

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERÍA ELECTRONICA

“DISEÑO DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES  
PARA CONECTAR 79 INSTITUCIONES ESTATALES,  
DEL CANTÓN MONTUFAR -SAN GABRIEL, PROVINCIA  
DEL CARCHI AL SERVICIO DE VOZ Y DATOS.”

Autor

**Santiago Manuel Chamorro Carrillo**

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2009

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el siguiente proyecto de titulado “Diseño de la red de telecomunicaciones para conectar 79 instituciones estatales, del Cantón Montufar -San Gabriel, Provincia del Carchi al servicio de voz y datos.” fue desarrollado en su totalidad por el señor Santiago Manuel Chamorro Carrillo con C.I. 171604980-2 bajo nuestra dirección.

---

Ing. Fabián Sáenz  
DIRECTOR

---

Ing. Carlos Romero  
CODIRECTOR

## **RESUMEN**

El presente proyecto trata acerca del diseño y estudio de una red de telecomunicaciones para poder conectar a 79 instituciones estatales al servicio de voz y datos y proveerlas de Internet, dichas instituciones se encuentran ubicadas en la provincia del Carchi, cantón Montufar, ciudad de San Gabriel, y con esto contribuir y promover el desarrollo de las telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano marginales del país.

Para poder llevar a cabo este proyecto se estudiaron a fondo algunos conceptos de redes de comunicación y de las tecnologías que se podrían usar para el diseño y en un futuro la implementación del mismo.

Para el diseño de las redes se realizó un laborioso trabajo de campo, visitando a las instituciones beneficiarias del proyecto, con este trabajo se pudo obtener datos muy relevantes y sobre todo provechosos para la realización de los diseños tales como las ubicaciones exactas de cada institución, sus coordenadas geográficas, número de alumnos, y si posee algún tipo de infraestructura tanto informática (computadoras) como arquitectónica capaz de soportar al equipamiento a usarse.

El diseño de la red fue llevado a cabo gracias a la utilización del programa Radio Mobile, software libre que permite tener y calcular datos muy importantes para el momento realizar el diseño de una red, tales como las distancias entre instituciones, ganancias, pérdidas, alturas y tipos de las antenas a usarse y sobre todo permite realizar una simulación del enlace.

Finalmente se analiza la factibilidad económica y se concluye que realizar un proyecto de esta magnitud es totalmente viable en el aspecto económico y muy provechoso en el aspecto social.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar quisiera agradecer a DIOS ya que sin su iluminación divina no podría estar pasando por estos momentos tan felices de mi vida. Además desearía agradecer a todas las personas que me han ayudado a dar este gigantesco paso en mi vida como son mi madre y mi padre que siempre me han sabido guiar y dar excelentes consejos cuando más los necesite, a mis hermanas que han sabido escucharme siempre y a todo mi grupo de amigos que sin su fiel y desinteresada ayuda y alegría no podría encontrarme culminando en estos momentos esta etapa tan importante de mi vida.

## **DEDICATORIA**

En este momento de tal trascendencia en mi vida quisiera dedicar este proyecto a todas las personas que estuvieron a mi lado apoyándome cuando más lo necesite, a mis padres, y en especial a dos personas que cambiaron mi vida de manera positiva y significativamente, y siempre estuvieron empujándome para seguir adelante aun en los peores momentos, a mi amigo de toda la vida Rommel Asitimbay y a la señorita Alexandra Donoso, mi novia, mi incondicional amiga.

## **PRÓLOGO**

En un país en crecimiento como es el caso del Ecuador, las telecomunicaciones constituyen un pilar primordial en el desarrollo económico y social, pues contribuyen a incrementar la eficiencia de la administración, de la educación, de la salud, de los procesos de producción, la industria y el comercio. Por parte del gobierno existe preocupación por mejorar los estándares de vida de la población, y ha conceptualizado como derecho de toda persona el acceso, por lo menos a un servicio básico de telecomunicaciones.

En consecuencia el FODETEL, al ser el encargado de diseñar planes y programas que garanticen el acceso y la implantación de nuevas tecnologías de la información, ha considerado dentro de sus proyectos al Cantón Montufar – San Gabriel ubicado en la Provincia del Carchi, como un beneficiario más del Plan de Servicio Universal.

Los proyectos desarrollados por el FODETEL, se constituyen en un importante paso para alcanzar cobertura geográfica, como es el caso del cantón Montufar, con bajo índice de penetración, generando un impacto positivo en la expansión de servicios, que contribuyan a un crecimiento económico, social y cultural, de esta población.

Es por esta razón que el presente proyecto se decide llevar a cabo, con la finalidad de contribuir al desarrollo del país e incrementar sus estándares de vida ligados al área de las telecomunicaciones, inicialmente se procederá con la provincia del Carchi, cantón Montufar, ciudad de San Gabriel, pero se espera ser el pionero para realizar un estudio extenso a lo largo de todo el país.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPITULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>FUNDAMENTOS DE INTERNET</b> .....	<b>1</b>
1.1. DEFINICIÓN.....	1
1.2. HISTORIA.....	1
1.3. SISTEMA DE COMUNICACIÓN .....	3
1.4. RED DE COMPUTADORAS .....	3
1.5. PARÁMETROS DE COMPARACIÓN DE REDES.....	4
1.5.1. Costo:.....	4
1.5.2. Sensibilidad Tecnológica: .....	4
1.5.3. Retardo de Transferencia:.....	4
1.5.4. Desempeño: .....	5
1.5.5. Confiabilidad:.....	5
1.5.6. Modularidad: .....	5
1.5.7. Compatibilidad: .....	5
1.6. DISPOSITIVOS DE RED (NETWORKING).....	6
1.6.1. Usuario Final: .....	6
1.6.2. De Red: .....	6
1.7. TIPOS DE REDES .....	7
1.7.1. Redes LAN (Local Area Network).....	7
1.7