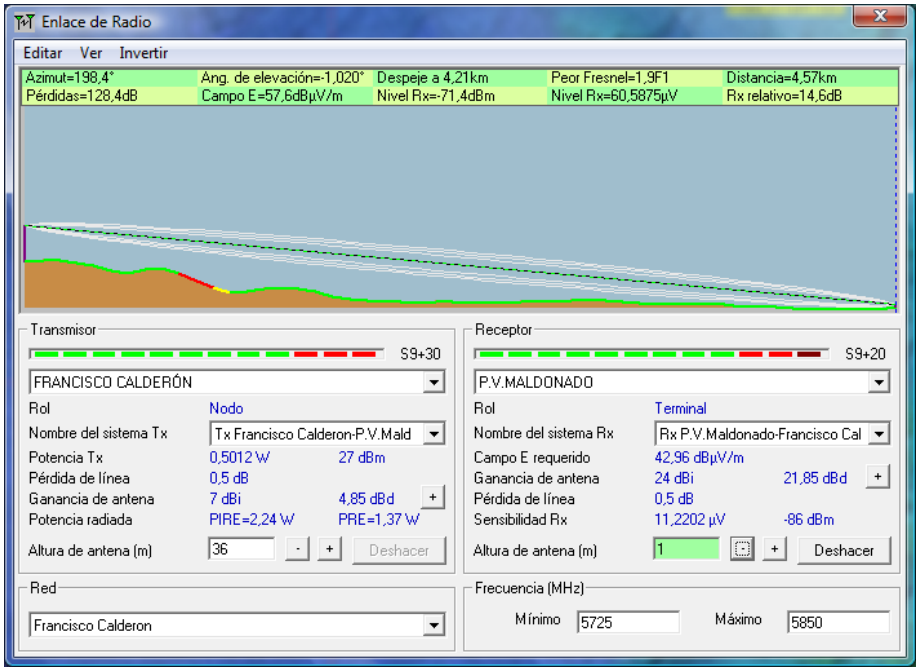
Enlace Francisco Calderón – Ciudad de Ventanas

Enlace Francisco Calderón – Pedro de Alvarado



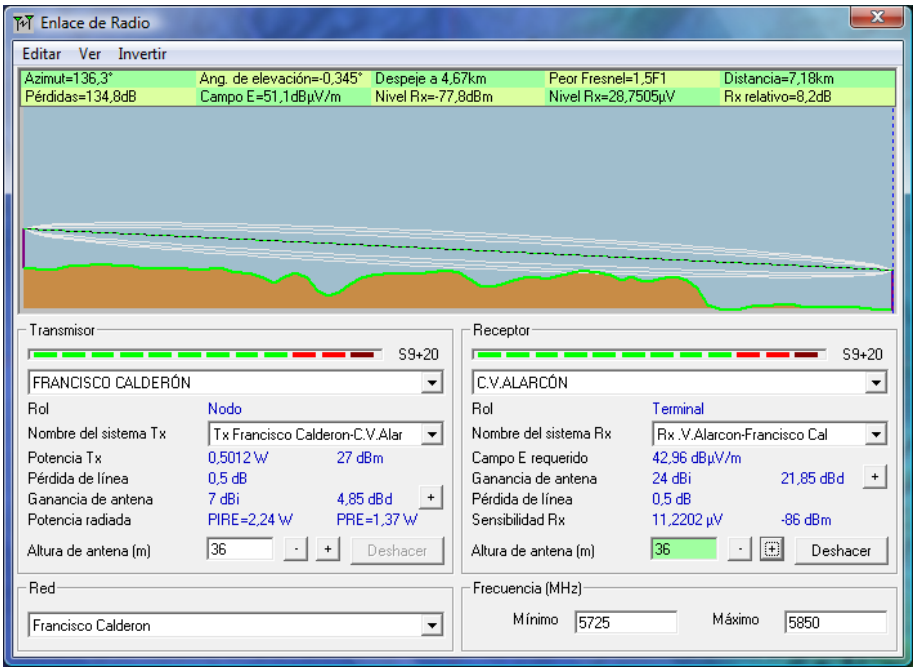
Enlace Francisco Calderón – Pedro de Alvarado

Enlace Francisco Calderón – Pedro Vicente Maldonado



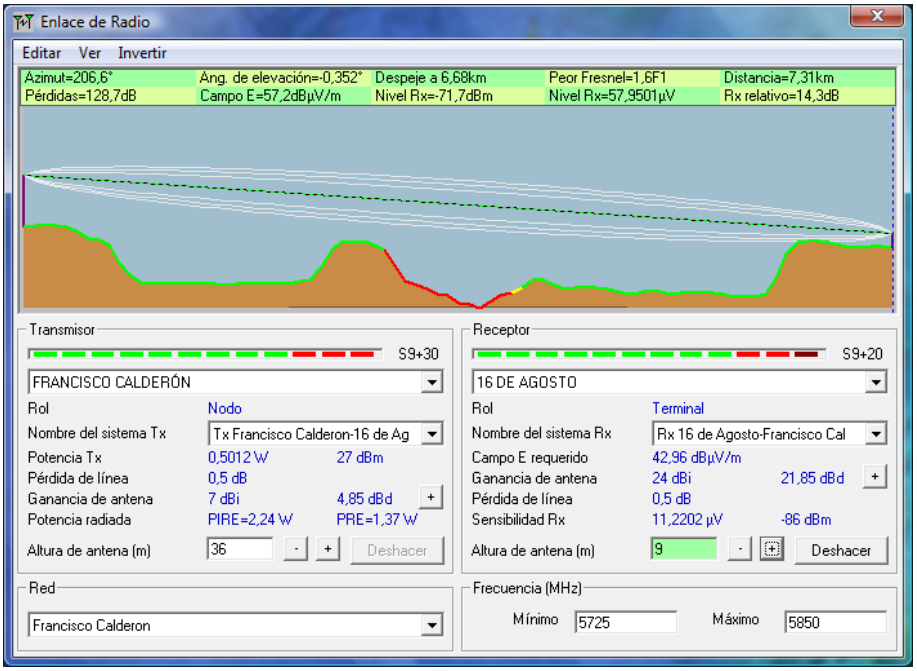
Enlace Francisco Calderón – Pedro Vicente Maldonado

Enlace Francisco Calderón – C.V. Alarcón



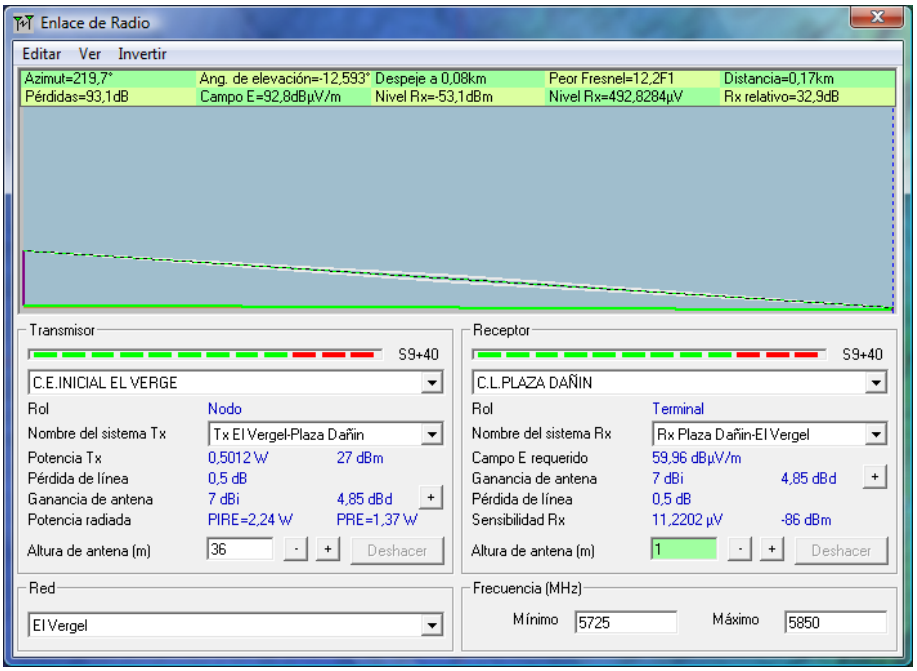
Enlace Francisco Calderón – C.V. Alarcón

Enlace Francisco Calderón – 16 de Agosto



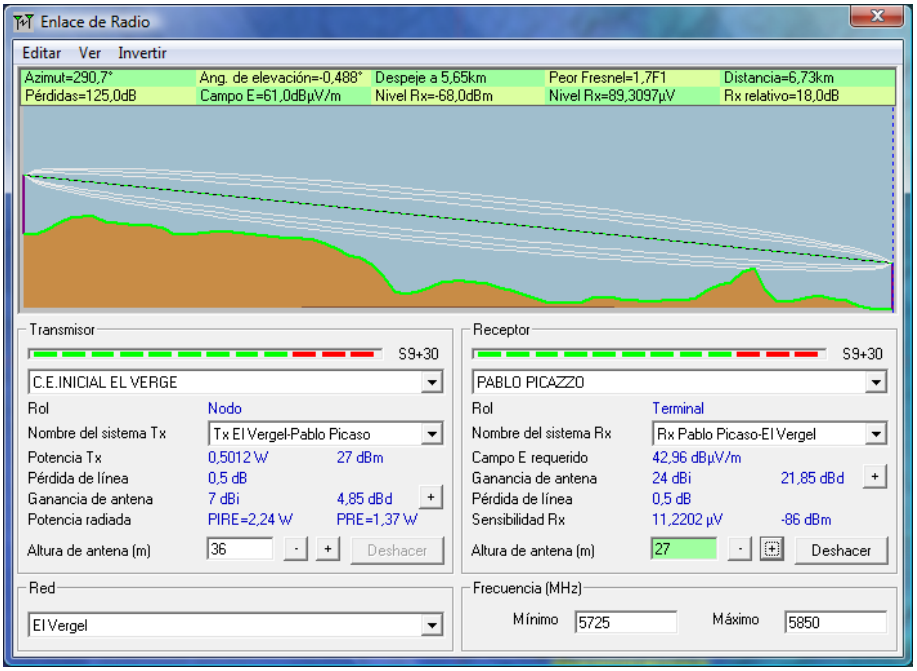
Enlace Francisco Calderón – 16 de Agosto

Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – C.L. Plaza Dañin



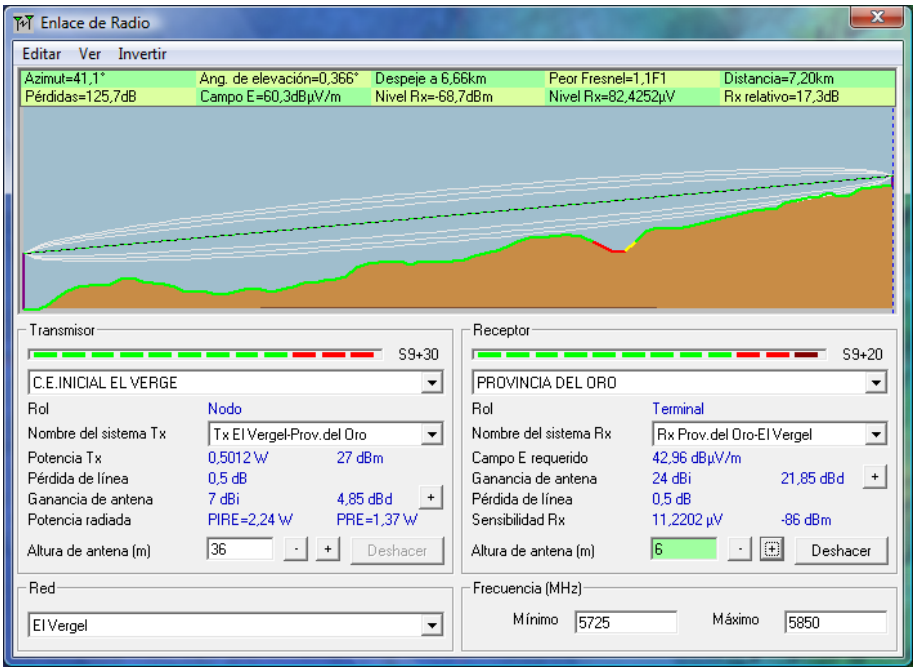
Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – C.L. Plaza Dañin

Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Pablo Picazzo



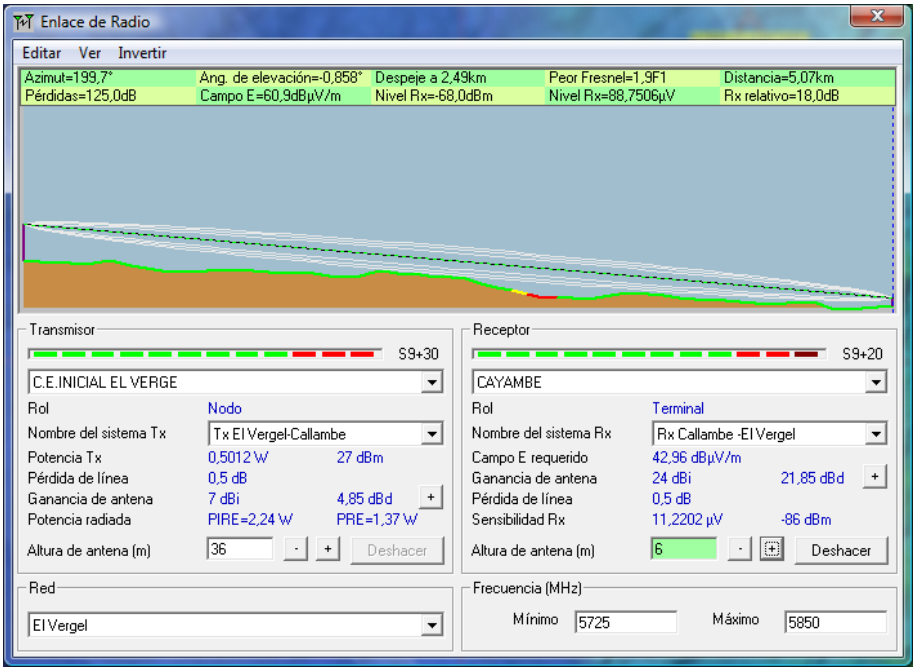
Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Pablo Picazzo

Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Provincia del Oro



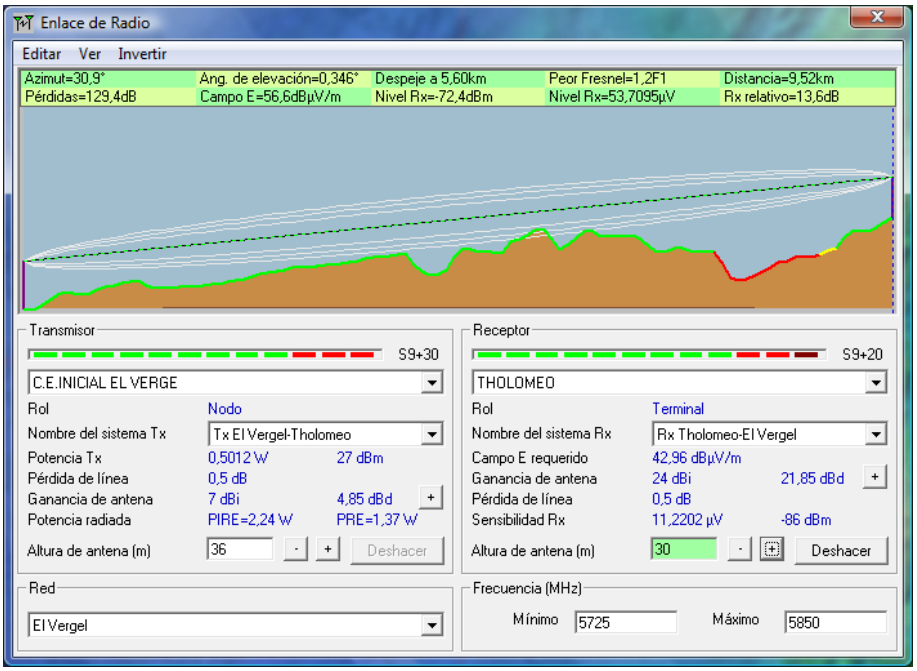
Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Provincia del Oro

Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Cayambe



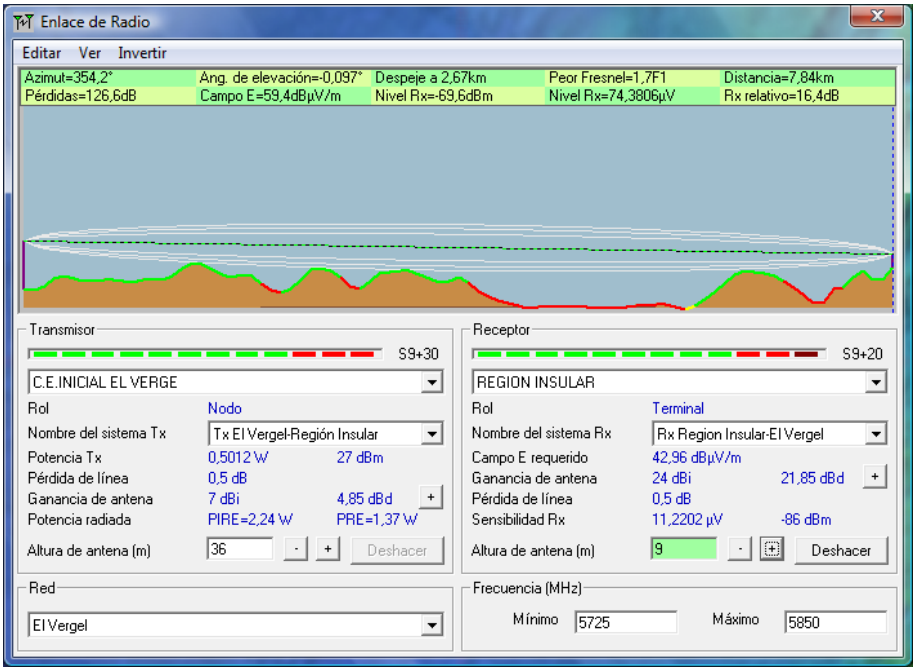
Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Cayambe

Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Tholomeo



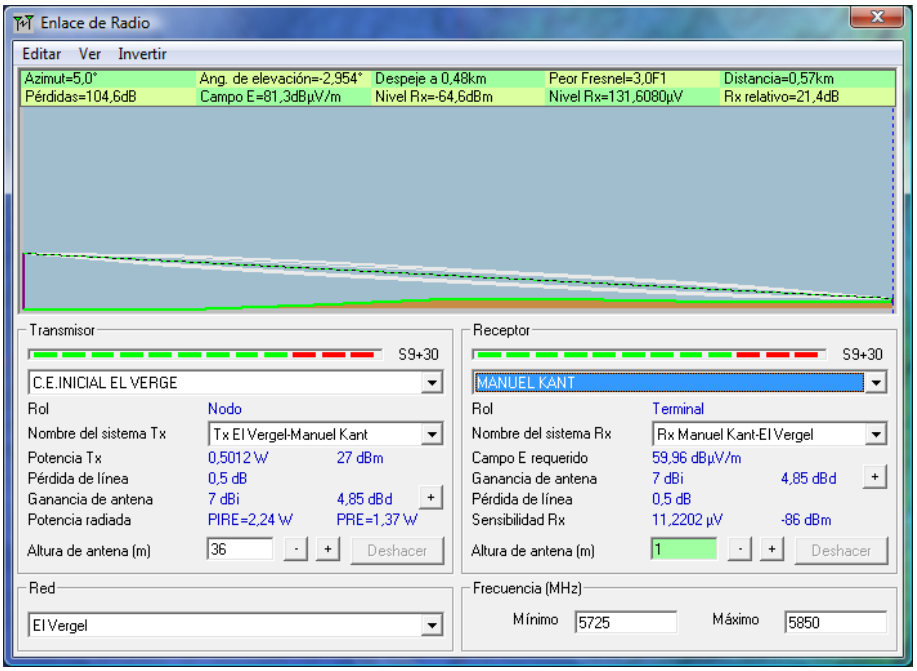
Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Tholomeo

Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Región Insular



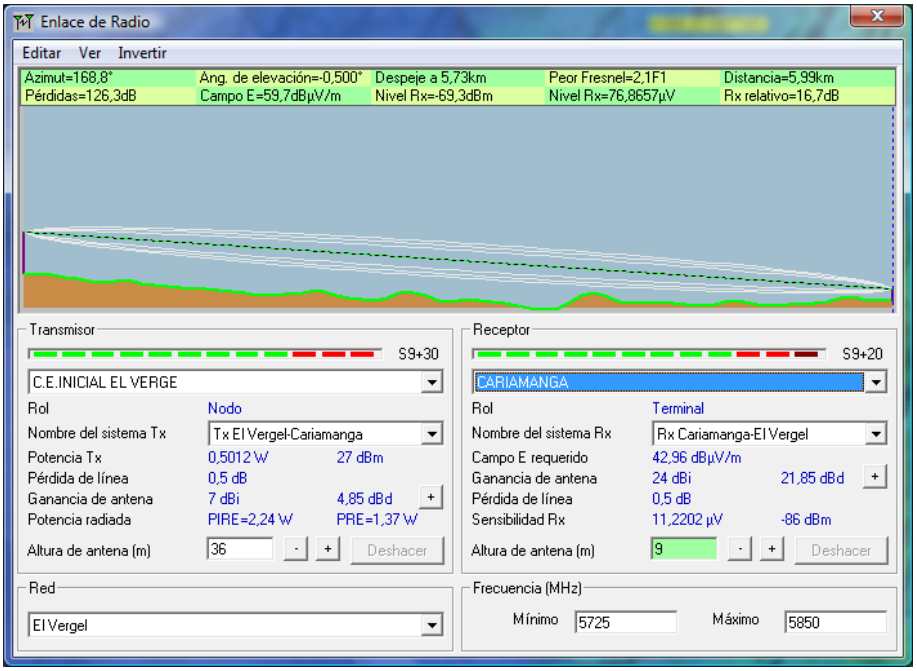
Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Región Insular

Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Manuel Kant



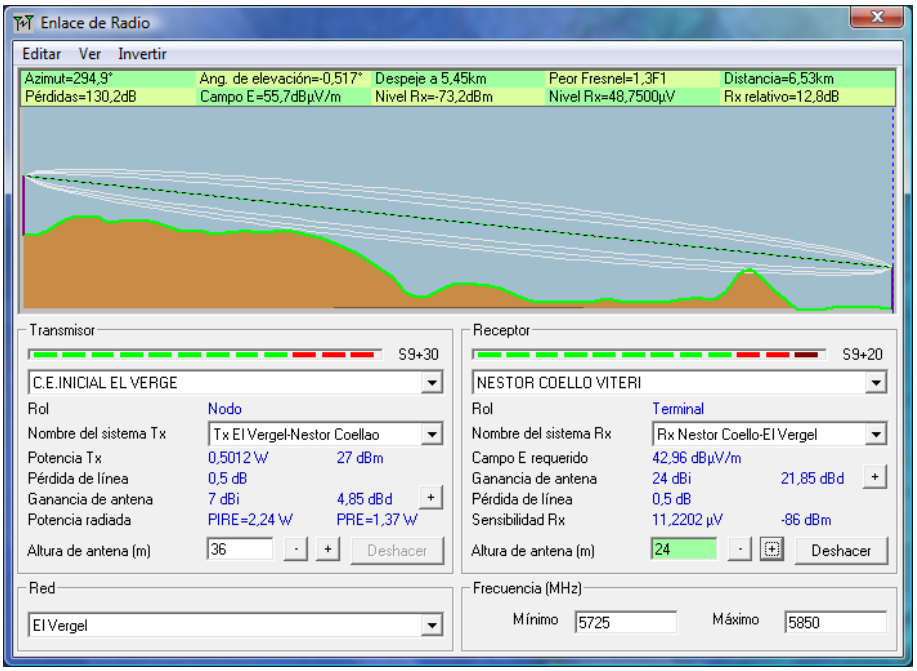
Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Manuel Kant

Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Cariamanga



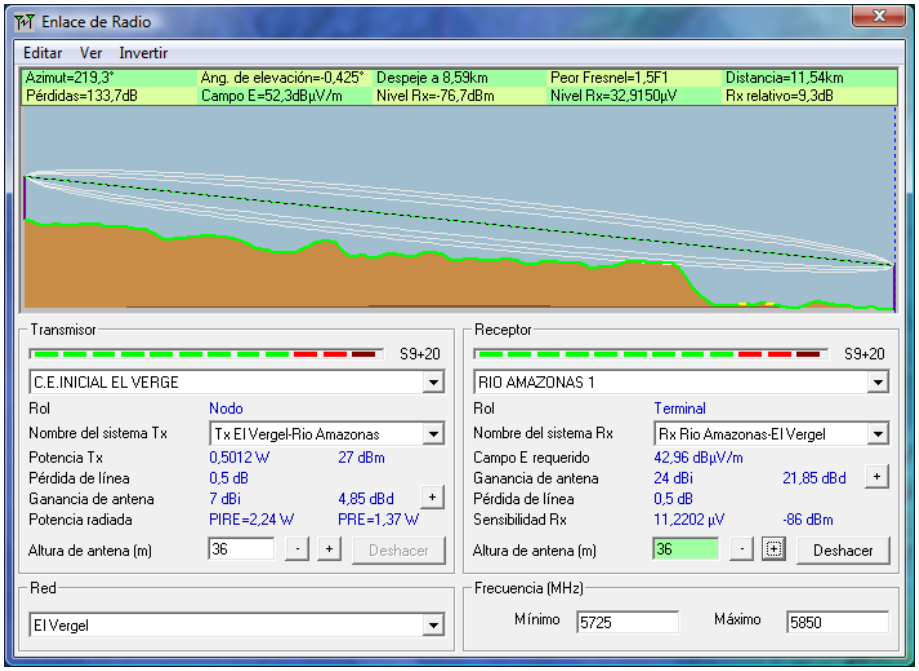
Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Cariamanga

Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Néstor Coello Viteri



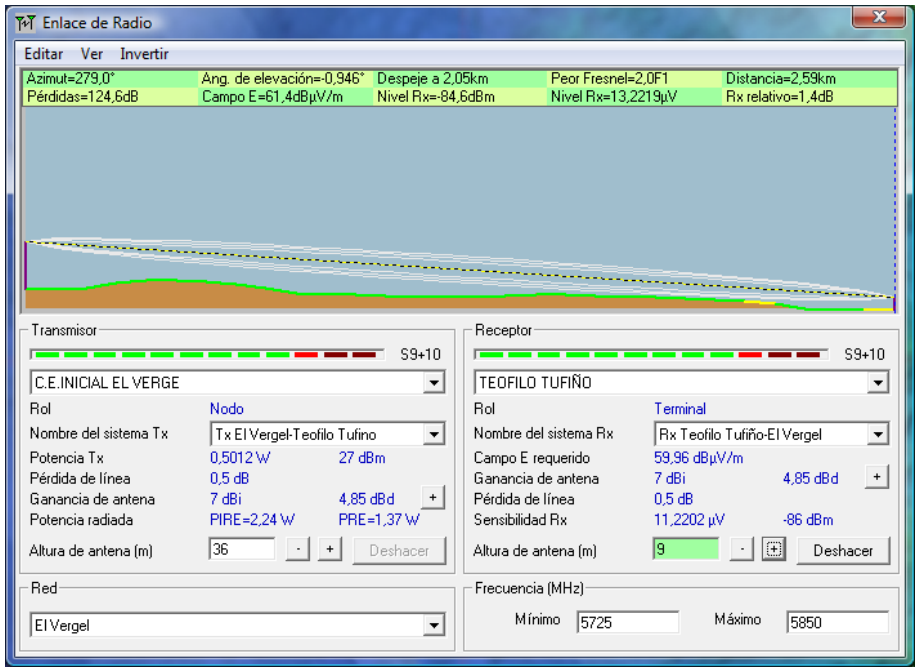
Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Néstor Coello Viteri

Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Río Amazonas



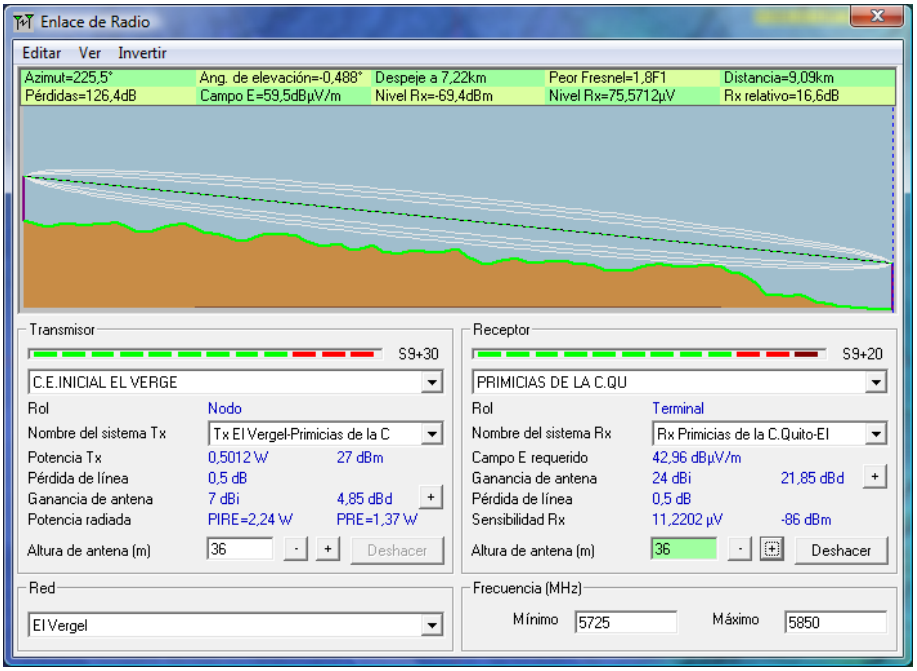
Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Río Amazonas

Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Teofilo Tufiño



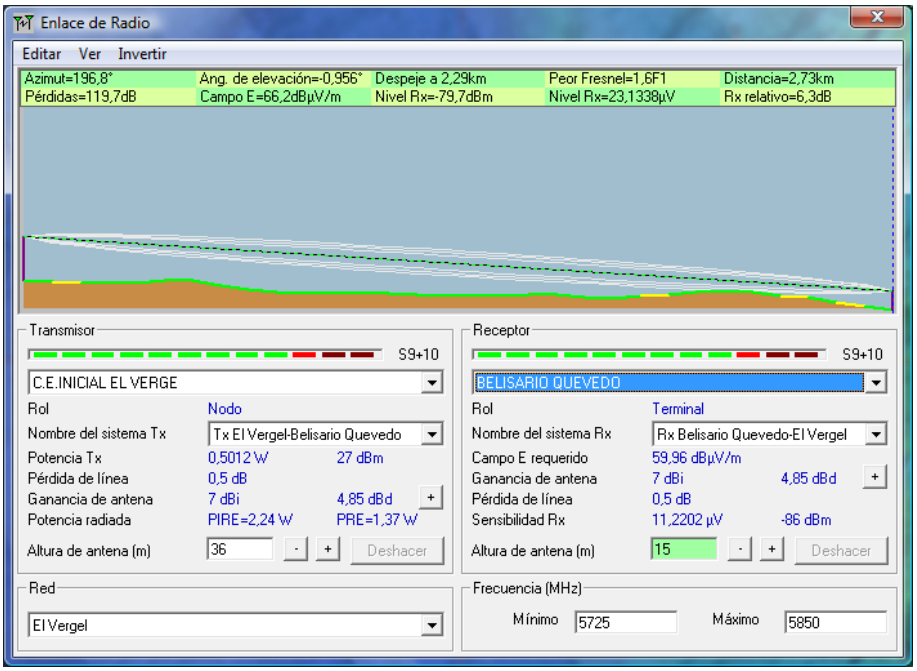
Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Teofilo Tufiño

Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Primicias de la C. de Quito



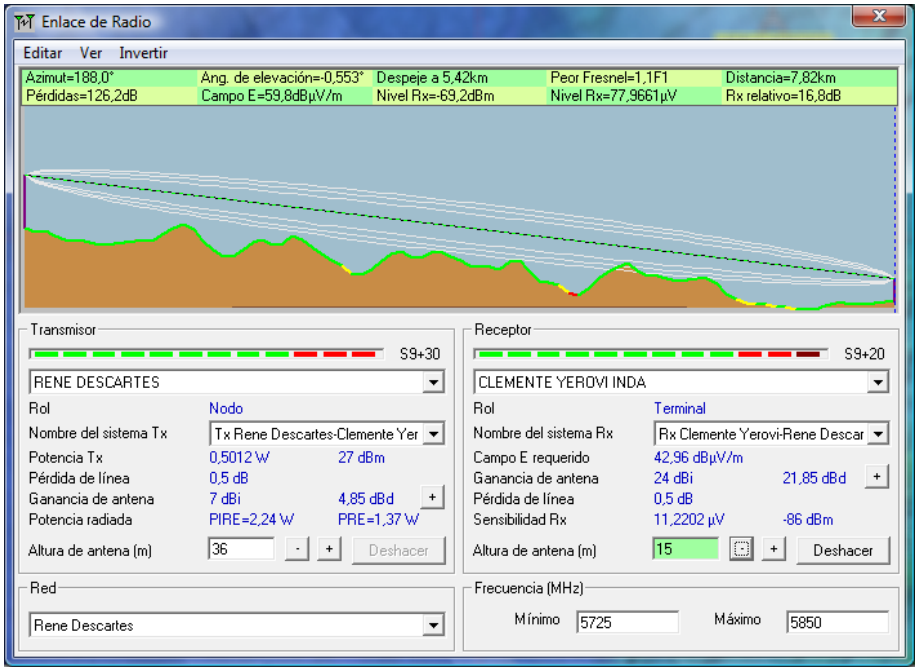
Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Primicias de la C. de Quito

Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Belisario Quevedo



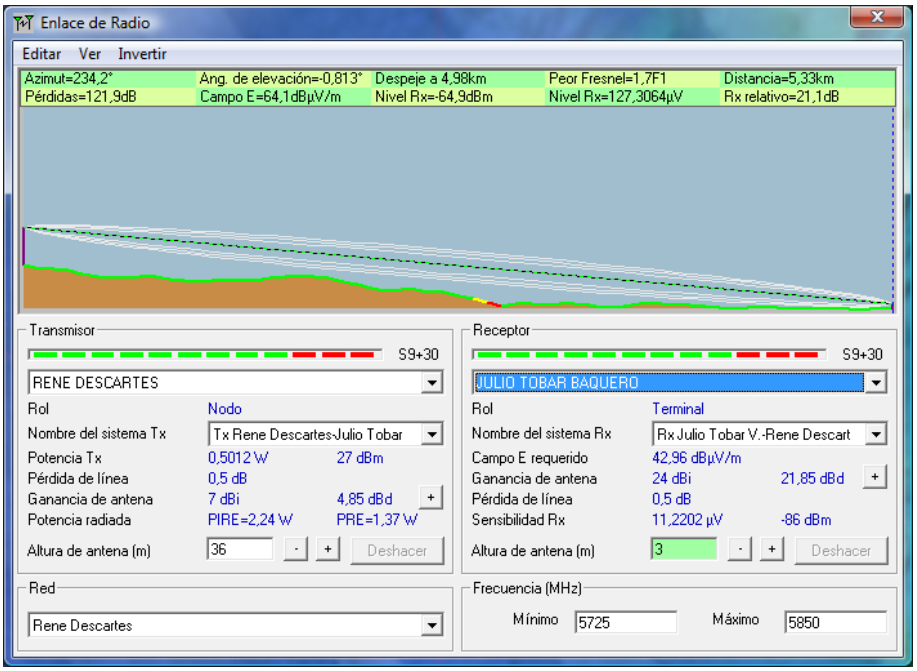
Enlace Centro Educativo Inicial El Vergel – Belisario Quevedo

Enlace René Descartes – Clemente Yeroví Inda



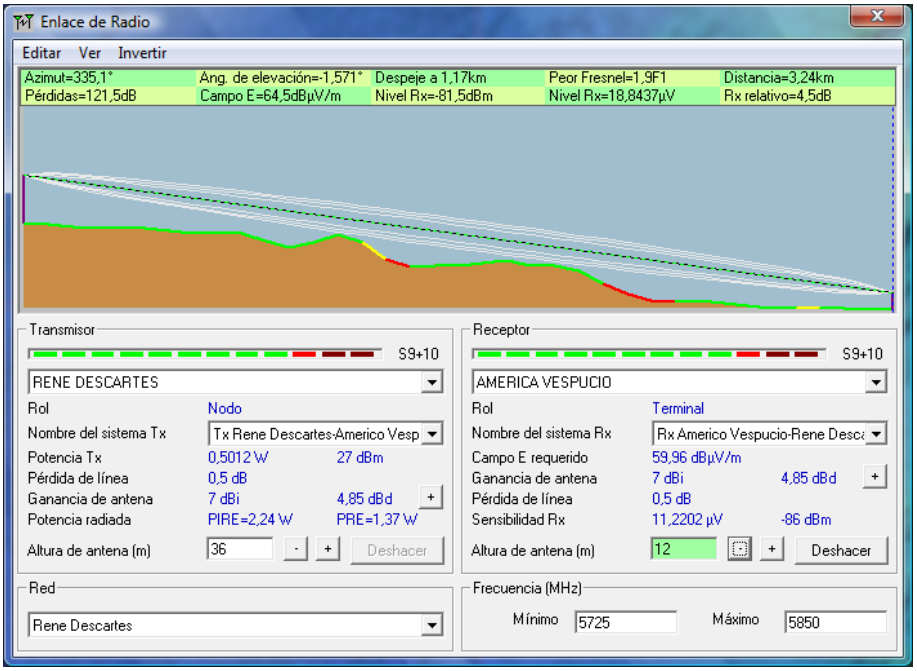
Enlace René Descartes – Clemente Yeroví Inda

Enlace René Descartes – Julio Tobar Vaquero



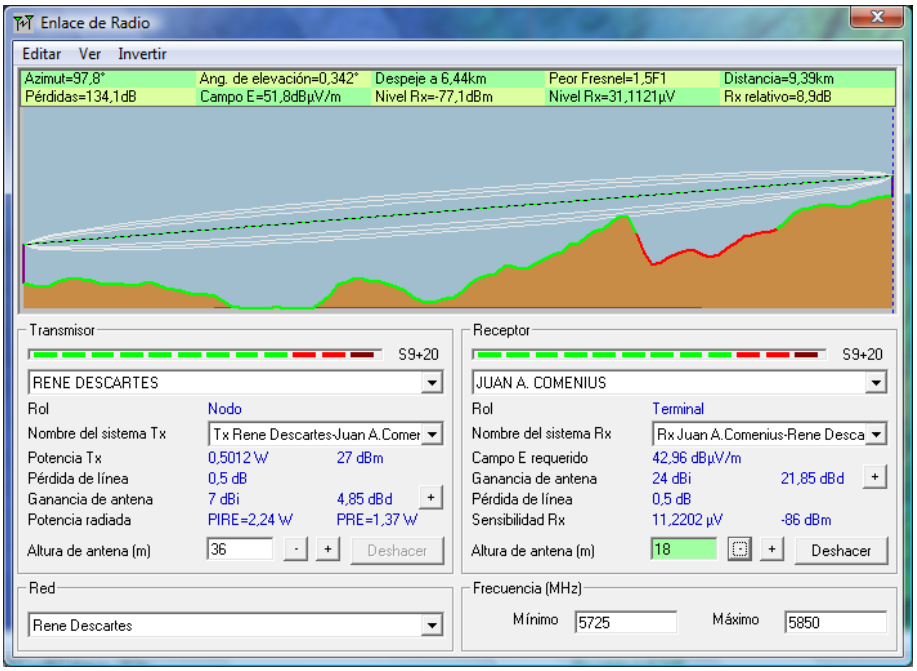
Enlace René Descartes – Julio Tobar Vaquero

Enlace René Descartes – América Vespucio



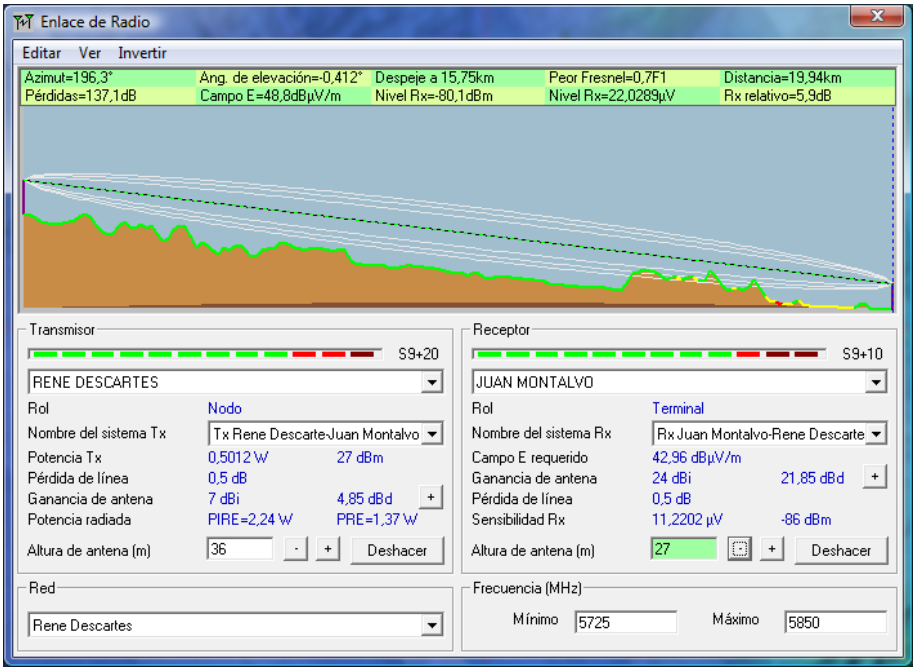
Enlace René Descartes – América Vespucio

Enlace René Descartes – Juan A. Comenius



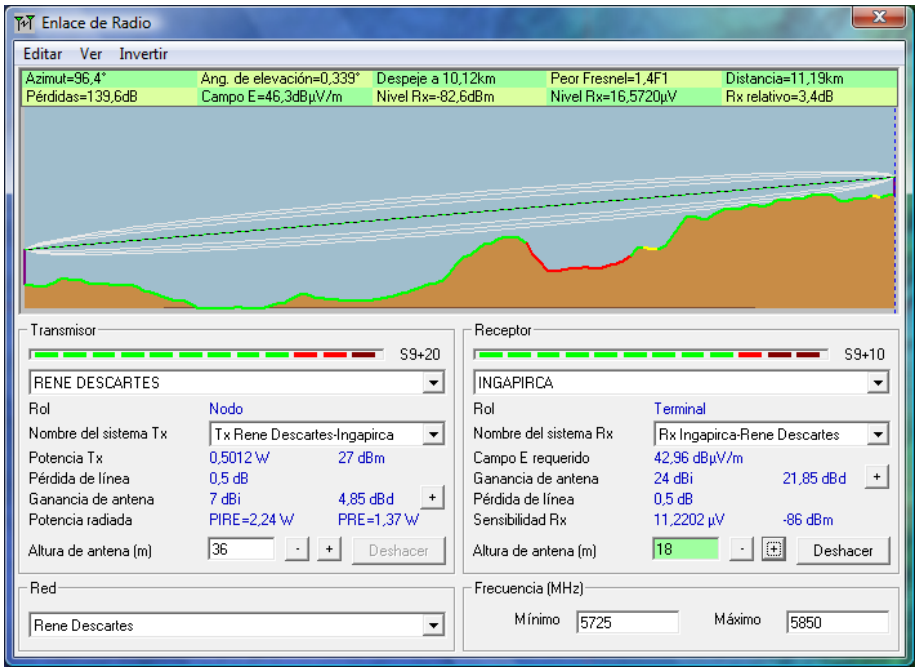
Enlace René Descartes – Juan A, Comenius

Enlace René Descartes – Juan Montalvo



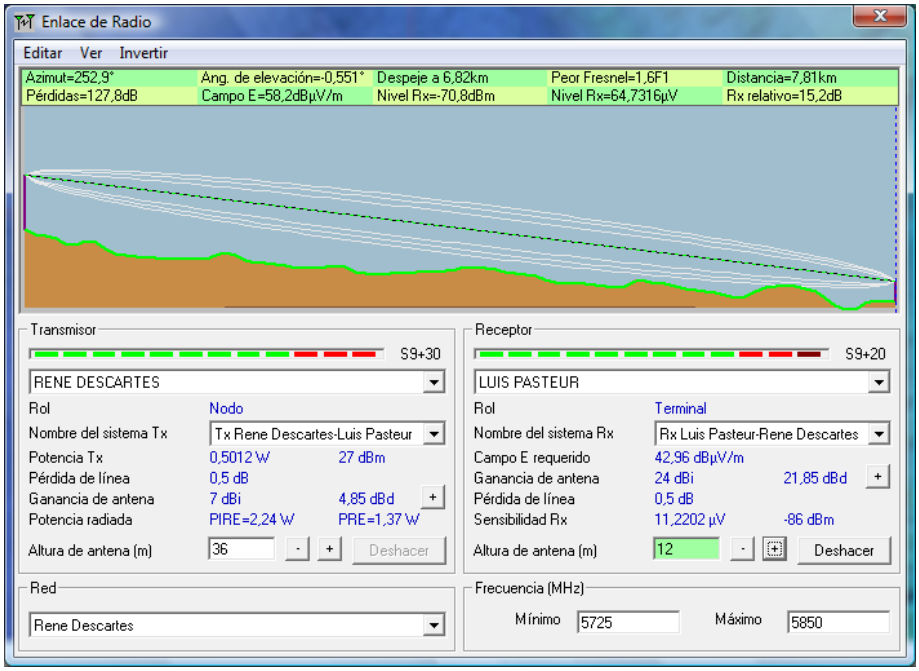
Enlace René Descartes – Juan Montalvo

Enlace René Descartes – Ingapirca



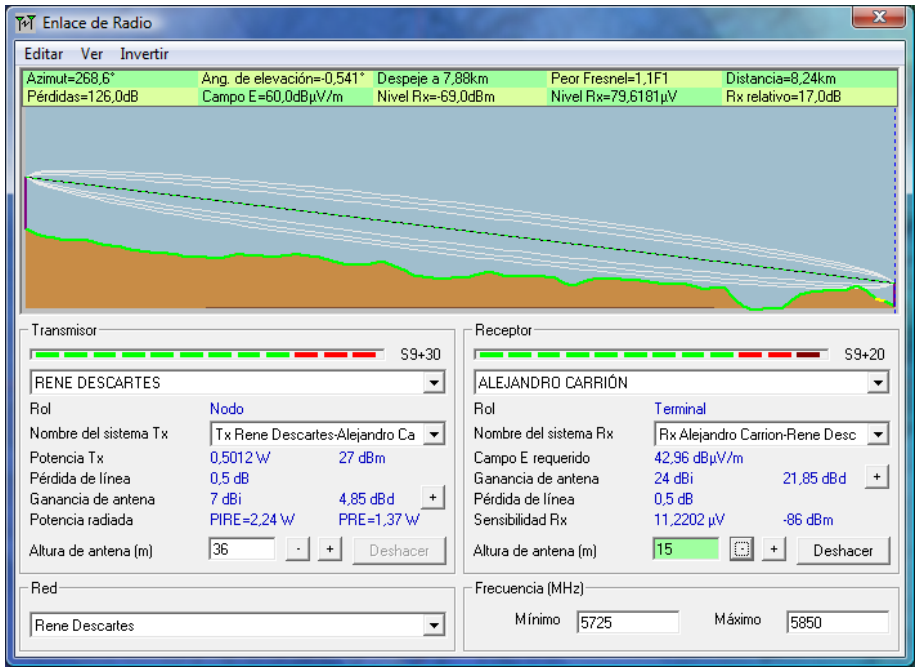
Enlace René Descartes – Ingapirca

Enlace René Descartes – Luis Pasteur



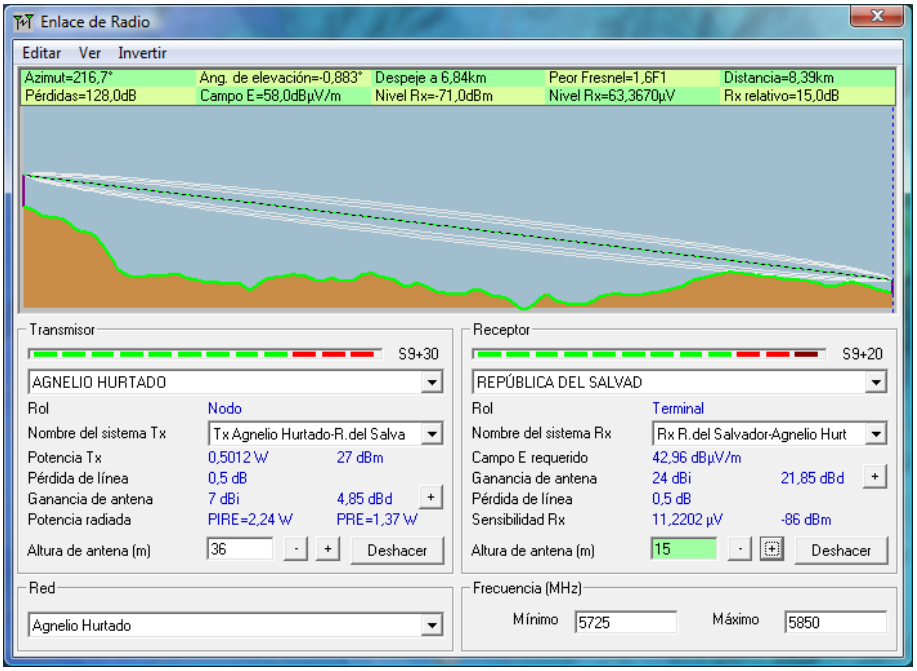
Enlace René Descartes – Luis Pasteur

Enlace René Descartes – Alejandro Carrión



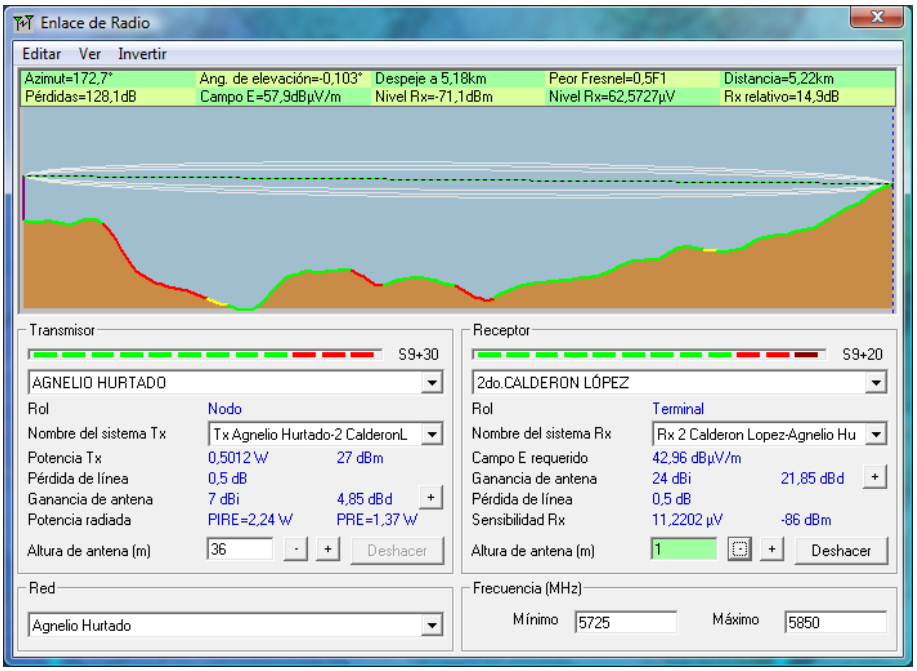
Enlace René Descartes – Alejandro Carrión

Enlace Agnelio Hurtado – República del Salvador



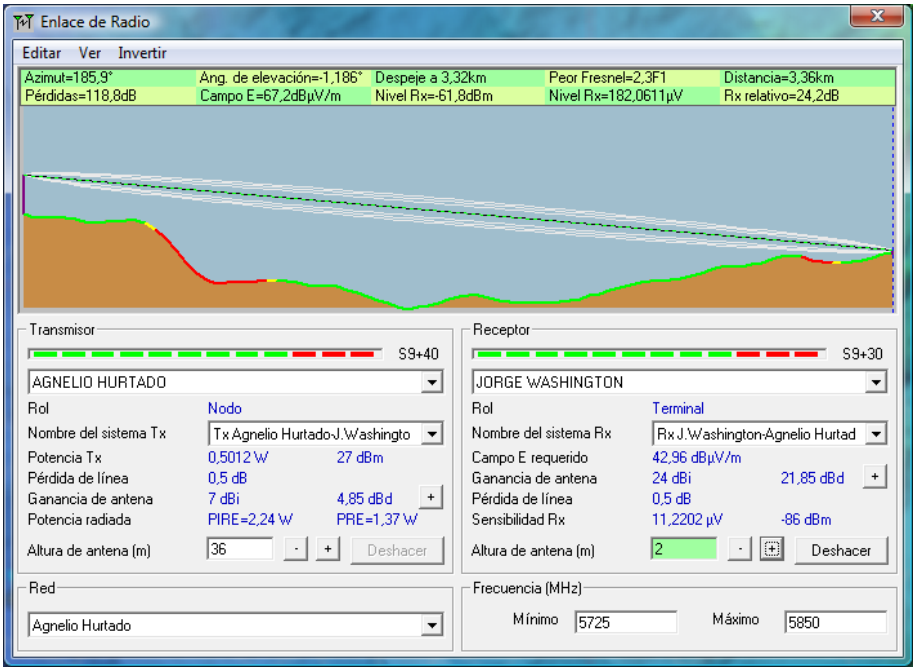
Enlace Agnelio Hurtado – República del Salvador

Enlace Agnelio Hurtado – 2do. Calderón López



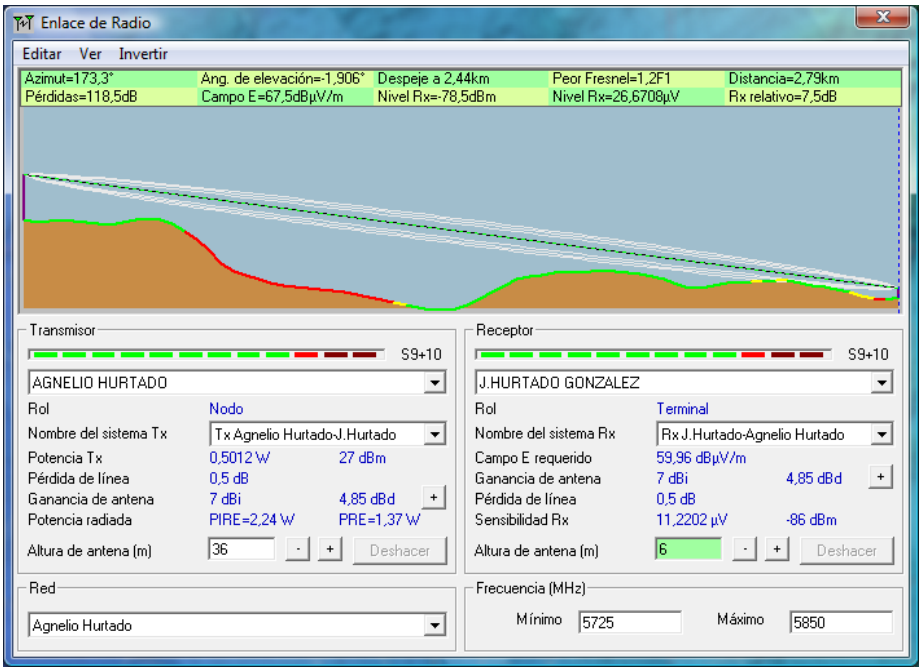
Enlace Agnelio Hurtado – 2do. Calderón López

Enlace Agnelio Hurtado – Jorge Washington



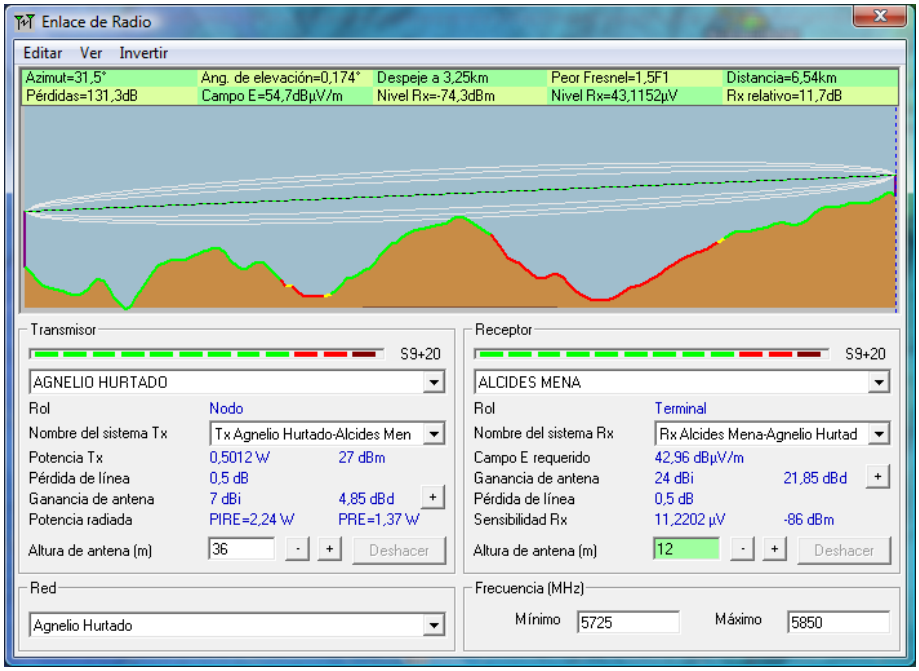
Enlace Agnelio Hurtado – Jorge Washington

Enlace Agnelio Hurtado – J. Hurtado Gonzalez



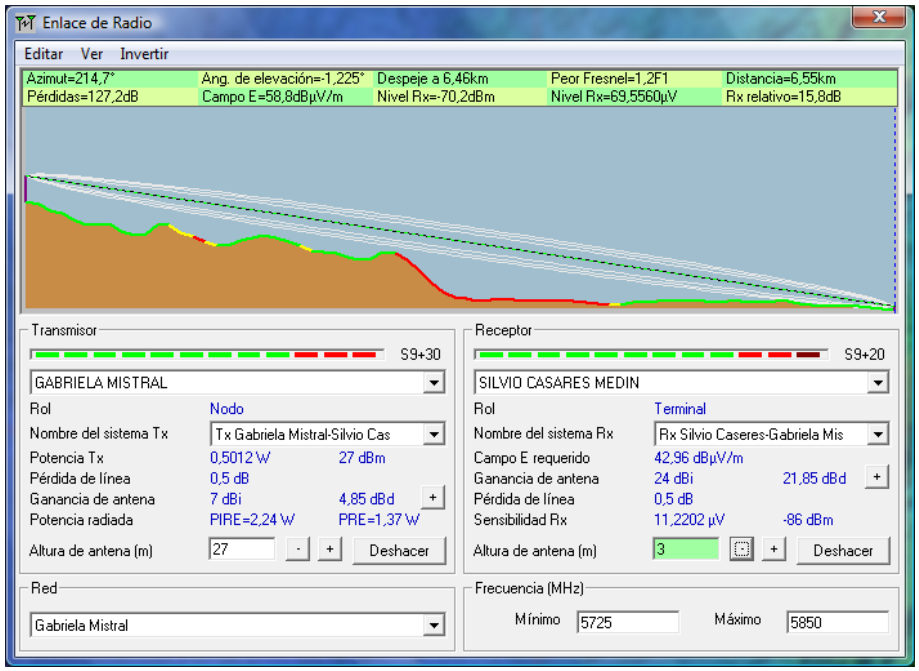
Enlace Agnelio Hurtado – J. Hurtado Gonzalez

Enlace Agnelio Hurtado – Alcides Mena



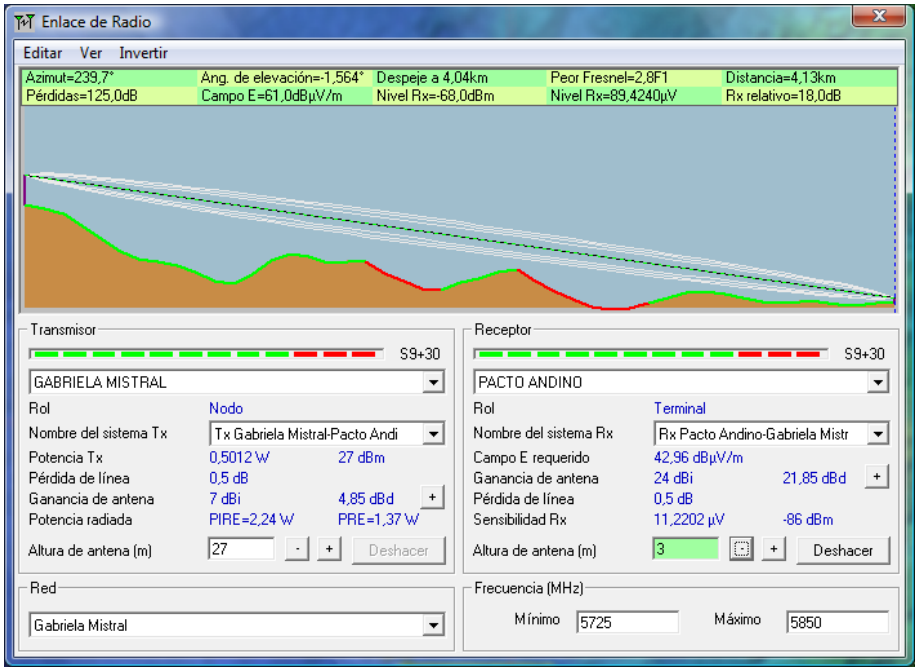
Enlace Agnelio Hurtado – Alcides Mena

Enlace Gabriela Mistral – Silvio Cáceres Medina



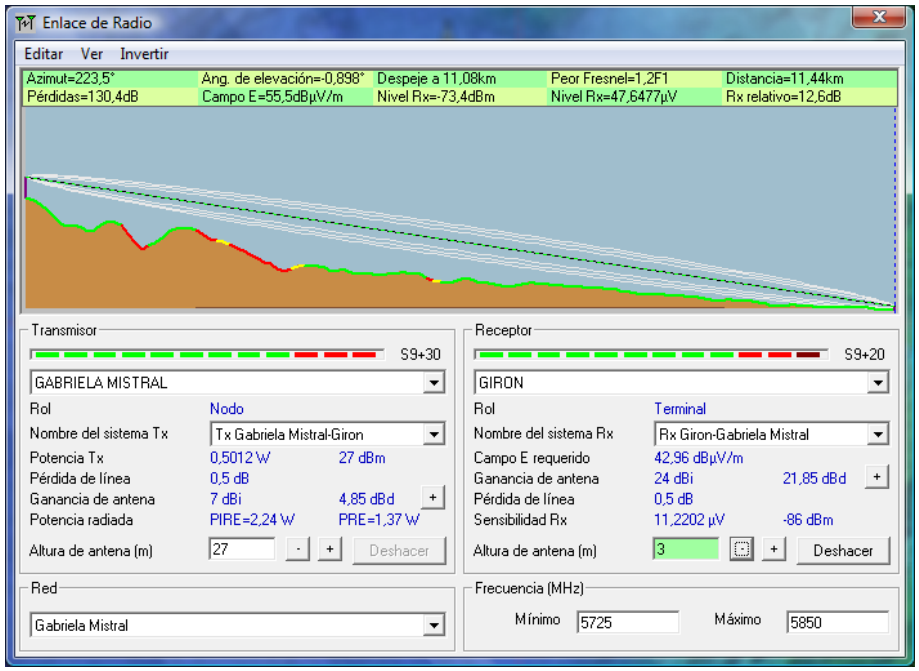
Enlace Gabriela Mistral – Silvio Cáceres Medina

Enlace Gabriela Mistral – Pacto Andino



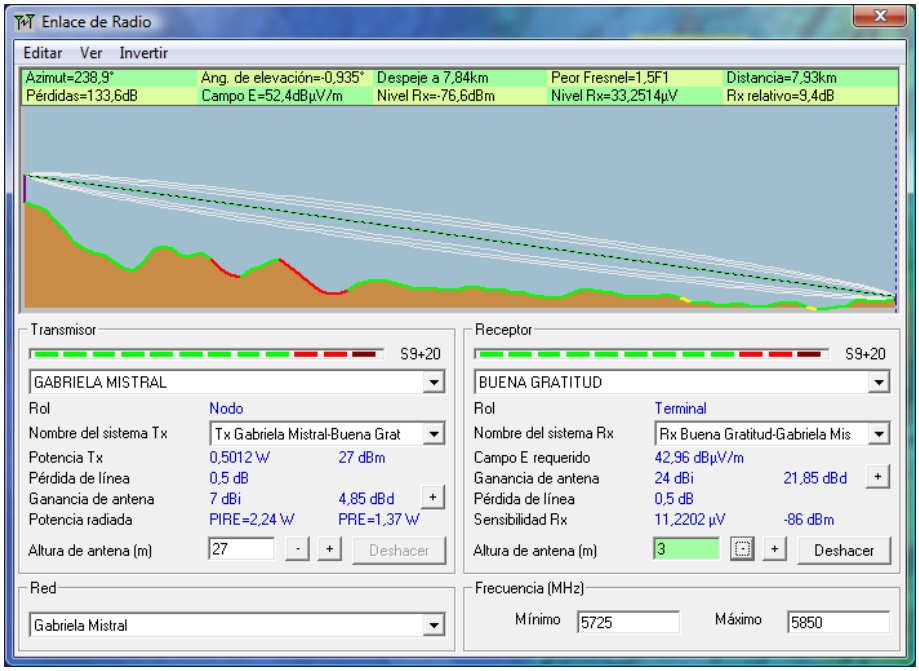
Enlace Gabriela Mistral – Pacto Andino

Enlace Gabriela Mistral – Giron



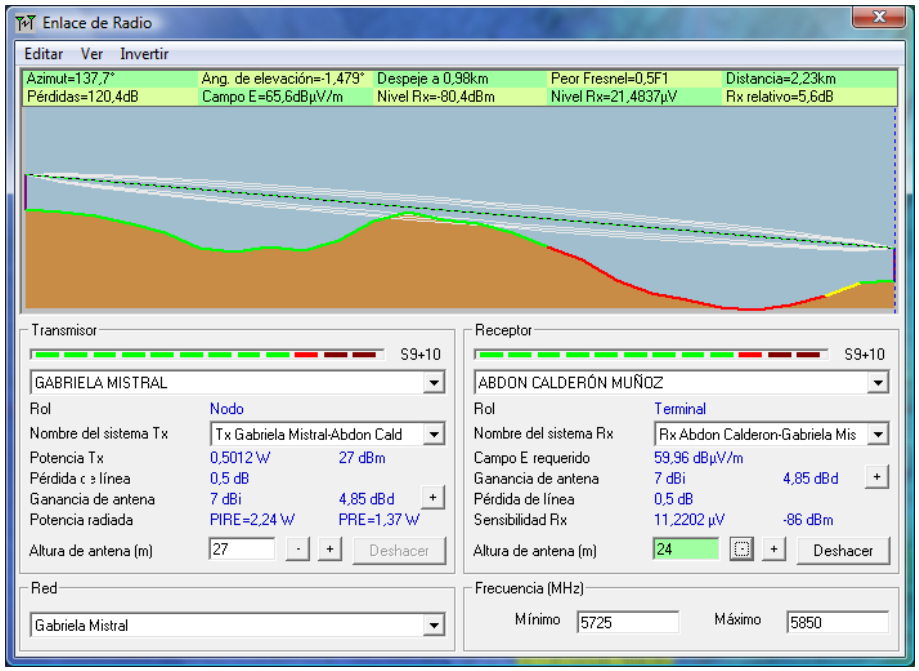
Enlace Gabriela Mistral – Giron

Enlace Gabriela Mistral – Buena Gratitud



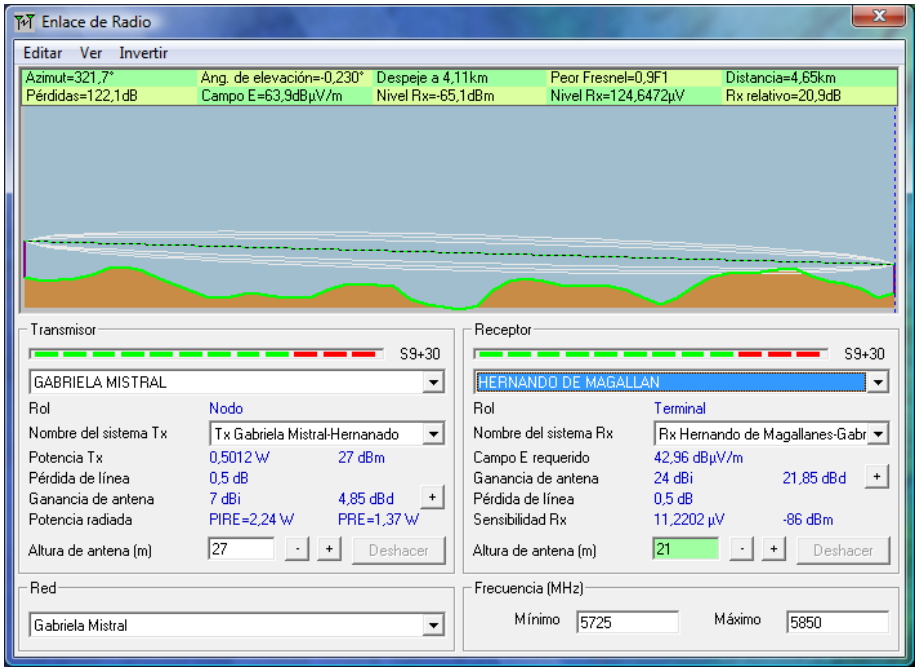
Enlace Gabriela Mistral – Buena Gratitud

Enlace Gabriela Mistral – Abdón Calderón Muñoz



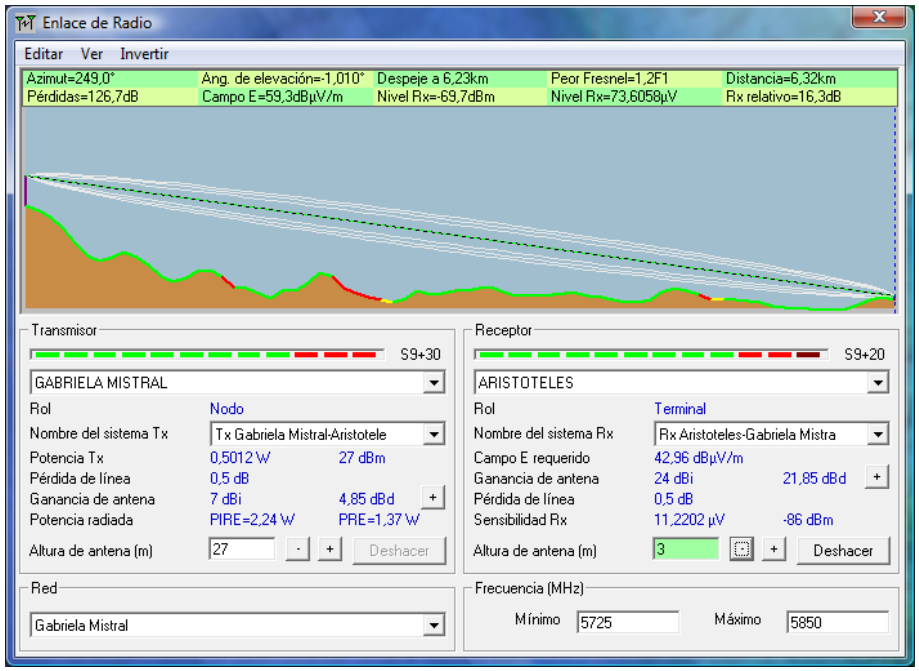
Enlace Gabriela Mistral – Abdón Calderón Muñoz

Enlace Gabriela Mistral – Hernando de Magallanes



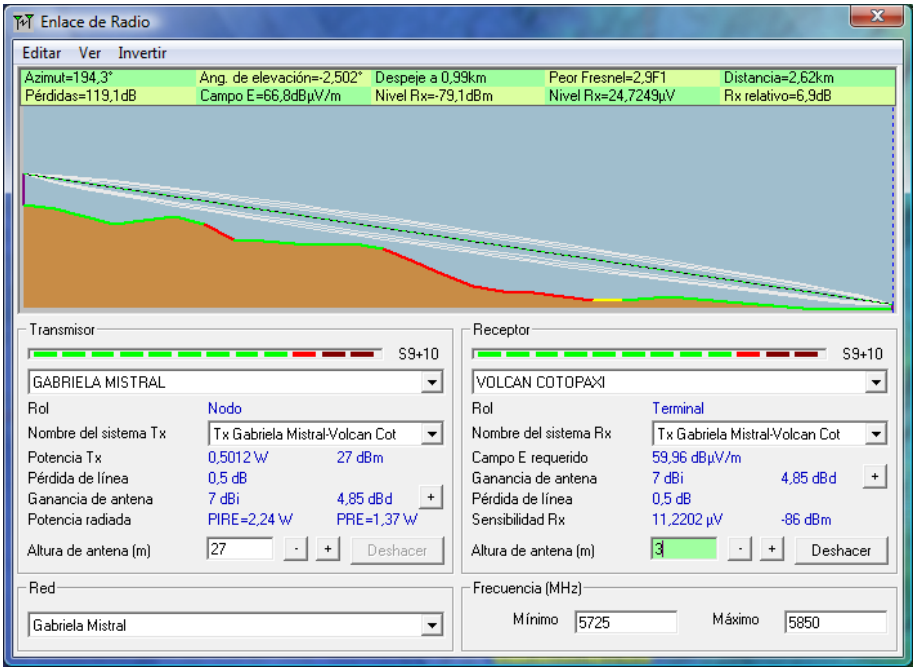
Enlace Gabriela Mistral – Hernando de Magallanes

Enlace Gabriela Mistral – Aristóteles



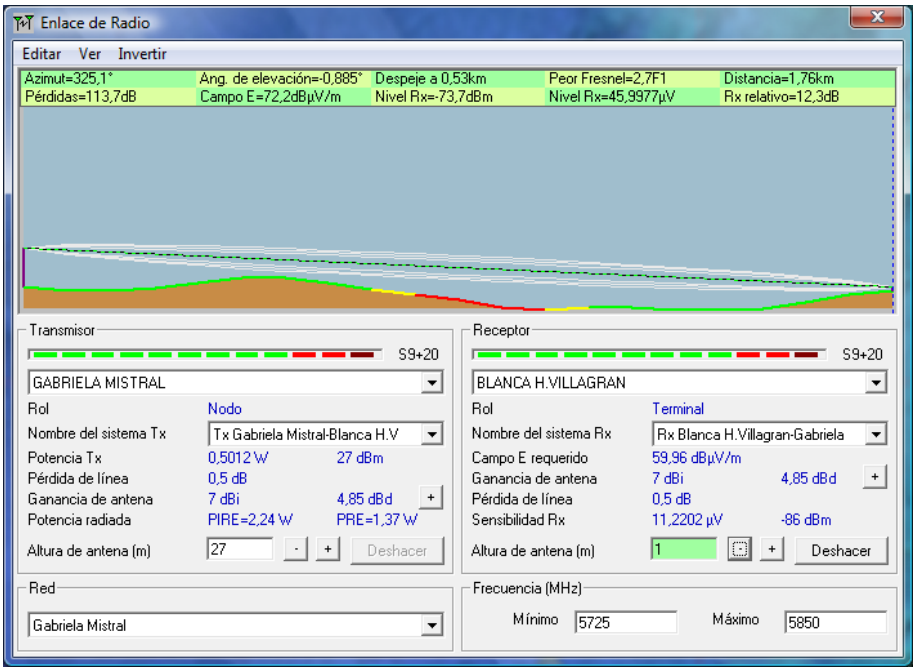
Enlace Gabriela Mistral – Aristóteles

Enlace Gabriela Mistral – Volcán Cotopaxi



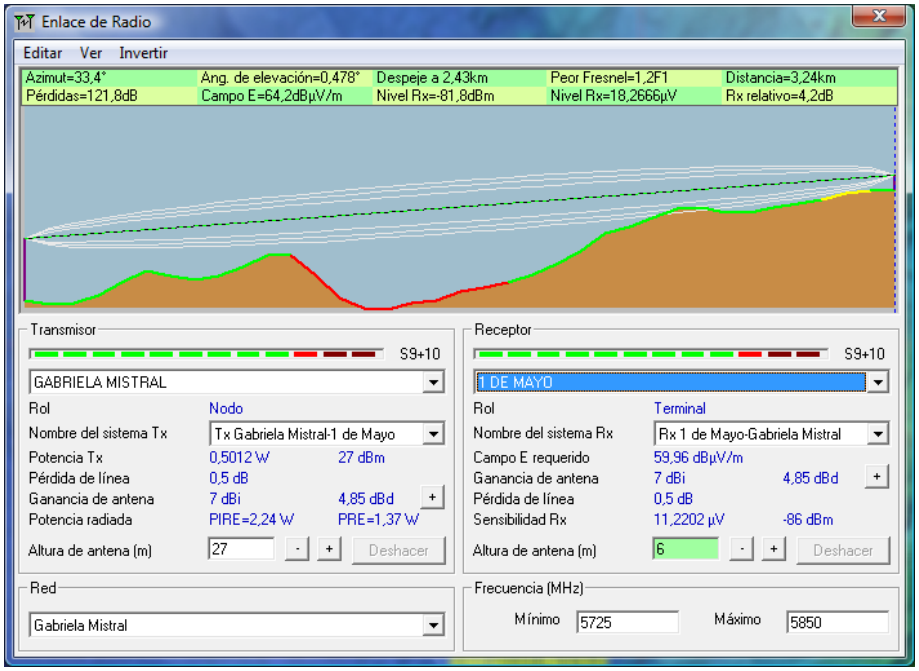
Enlace Gabriela Mistral – Volcán Cotopaxi

Enlace Gabriela Mistral – Blanca H. Villagran



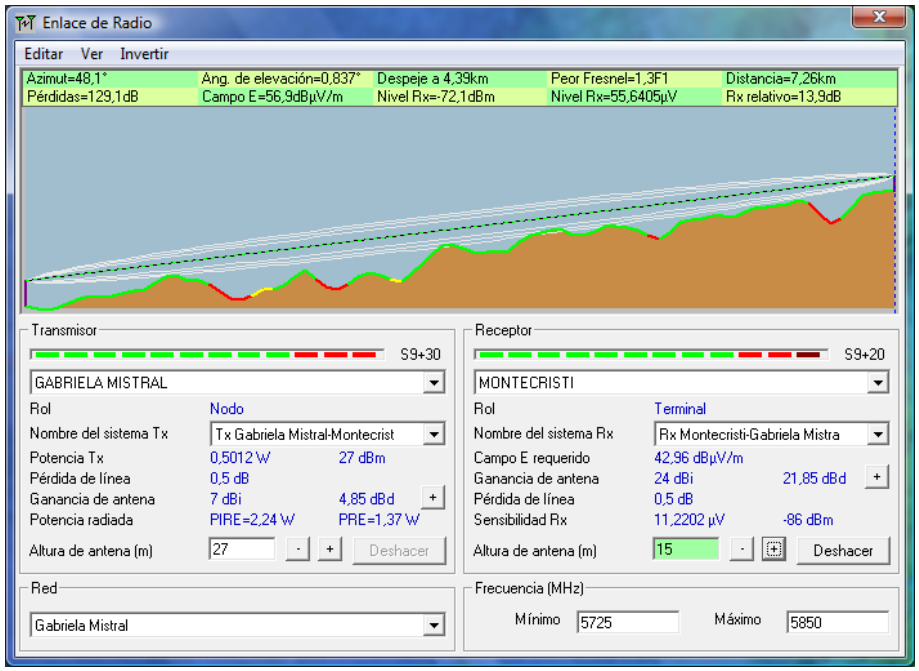
Enlace Gabriela Mistral – Blanca H. Villagran

Enlace Gabriela Mistral – 1 de Mayo



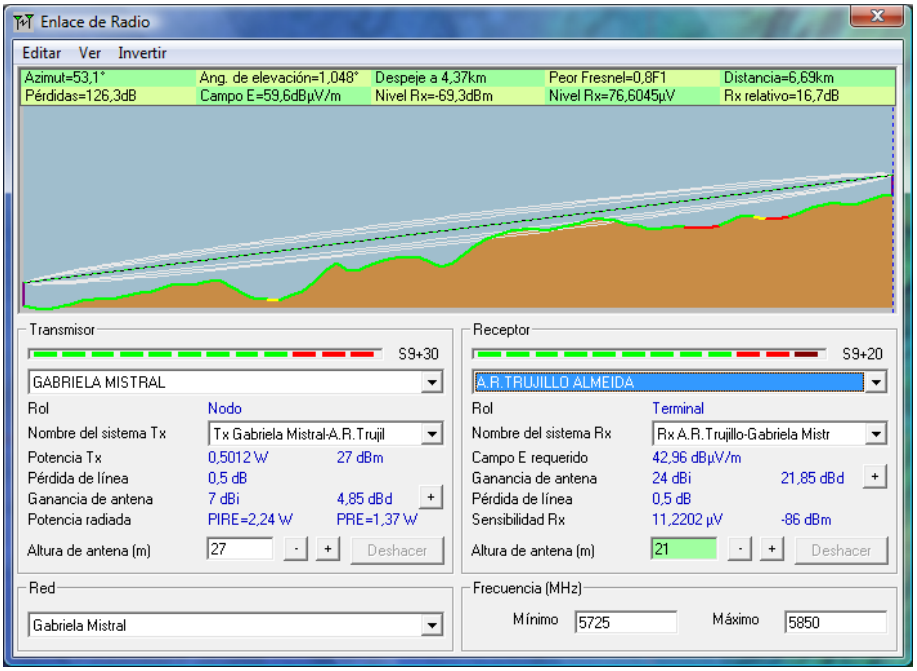
Enlace Gabriela Mistral – 1 de Mayo

Enlace Gabriela Mistral – Montecristi



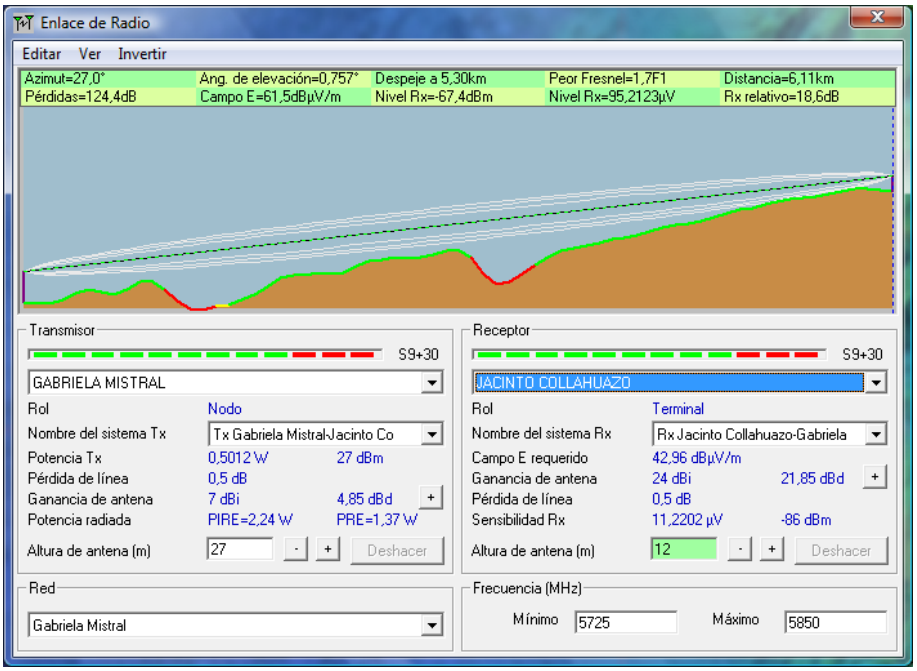
Enlace Gabriela Mistral – Montecristi

Enlace Gabriela Mistral – A. R. Trujillo Almeida



Enlace Gabriela Mistral – A. R. Trujillo Almeida

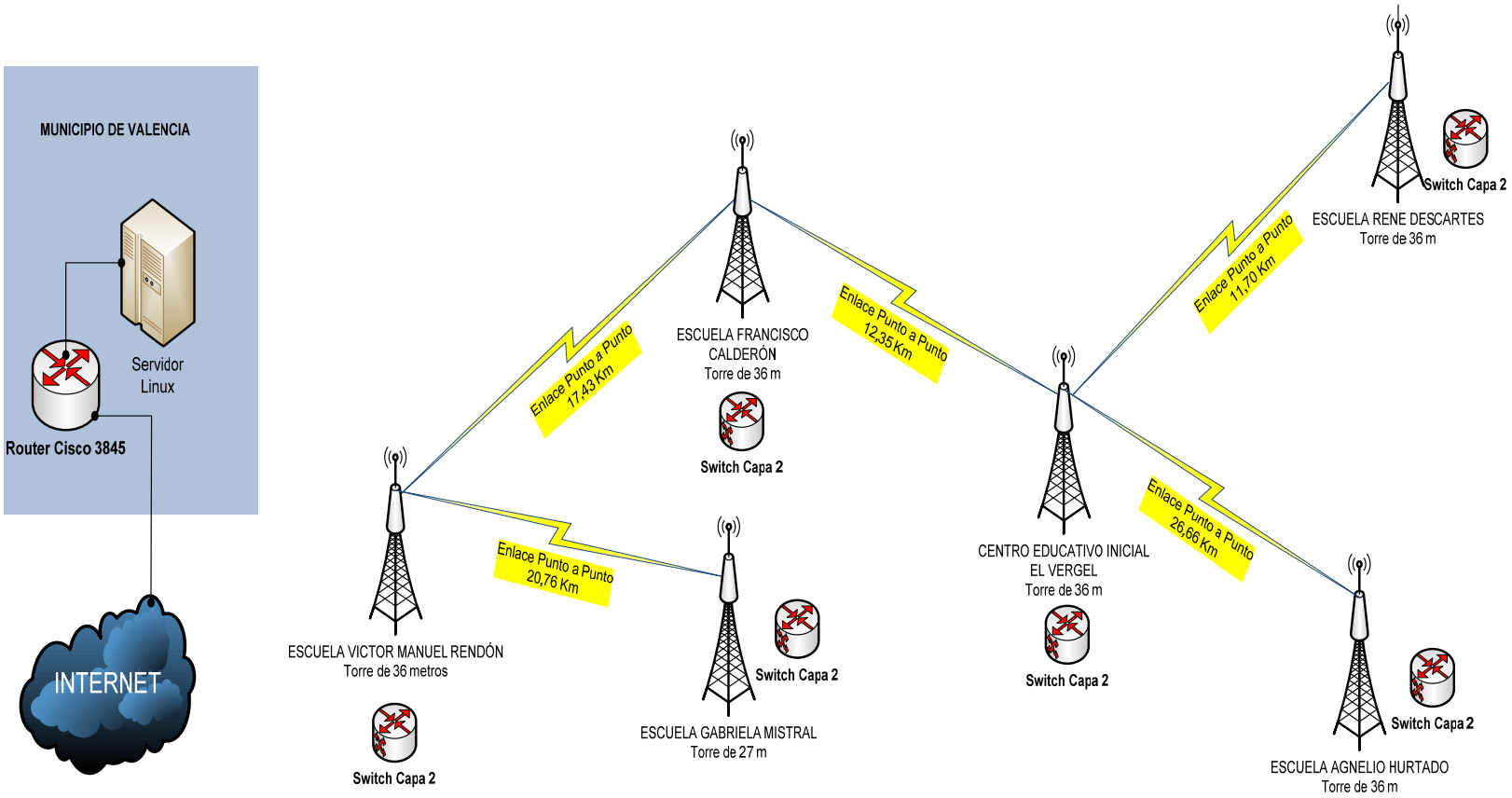
Enlace Gabriela Mistral – Jacinto Collahuazo



Enlace Gabriela Mistral – Jacinto Collahuazo

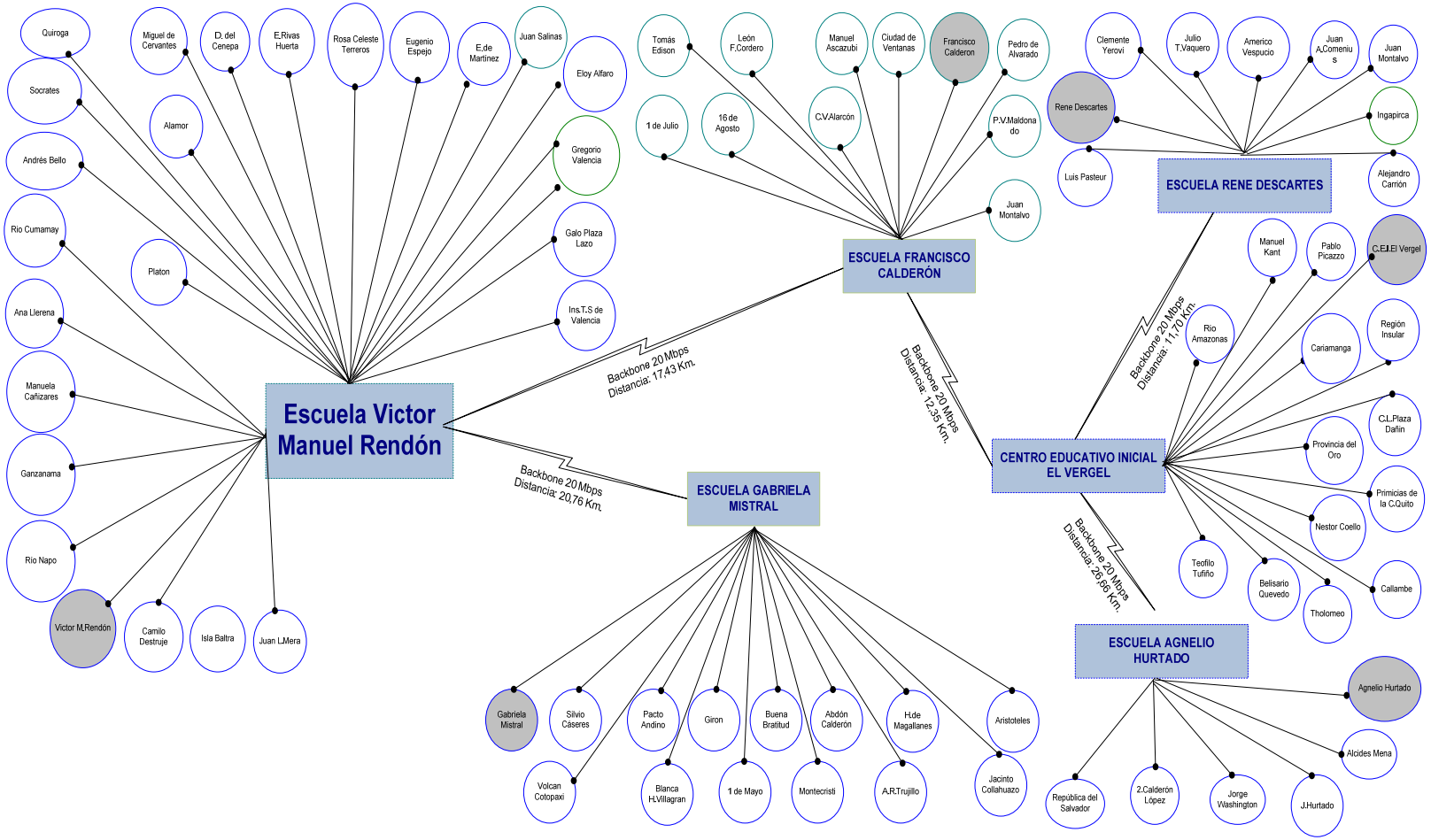
ANEXO 4

ESTRUCTURA DE LA RED DE BACKBONE



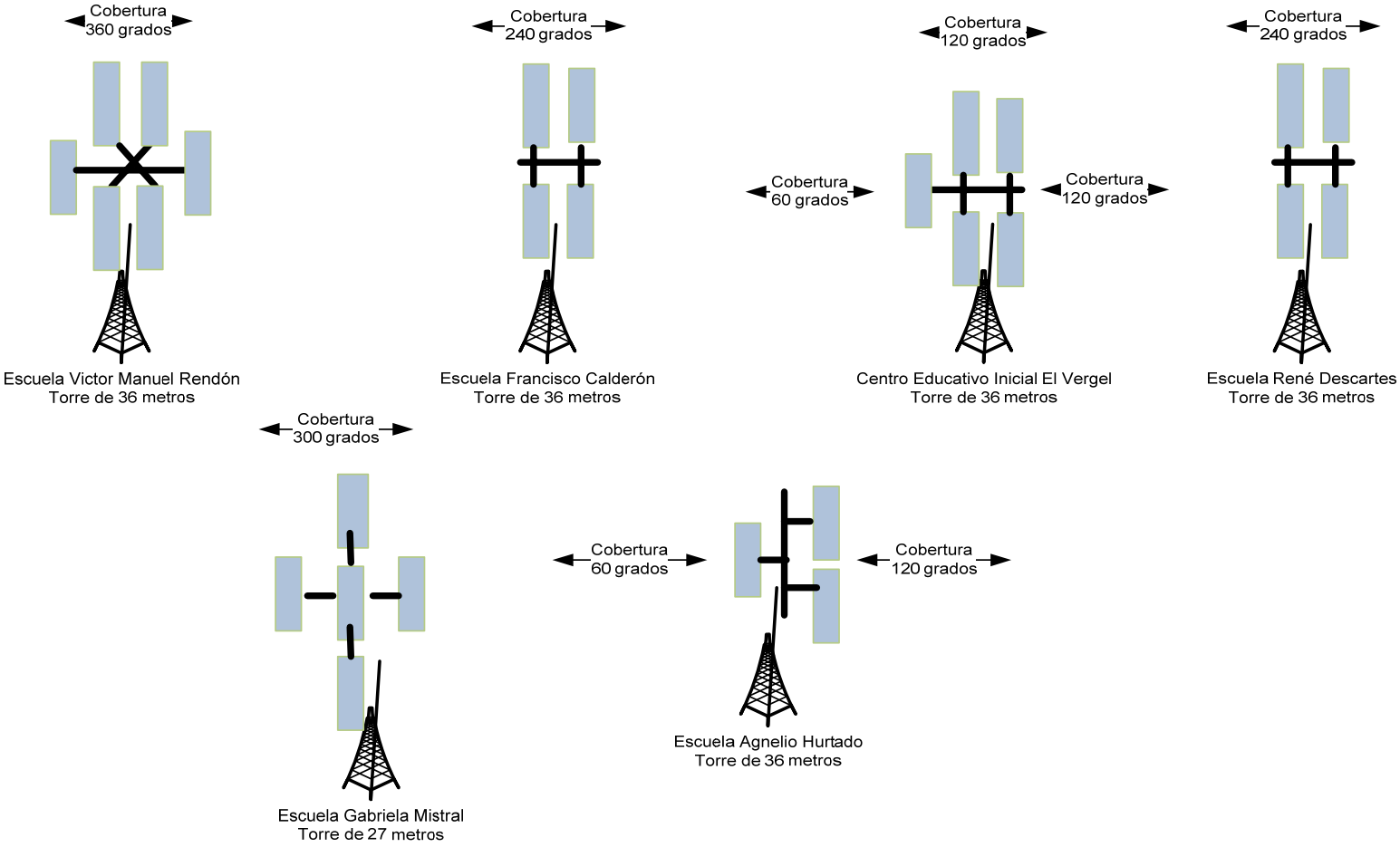
ANEXO 5

DIAGRAMA DE CONECTIVIDAD DE LA RED



ANEXO 6

DISTRIBUCIÓN MULTIPUNTO



ANEXO 7

DIRECCIONES IP

Nodo Victor Manuel Rendón

Ítem	Institución	Dirección IP
1	INSTITUTO TECNICO SUPERIOR CIUDAD DE VALENCIA	172.16.2.1
2	VICTOR MANUEL RENDON	172.16.2.7
3	ESCUELA GALO PLAZA LAZO	172.16.2.8
4	ESCUELA MIXTA GREGORIO VALENCIA	172.16.2.9
5	ESCUELA ELOY ALFARO	172.16.2.10
6	ESCUELA JUAN SALINAS	172.16.2.11
7	COLEGIO TECNICO ERCILIA DE MARTINEZ	172.16.2.12
8	EUGENIO ESPEJO	172.16.2.13
9	ROSA CELESTE TERREROS	172.16.2.14
10	EMILIO RIVAS HUERTA	172.16.2.15
11	DEFENSORES DEL CENEPA	172.16.2.16
12	MIGUEL DE CERVANTES	172.16.2.17
13	ALAMOR	172.16.2.18
14	ESCUELA PLATON	172.16.2.19
15	JUAN LEON MERA	172.16.2.20
16	QUIROGA	172.16.2.21
17	SOCRATES	172.16.2.22
18	ANDRES BELLO	172.16.2.23
19	CAMILO DESTRUJE	172.16.2.24
20	ISLA BALTRA	172.16.2.25
21	ESCUELA RIO CUMAMAY	172.16.2.26
22	ANA LLERENA OTOYA	172.16.2.27
23	MANUELA CAÑIZARES	172.16.2.28
24	GONZANAMA	172.16.2.29
25	RIO NAPO	172.16.2.30

Nodo Francisco Calderón

Ítem	Institución	Dirección IP
1	FRANCISCO CALDERÓN	172.16.2.2
2	ESCUELA 1 DE JULIO	172.16.2.31
3	TOMAS EDISON	172.16.2.32
4	LEON FEBRES CORDERO	172.16.2.33
5	MANUEL ASCAZUBI	172.16.2.34

6	CIUDAD DE VENTANAS	172.16.2.35
7	PEDRO DE ALVARADO	172.16.2.36
8	PEDRO VICENTE MALDONADO	172.16.2.37
9	CARLOS VASCONEZ ALARCON	172.16.2.38
10	16 DE AGOSTO	172.16.2.39
11	JUAN MONTALVO 1	172.16.2.40

Nodo Centro educativo Inicial El Vergel

Ítem	Institución	Dirección IP
1	CENTRO EDUCATIVO INICIAL EL VERGEL	172.16.2.3
2	CARLOS LUIS PLAZA DAÑIN	172.16.2.41
3	PABLO PICAZZO	172.16.2.42
4	BELISARIO QUEVEDO	172.16.2.43
5	PROVINCIA DEL ORO	172.16.2.44
6	CAYAMBE	172.16.2.45
7	REGION INSULAR	172.16.2.46
8	MANUEL KANT	172.16.2.47
9	CARIAMANGA	172.16.2.48
10	NESTOR COELLO VITERI	172.16.2.49
11	RIO AMAZONAS 1	172.16.2.50
12	TEOFILO TUFIÑO	172.16.2.51
13	PRIMICIAS DE LA CULTURA DE QUITO	172.16.2.52
14	THOLOMEO	172.16.2.53

Nodo René Descartes

Ítem	Institución	Dirección IP
1	RENE DESCARTES	172.16.2.4
2	CLEMENTE YEROVI INDABURO	172.16.2.54
3	JULIO TOBAR BAQUERO	172.16.2.55
4	AMERICA VESPUCIO	172.16.2.56
5	JUAN A COMENIUS	172.16.2.57
6	JUAN MONTALVO	172.16.2.58
7	INGAPIRCA	172.16.2.59
8	LUIS PASTEUR	172.16.2.60
9	ALEJANDRO CARRION	172.16.2.61

Nodo Agnelio Hurtado

Ítem	Institución	Dirección IP
1	AGNELIO HURTADO	172.16.2.5
2	REPUBLICA DEL SALVADOR	172.16.2.62
3	ESCUELA SEGUNDO CALDERON LOPEZ	172.16.2.63
4	ESCUELA JORGE WASHINGTON	172.16.2.64
5	JAIME HURTADO GONZALEZ	172.16.2.65
6	ALCIDES MENA	172.16.2.66

Nodo Gabriela Mistral

Ítem	Institución	Dirección IP
1	GABRIELA MISTRAL	172.16.2.6
2	SILVIO CASARES MEDINA	172.16.2.67
3	PACTO ANDINO	172.16.2.68
4	GIRON	172.16.2.69
5	BUENA GRATITUD	172.16.2.70
6	ABDON CALDERON MUÑOZ (PRACTICA DOCENTE)	172.16.2.71
7	HERNANDO DE MAGALLANES	172.16.2.72
8	ARISTOTELES	172.16.2.73
9	VOLCAN COTOPAXI	172.16.2.74
10	BLANCA HERNANDEZ VILLAGRAN	172.16.2.75
11	PRIMERO DE MAYO	172.16.2.76
12	MONTECRISTI	172.16.2.77
13	ARMANDO ROMEO TRUJILLO ALMEIDA	172.16.2.78
14	JACINTO COLLAHUAZO	172.16.2.79

ANEXO 8

HOJA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS

HOJA DE ESPECIFICACIONES

PTP 58300 y PTP 54300

Puentes punto a punto de 5.8 y 5.4 GHz de Motorola

Puentes inalámbricos Ethernet robustos y económicos

Los puentes Ethernet wi4 Fixed inalámbricos punto a punto de la Serie PTP 300 de Motorola brindan conectividad confiable, segura y económica para ISPs inalámbricos, empresas emergentes y organismos gubernamentales. Los sistemas funcionan en las bandas de 5.4 y 5.8 GHz a una velocidad de transmisión de datos Ethernet de hasta 25 Mbps y a una distancia de hasta 250 km (155 millas). Están diseñados para operar en prácticamente cualquier entorno: sin visibilidad directa, con visibilidad directa de largo alcance y con gran interferencia.

Gracias a la exclusiva combinación de tecnologías de Motorola, las soluciones de la Serie PTP 300 son ideales para una gran variedad de aplicaciones de comunicaciones, tales como voz sobre IP, multimedia, acceso a Internet de alta velocidad, conectividad edificio a edificio y en campus y backhaul de tráfico confiable.

Los puentes wi4 Fixed de la Serie PTP 300 forman parte del portafolio MOTOwi4 de Motorola de soluciones innovadoras y servicios de banda ancha inalámbricas que crean, complementan y completan las redes IP. Brindando cobertura IP a prácticamente todos los espacios, el portafolio MOTOwi4 incluye las soluciones wi4 Fixed, wi4 Mesh, wi4 Indoor y wi4 WiMAX que brindan conectividad de alta velocidad para redes privadas y públicas.

Nota de autorización

La versión de 5.4 GHz de este dispositivo no ha sido aprobada por la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC, por sus siglas en inglés). No se podrá vender o alquilar el dispositivo ni ser ofrecido para su venta o alquiler en los Estados Unidos hasta haber obtenido la debida autorización.

Puentes PTP 58300 de Motorola
Número de parte de la versión de 5.8 GHz

WB3146 Integrado
WB3148 Conectorizado

Puentes PTP 54300 de Motorola
Número de parte de la versión de 5.4 GHz

WB3150 Integrado
WB3152 Conectorizado

MOTOwi4

HOJA DE ESPECIFICACIONES

Puentes wi4 Fixed punto a punto de 5.4 y 5.8 GHz de Motorola – Serie PTP 300

Tecnología de radio	Observaciones
Banda RF	5.725 GHz-5.875 GHz* 5.470 GHz-5.725 GHz*
Tamaño del canal	15 MHz
Selección de canal	Selección dinámica de frecuencia inteligente (i-DFS, por sus siglas en inglés) o intervención manual; selección automática durante el arranque y adaptación continua para evitar interferencia
Potencia de transmisión	Varía entre -18 dBm y 27 dBm según modo de modulación y configuración
Ganancia del sistema	Integrado: Varía según modo de modulación; hasta 167 dB si se utiliza antena integrada de 23 dBi **
	Conectorizado: Varía según modo de modulación y tipo de antena**
Sensibilidad del receptor	Adaptativa, varía entre -94 dBm y -69 dBm
Modulación	Dinámica; se adapta entre BPSK y 64 QAM
Corrección de errores	FEC
Esquema dúplex	5.4 GHz: TDD simétrico fijo; idéntica frecuencia Tx/Rx
	5.8 GHz: TDD simétrico fijo; idéntica frecuencia Tx/Rx o frecuencia dividida, siempre que lo permita la norma
Antena: tipo/ganancia/B/W	Integrado: Placa plana integrada de 23 dBi/8°
	Conectorizado: Funciona con una serie de antenas polares simples y duales adquiridas por separado, mediante conectores hembra 2 x N (verifique las normas locales antes de la compra)
Alcance	Hasta 155 millas (250 km)***
Seguridad y codificación	Mecanismo de encriptación propietario; encriptación AES opcional de 128 y 256 bits que cumple con FIPS-197 * Los requisitos reglamentarios para las bandas RF pueden variar según la ubicación geográfica. Se recomienda verificar dichos requisitos previo a adquirir el equipo. ** La ganancia, la potencia de transmisión máxima y la potencia radiada efectiva pueden variar según reglamentación vigente. *** En todos los casos, el límite de variación se establece según la versión más reciente del software
Puente Ethernet	
Protocolo	IEEE 802.3
Rendimiento de datos de usuario	Varía dinámicamente hasta 25 Mbps en Ethernet (agregado)
Latencia	<3 ms promedio en cada dirección
QoS	802.1p (4 niveles)
Interfaz	10/100 Base T (RJ-45) – auto MDI/MDIX
Gestión e instalación	
Indicadores LED	Estado de energía, estado de enlace Ethernet y actividad
Gestión del sistema	Web o SNMP v1/v2c con MIBII y PTP MIB propietario; Canopy® Prizm
Instalación	Asistencia gráfica y de audio incorporada y salida de tensión para optimización de enlace
Conexión	Distancia entre la unidad de exteriores y la conexión de red principal: hasta 330' (100 metros)
Protección contra descargas atmosféricas	Incorporada a la ODU; unidad externa de protección contra descargas atmosféricas PTP (PTP-LPU, por sus siglas en inglés) se requiere cerca de la base de la torre o pared en el punto de entrada del cable que conduce a la red para proteger el equipo LAN de interiores.
Características físicas	
Dimensiones	Unidad de exteriores integrada (ODU): Ancho 370 mm (14,5"), Altura 370 mm (14,5"), Profundidad 95 mm (3,75") ODU conectorizada: Ancho: 309 mm (12,2"), Altura: 309 mm (12,2"), Profundidad: 105 mm (4,1") Unidad de interiores alimentada (PIDU Plus): Ancho 250 mm (9,75"), Altura 40 mm (1,5"), Profundidad 80 mm (3")
Peso	ODU integrada: 5,35 kg (11,8 lbs)) incluyendo el soporte ODU conectorizada: (4,7 kg) 10,4 lbs incluyendo el soporte PIDU Plus: 864 g (1,9 lbs)
Máxima resistencia al viento	325 kph (202 mph)
Suministro de energía	Integrado con unidad de interiores
Fuente de energía	90-240 VCA, 50-60 Hz / 36-60V CC; soporta configuración de energía redundante
Consumo de energía	50 W máx.
Características ambientales y reglamentación	
Temperatura de funcionamiento	-40°C (-40°F) a + 60°C (+140°F), incluyendo radiación solar
Protección y seguridad	UL60950; IEC60950; EN60950; CSA-C22.2 No. 60950
Radio	5.8 GHz: EEUU CFR 47 Parte 15.247, Canadá IC RSS-210 Versión 7, Europa EN 302 502, Eire ComReg 03/42, UK IR2007 5.4 GHz: Europa EN 301 893, Canadá IC RSS-210 Versión 7
EMC	EEUU CFR 47 Parte 15 Clase B, Canadá CSA Std C108.8 1993 Clase B, Europa EN 55022 CISPR 22, Europa EN 301 489-4

MOTOROLA

<http://www.motorola.com/latinamerica/motowi4>

MOTOROLA y el logo M estilizado están registrados en la Oficina de Patentes y Marcas de los EE.UU. Todos los demás nombres de productos o servicios pertenecen a sus respectivos propietarios. © 2008 Motorola, Inc. Todos los derechos reservados.

Specifications Sheet

MOTOROLA

Motorola Canopy
5.7 GHz AP

Canopy Part Number	5700AP
Description	5.7 GHz AP
Market Availability	North America, South America, Asia
Signaling Rate	10 Mbps
Typical LOS Range	2 mi (3.2 km)
Typical Aggregate Useful Throughput	6.2 Mbps
Frequency range of band	ISM 5725-5850 MHz
Non-overlapping Channels	6
Channel Width	20 MHz
Modulation Type	High Index 2-level Frequency Shift Keying (FSK) optimized for interference rejection
Channel Spacing	configurable on 5 MHz increments
Encryption	DES capable
Latency	15 msec
Carrier to Interference ratio (C/I)	~3dB @ 10 Mbps, ~10dB @ 20 Mbps at -65dBm
Nominal Receiver Sensitivity (dbm typical)	-86 dBm
Antenna Gain (dBi)	7 dBi
EIRP (dBm)	30 dBm
Equivalent Isotropic Radiated Power (EIRP)	1 W
DC Power (typical)	0.3 A @ 24 VDC = 7.2 W
Antenna Beam Width	3 dB antenna beam width 60 degrees, Azimuth and Elevation
Mean Time Between Failure (MTBF)	40 yr
Temperature	-40° C to +55° C (-40° F to +131° F)
Wind Survival	190 km/hr (118 miles/hr)
Dimensions	11.75 in H x 3.4 in W x 3.4 in D (29.9 cm H x 8.6 cm W x 8.6 cm D)
Weight	.45 kg (1 lb)
Access Method	Time Division Duplexing/Time Division Multiple Access (TDD/TDMA)
Interface	10/100 Base T, half/full duplex. Rate auto negotiated (802.3 compliant)
Protocols Used	IPV4, UDP, TCP, ICMP, Telnet, HTTP, FTP, SNMP
Network Management	HTTP, TELNET, FTP, SNMP Version 2c
FCC ID	ABZ89FC5804
Industry Canada Certification Number	109W-5700
NYCE	0202CE08128

Specifications Sheet

MOTOROLA

Motorola Canopy
5.7 GHz SM

Canopy Part Number	5700SM
Description	5.7 GHz SM
Market Availability	North America, Europe, South America, Asia
Signaling Rate	10 Mbps, 20 Mbps with Advantage AP
Typical LOS Range	2 mi (3.2 km), 10 mi (16 km) with reflector
Typical Aggregate Useful Throughput	7 Mbps
Frequency range of band	ISM 5725-5850 MHz
Non-overlapping Channels	6
Channel Width	20 MHz
Modulation Type	High Index 2-level and 4-level Frequency Shift Keying (FSK) optimized for interference rejection
Channel Spacing	configurable on 5 MHz increments
Encryption	DES capable
Latency	6 msec with Advantage AP, 15 msec with Canopy AP
Carrier to Interference ratio (C/I)	~3dB @ 10 Mbps, ~10dB @ 20 Mbps at -65dBm
Nominal Receiver Sensitivity (dbm typical)	-86 dBm
Antenna Gain (dB)	7 dBi
Reflector Gain	optional
EIRP (dB)	30 dBm (48 dBm with reflector)
Equivalent Isotropic Radiated Power (EIRP)	1 W (63 W with reflector)
DC Power (typical)	0.3 A @ 24 VDC - 7.2 W
Antenna Beam Width	3 dB antenna beam width 60 degrees, Azimuth and Elevation
Mean Time Between Failure (MTBF)	10 yr
Temperature	-40° C to +55° C (-40° F to +131° F)
Wind Survival	190 km/hr (118 miles/hr)
Dimensions	11.75 in H x 3.4 in W x 3.4 in D (29.9 cm H x 8.6 cm W x 8.6 cm D)
Weight	.45 kg (1 lb)
Access Method	Time Division Duplexing/Time Division Multiple Access (TDD/TDMA)
Interface	10/100 Base T, half/full duplex. Rate auto negotiated (802.3 compliant)
Protocols Used	IPV4, UDP, TCP, ICMP, Telnet, HTTP, FTP, SNMP
Network Management	HTTP, TELNET, FTP, SNMP Version 2c
FCC ID	ABZ89FC5804
Industry Canada Certification Number	109W-5700
NYCE	0202CE08123

EnGenius Get Connected | Get EnGenius

EAP-3660

Wireless Access Point

SENAO

2.4 GHz	802.11 b/g	54 Mbps

➢ **RF Specification**

Frequency Band	2.400~2.484 GHz
Medic Access Protocol	Carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA)
Modulation Technology	● OFDM: BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM ● DBPSK, DQPSK, CCK
Operating Channels	11 for North America, 14 for Japan, 13 for Europe
Receive Sensitivity (Typical)	● IEEE802.11g 6Mbps@ -95dBm 54Mbps@ -75dBm ● IEEE802.11b 1Mbps@ -98dBm 11Mbps@ -93dBm
Available transmit power	● IEEE802.11g 26dBm@6~24 Mbps 25dBm@36 Mbps 23dBm@48 Mbps 22dBm@54Mbps ● IEEE802.11b 27dBm@1 ~ 11Mbps
Antenna	Directional Embedded antenna Peak Gain = 6 dBi

• **Software Features**

➢ **Setting**

Topology	Infrastructure/Ad-Hoc
Operation Mode	Access Point/Repeater/WDS
LAN	• DHCP Server • DHCP Client
VPN	VPN pass-through (PPTP, L2TP, IPSEC)
Wireless	• Wireless Mode – 11b / 11g / Disable • Channel Selection (Setting varies by Country) • Transmission Rate ➢ 11 b/g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 11, 9, 6, 5.5, 2, 1 in Mbps • Transmit power (4 levels) • Antenna Diversity
Security	• WEP Encryption-64/128/152 bit • WPA Personal (WPA-PSK using TKIP or AES) • WPA Enterprise (WPA-EAP using TKIP) • 802.1x Authenticator • Hide SSID in beacons • Multiple SSID with 802.1q VLAN tagging (up to 4 SSIDs) • MAC Filter • L2 isolation • Wireless STA (Client) connected list
QoS	• WMM

EnGenius Get Connected | Get EnGenius

EAP-3660

Wireless Access Point

SENAO

2.4 GHz	802.11 b/g	54 Mbps

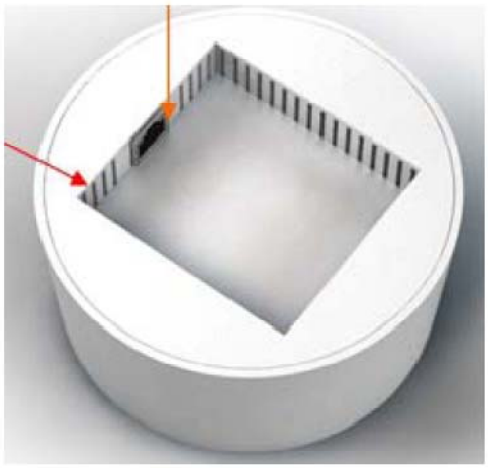
➢ **Management**

Configuration	Web-based configuration (HTTP)/Telnet
Firmware Upgrade	• Upgrade firmware via web-browser • Keep latest setting when f/w update
Administrator Setting	• Administrator password change
Reset Setting	• Reboot • Reset to Factory Default
System monitoring	Status, Statistics and Event Log
SNMP	V1, V2c
MIB	MIB I, MIB II (RFC1213) and Private MIB
Bandwidth Measurement	Port / IP
Backup & Restore	Settings through Web

• **Environment & Physical**

Temperature Range	• Operating: 0°C to 45°C (32°F to 113°F) • Storage: -20°C to 70°C (-4°F to 158°F)
Humidity (non-condensing)	5%~95% typical
Dimensions	Diameter:120mm Height: 50mm
Weight	280g

➢ **Housing Look**



ANEXO 8

CONFIABILIDAD DE LOS ENLACES DE BACKBONE

ENLACE VICTORA MANUEL RENDÓN - FRANCISCO CALDERÓN

PTP LINKPlanner Configuration Worksheet

07 October 2009

Prepared by LUCY MARIELA BARRENO REYES from ESPE Phone: 091856629 E-mail: camilu82@hotmail.com

Summary	
Link Name	VICTOR MANUEL RENDON to Francisco Calderon
Link Type	Line-of-Sight
Maximum Obstruction	4 meters
Link Distance	17.442 kilometers
Free Space Path Loss	132.53 dB
Excess Path Loss	0.00 dB
User Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 20.77 Mbps assuming PTP-300 Series running the 300-02-00 software
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 GHz)
RF Channel Bandwidth	15 MHz
Description	

Installation Notes	
LOCAL - Site Name	VICTOR MANUEL RENDON
LOCAL - Coordinates	00:57:01.9S 079:21:07.7W
LOCAL - Antenna Height	36.0 meters AGL
LOCAL - Bearing to Francisco Calderon	317.33° from True North
LOCAL - Antenna Tilt angle	-0.0°
LOCAL - Max Transmit Power setting while pointing	27 dBm
LOCAL - Predicted Receive Power	-60 dBm ± 5 dB
LOCAL - Max Transmit Power setting before Disarm	27 dBm
REMOTE - Site Name	Francisco Calderon
REMOTE - Coordinates	00:50:06.7S 079:27:30.5W
REMOTE - Antenna Height	36.0 meters AGL
REMOTE - Bearing to VICTOR MANUEL RENDON	137.33° from True North
REMOTE - Antenna Tilt angle	-0.1°
REMOTE - Max Transmit Power setting while pointing	27 dBm
REMOTE - Predicted Receive Power	-60 dBm ± 5 dB
REMOTE - Max Transmit Power setting before Disarm	27 dBm

Local Site	
Site Name	VICTOR MANUEL RENDON
Hardware Platform	PTP-300 Series Integrated
Antenna Type	INTEGRATED - Built-in Antenna Dual Polar (23.0dBi)
Antenna Gain	23.0 dBi
Antenna Height	36 meters AGL
Site Elevation	104 meters AMSL
Mean Throughput Predicted	10.38 Mbps
Mean Throughput Required	10.00 Mbps
Receive Availability	99.9999 %
Minimum Throughput Required	7.50 Mbps
Ouptut Power	27.00 dBm
Local Site Location	00:57:01.9S 079:21:07.7W

Remote Site	
Site Name	Francisco Calderon
Hardware Platform	PTP-300 Series Integrated
Antenna Type	INTEGRATED - Built-in Antenna Dual Polar (23.0dBi)
Antenna Gain	23.0 dBi
Antenna Height	36 meters AGL
Site Elevation	111 meters AMSL
Mean Throughput Predicted	10.38 Mbps
Mean Throughput Required	10.00 Mbps
Receive Availability	99.9999 %
Minimum Throughput Required	7.50 Mbps
Ouptut Power	27.00 dBm
Local Site Location	00:50:06.7S 079:27:30.5W

Link Throughput & Availability	
Mean Throughput Required	10.00
Mean Throughput Predicted	10.38
Percentage of Required Throughput	103.83
Link Symmetry	Symmetric
(Predicted) Availability	99.9999

Required user throughput	
Required User Data Throughput (Mbps)	7.50
Link Availability for User Data Throughput (%)	99.99

ENLACE FRANCISCO CALDERÓN - C.E.I. EL VERGEL

PTP LINKPlanner Configuration Worksheet

08 October 2009

Prepared by LUCY MARIELA BARRENO REYES from ESPE Phone: 091856629 E-mail: camilu82@hotmail.com

Summary	
Link Name	Francisco Calderon to El Vergel
Link Type	Line-of-Sight
Maximum Obstruction	0 meters
Link Distance	12.357 kilometers
Free Space Path Loss	129.54 dB
Excess Path Loss	0.00 dB
User Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 25.55 Mbps assuming PTP-300 Series running the 300-02-00 software
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 GHz)
RF Channel Bandwidth	15 MHz
Description	

Installation Notes	
LOCAL - Site Name	Francisco Calderon
LOCAL - Coordinates	00:50:06.7S 079:27:30.5W
LOCAL - Antenna Height	36.0 meters AGL
LOCAL - Bearing to El Vergel	70.22° from True North
LOCAL - Antenna Tilt angle	0.2°
LOCAL - Max Transmit Power setting while pointing	27 dBm
LOCAL - Predicted Receive Power	-57 dBm ± 5 dB
LOCAL - Max Transmit Power setting before Disarm	27 dBm
REMOTE - Site Name	El Vergel
REMOTE - Coordinates	00:47:51.3S 079:21:14.0W
REMOTE - Antenna Height	36.0 meters AGL
REMOTE - Bearing to Francisco Calderon	250.22° from True North
REMOTE - Antenna Tilt angle	-0.2°
REMOTE - Max Transmit Power setting while pointing	27 dBm
REMOTE - Predicted Receive Power	-57 dBm ± 5 dB
REMOTE - Max Transmit Power setting before Disarm	27 dBm

Local Site	
Site Name	Francisco Calderon
Hardware Platform	PTP-300 Series Integrated
Antenna Type	INTEGRATED - Built-in Antenna Dual Polar (23.0dBi)
Antenna Gain	23.0 dBi
Antenna Height	36 meters AGL
Site Elevation	111 meters AMSL
Mean Throughput Predicted	12.78 Mbps
Mean Throughput Required	10.00 Mbps
Receive Availability	99.9999 %
Minimum Throughput Required	7.50 Mbps
Ouptut Power	27.00 dBm
Local Site Location	00:50:06.7S 079:27:30.5W

Remote Site	
Site Name	El Vergel
Hardware Platform	PTP-300 Series Integrated
Antenna Type	INTEGRATED - Built-in Antenna Dual Polar (23.0dBi)
Antenna Gain	23.0 dBi
Antenna Height	36 meters AGL
Site Elevation	155 meters AMSL
Mean Throughput Predicted	12.78 Mbps
Mean Throughput Required	10.00 Mbps
Receive Availability	99.9999 %
Minimum Throughput Required	7.50 Mbps
Ouptut Power	27.00 dBm
Local Site Location	00:47:51.3S 079:21:14.0W

Link Throughput & Availability	
Mean Throughput Required	10.00
Mean Throughput Predicted	12.78
Percentage of Required Throughput	127.77
Link Symmetry	Symmetric
(Predicted) Availability	99.9999

Required user throughput	
Required User Data Throughput (Mbps)	7.50
Link Availability for User Data Throughput (%)	99.99

ENLACE C.E.I. EL VERGEL - RENE DESCARTES

MOTOROLA POINT-TO- POINT WIRELESS SOLUTIONS

PTP LINKPlanner Configuration Worksheet

08 October 2009

Prepared by LUCY MARIELA BARRENO REYES from ESPE Phone: 091856629 E-mail: camilu82@hotmail.com

Summary	
Link Name	El Vergel to Rene Descartes
Link Type	Line-of-Sight
Maximum Obstruction	0 meters
Link Distance	11.705 kilometers
Free Space Path Loss	129.06 dB
Excess Path Loss	0.00 dB
User Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 25.57 Mbps assuming PTP-300 Series running the 300-02-00 software
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 GHz)
RF Channel Bandwidth	15 MHz
Description	

Installation Notes	
LOCAL - Site Name	El Vergel
LOCAL - Coordinates	00:47:51.3S 079:21:14.0W
LOCAL - Antenna Height	36.0 meters AGL
LOCAL - Bearing to Rene Descartes	354.82° from True North
LOCAL - Antenna Tilt angle	0.1°
LOCAL - Max Transmit Power setting while pointing	27 dBm
LOCAL - Predicted Receive Power	-56 dBm ± 5 dB
LOCAL - Max Transmit Power setting before Disarm	27 dBm
REMOTE - Site Name	Rene Descartes
REMOTE - Coordinates	00:41:33.9S 079:21:48.2W
REMOTE - Antenna Height	36.0 meters AGL
REMOTE - Bearing to El Vergel	174.82° from True North
REMOTE - Antenna Tilt angle	-0.2°
REMOTE - Max Transmit Power setting while pointing	27 dBm
REMOTE - Predicted Receive Power	-56 dBm ± 5 dB
REMOTE - Max Transmit Power setting before Disarm	27 dBm

Local Site	
Site Name	El Vergel
Hardware Platform	PTP-300 Series Integrated
Antenna Type	INTEGRATED - Built-in Antenna Dual Polar (23.0dBi)
Antenna Gain	23.0 dBi
Antenna Height	36 meters AGL
Site Elevation	155 meters AMSL
Mean Throughput Predicted	12.79 Mbps
Mean Throughput Required	10.00 Mbps
Receive Availability	99.9999 %
Minimum Throughput Required	7.50 Mbps
Ouptut Power	27.00 dBm
Local Site Location	00:47:51.3S 079:21:14.0W

Remote Site	
Site Name	Rene Descartes
Hardware Platform	PTP-300 Series Integrated
Antenna Type	INTEGRATED - Built-in Antenna Dual Polar (23.0dBi)
Antenna Gain	23.0 dBi
Antenna Height	36 meters AGL
Site Elevation	183 meters AMSL
Mean Throughput Predicted	12.79 Mbps
Mean Throughput Required	10.00 Mbps
Receive Availability	99.9999 %
Minimum Throughput Required	7.50 Mbps
Ouptut Power	27.00 dBm
Local Site Location	00:41:33.9S 079:21:48.2W

Link Throughput & Availability	
Mean Throughput Required	10.00
Mean Throughput Predicted	12.79
Percentage of Required Throughput	127.87
Link Symmetry	Symmetric
(Predicted) Availability	99.9999

Required user throughput	
Required User Data Throughput (Mbps)	7.50
Link Availability for User Data Throughput (%)	99.99

ENLACE C.E.I. EL VERGEL - AGNELIO HURTADO

PTP LINKPlanner Configuration Worksheet

08 October 2009

Prepared by LUCY MARIELA BARRENO REYES from ESPE Phone: 091856629 E-mail: camilu82@hotmail.com

Summary	
Link Name	El Vergel to Agnelio Hurtado
Link Type	Line-of-Sight
Maximum Obstruction	0 meters
Link Distance	26.680 kilometers
Free Space Path Loss	136.24 dB
Excess Path Loss	0.00 dB
User Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 10.64 Mbps assuming PTP-300 Series running the 300-02-00 software
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 GHz)
RF Channel Bandwidth	15 MHz
Description	

Installation Notes	
LOCAL - Site Name	El Vergel
LOCAL - Coordinates	00:47:51.3S 079:21:14.0W
LOCAL - Antenna Height	36.0 meters AGL
LOCAL - Bearing to Agnelio Hurtado	43.69° from True North
LOCAL - Antenna Tilt angle	0.6°
LOCAL - Max Transmit Power setting while pointing	11 dBm
LOCAL - Predicted Receive Power	-79 dBm ± 5 dB
LOCAL - Max Transmit Power setting before Disarm	11 dBm
REMOTE - Site Name	Agnelio Hurtado
REMOTE - Coordinates	00:37:26.7S 079:11:17.3W
REMOTE - Antenna Height	36.0 meters AGL
REMOTE - Bearing to El Vergel	223.69° from True North
REMOTE - Antenna Tilt angle	-0.8°
REMOTE - Max Transmit Power setting while pointing	11 dBm
REMOTE - Predicted Receive Power	-79 dBm ± 5 dB
REMOTE - Max Transmit Power setting before Disarm	11 dBm

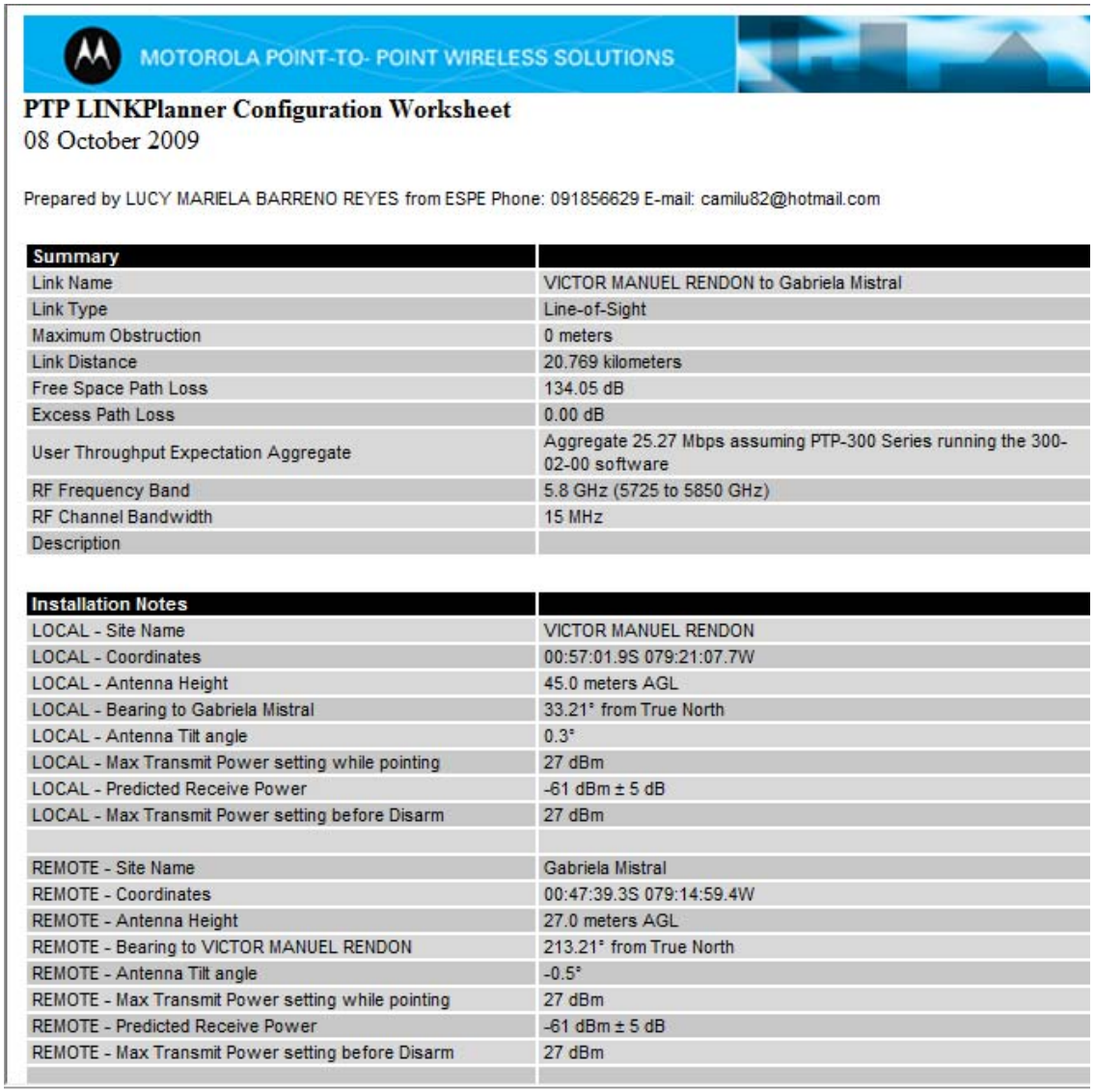
Local Site	
Site Name	El Vergel
Hardware Platform	PTP-300 Series Integrated
Antenna Type	INTEGRATED - Built-in Antenna Dual Polar (23.0dBi)
Antenna Gain	23.0 dBi
Antenna Height	36 meters AGL
Site Elevation	155 meters AMSL
Mean Throughput Predicted	5.32 Mbps
Mean Throughput Required	5.00 Mbps
Receive Availability	99.9994 %
Minimum Throughput Required	1.50 Mbps
Ouptut Power	11.00 dBm
Local Site Location	00:47:51.3S 079:21:14.0W

Remote Site	
Site Name	Agnelio Hurtado
Hardware Platform	PTP-300 Series Integrated
Antenna Type	INTEGRATED - Built-in Antenna Dual Polar (23.0dBi)
Antenna Gain	23.0 dBi
Antenna Height	36 meters AGL
Site Elevation	465 meters AMSL
Mean Throughput Predicted	5.32 Mbps
Mean Throughput Required	5.00 Mbps
Receive Availability	99.9994 %
Minimum Throughput Required	1.50 Mbps
Ouptut Power	11.00 dBm
Local Site Location	00:37:26.7S 079:11:17.3W

Link Throughput & Availability	
Mean Throughput Required	5.00
Mean Throughput Predicted	5.32
Percentage of Required Throughput	106.40
Link Symmetry	Symmetric
(Predicted) Availability	99.9994

Required user throughput	
Required User Data Throughput (Mbps)	1.50
Link Availability for User Data Throughput (%)	99.99

ENLACE VICTOR MANUEL RENDÓN - GABRIELA MISTRAL



MOTOROLA POINT-TO- POINT WIRELESS SOLUTIONS

PTP LINKPlanner Configuration Worksheet

08 October 2009

Prepared by LUCY MARIELA BARRENO REYES from ESPE Phone: 091856629 E-mail: camilu82@hotmail.com

Summary	
Link Name	VICTOR MANUEL RENDON to Gabriela Mistral
Link Type	Line-of-Sight
Maximum Obstruction	0 meters
Link Distance	20.769 kilometers
Free Space Path Loss	134.05 dB
Excess Path Loss	0.00 dB
User Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 25.27 Mbps assuming PTP-300 Series running the 300-02-00 software
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 GHz)
RF Channel Bandwidth	15 MHz
Description	

Installation Notes	
LOCAL - Site Name	VICTOR MANUEL RENDON
LOCAL - Coordinates	00:57:01.9S 079:21:07.7W
LOCAL - Antenna Height	45.0 meters AGL
LOCAL - Bearing to Gabriela Mistral	33.21° from True North
LOCAL - Antenna Tilt angle	0.3°
LOCAL - Max Transmit Power setting while pointing	27 dBm
LOCAL - Predicted Receive Power	-61 dBm ± 5 dB
LOCAL - Max Transmit Power setting before Disarm	27 dBm
REMOTE - Site Name	Gabriela Mistral
REMOTE - Coordinates	00:47:39.3S 079:14:59.4W
REMOTE - Antenna Height	27.0 meters AGL
REMOTE - Bearing to VICTOR MANUEL RENDON	213.21° from True North
REMOTE - Antenna Tilt angle	-0.5°
REMOTE - Max Transmit Power setting while pointing	27 dBm
REMOTE - Predicted Receive Power	-61 dBm ± 5 dB
REMOTE - Max Transmit Power setting before Disarm	27 dBm

Local Site	
Site Name	VICTOR MANUEL RENDON
Hardware Platform	PTP-300 Series Integrated
Antenna Type	INTEGRATED - Built-in Antenna Dual Polar (23.0dBi)
Antenna Gain	23.0 dBi
Antenna Height	45 meters AGL
Site Elevation	104 meters AMSL
Mean Throughput Predicted	12.63 Mbps
Mean Throughput Required	12.00 Mbps
Receive Availability	99.9999 %
Minimum Throughput Required	4.50 Mbps
Ouptut Power	27.00 dBm
Local Site Location	00:57:01.9S 079:21:07.7W

Remote Site	
Site Name	Gabriela Mistral
Hardware Platform	PTP-300 Series Integrated
Antenna Type	INTEGRATED - Built-in Antenna Dual Polar (23.0dBi)
Antenna Gain	23.0 dBi
Antenna Height	27 meters AGL
Site Elevation	271 meters AMSL
Mean Throughput Predicted	12.63 Mbps
Mean Throughput Required	12.00 Mbps
Receive Availability	99.9999 %
Minimum Throughput Required	4.50 Mbps
Ouptut Power	27.00 dBm
Local Site Location	00:47:39.3S 079:14:59.4W

Link Throughput & Availability	
Mean Throughput Required	12.00
Mean Throughput Predicted	12.63
Percentage of Required Throughput	105.29
Link Symmetry	Symmetric
(Predicted) Availability	99.9999

Required user throughput	
Required User Data Throughput (Mbps)	4.50
Link Availability for User Data Throughput (%)	99.99

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CONATEL, “Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada”, Consulta: Julio2007.www.conatel.gov.ec/website/baselegal/leyes.php?nomb_grupo=leyes&cod_nivel=n1&cod_cont=21.

[2] www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=362%3Ala-educacion-punto-clave-para-el-fodetel&Itemid=184

[3] Reid - Seide, Neil - Ron, 802.11 9 (Wi-Fi), Manual de Redes Inalámbricas, 3ra.Edición. Ed. Prentice Hall

[4] Huidobro Moya, José Manuel, Tecnologías de TELECOMUNICACIONES.

[5] Rey, Eugenio, Telecomunicaciones Móviles, 1ra. Edición, Ed. Alfaomega Marcombo.

[6] Huidobro, José Manuel, Todo sobre Comunicaciones, 2da. Edición

[7] Herrera, Introducción a la Telecomunicaciones Modernas, 1ra. Edición

[8] ROBLES, José, Radio Enlace Analógico (Apuntes de Clase), Primera Edición, 1999.

[9] WIKIPEDIA, “Proveedor de servicios de Internet”, Consulta: Agosto 2007

http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Proveedor_de_servicios_de_Internet&action=edit&section=1.

[10] Anónimo, “Transmisión de datos framerelay”, Consulta: Agosto 2007

[11] www.monografias.com/trabajos26/transmision-datos/transmision-datos.shtml

[12] INEC, Cantón Valencia, www.inec.gov.ec/document_library/get_file?, 31 de diciembre del 2008. www.los-rios.gov.ec/Valencia.html

[13] INEC, Mapa de Valencia, www.inec.gov.ec/document_library/get_file?, 31 de diciembre del 2008.

[14] Malla Libia y Manzano Andrea, “Diseño de una red integrada de voz, datos y video para la Fuerza Aérea Ecuatoriana utilizando tecnología de banda ancha inalámbrica”, Febrero 2008

[15] 33. CPT200: Canopy Technical Training Course, curso de certificación Motorola dictado en la organización New Horizons en un total de 40 horas hasta el día 24 de octubre de 2008

[16] www.motorola.com/staticfiles/Business/Products/Accessories/A%20-%20C/.../Network_Planning_Guide_2008_Issue_1_New. pdf

[17] www.fcc.gov/cgb/broadband_spanish.html

[18] www.motorola.com/Business/XL-ES/Product+Lines/MOTOwi4/wi4+Fixed

[19] www.motorola.com/Business/XL-

[20] www.radiocomunicacion.com.pe/conapy/especificaciones%20del%20sistema.pdf

[21] Curso Motorola CPT200, Estudio de la Plataforma Canopy de Motorola, Seguridad

[22] www.elciudadano.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=2946:cayambe-cuenta-con-internet-gracias-al-fodetel

[23] www.monografias.com/trabajos/redesconcep/redesconcep.shtml

[24] es.wikipedia.org/wiki/Transmisi%C3%B3n_de_datos

[25] es.wikipedia.org/wiki/Banda_ancha

[26] www.cplus.org/rmw/english1.html

[27] www.pizon.org/radio-mobile-tutorial/index.html

[28] www.wilac.net/descargas/documentos/5ri.pdf

FECHA DE ENTREGA

El presente proyecto de grado fue entregado en la fecha

Sangolquí, _____ 2009

Realizado por

_____

Lucy Mariela Barreno Reyes

_____

Ing. Gonzalo Olmedo

COORDINADOR DE LA CARRERA DE TELECOMUNICACIONES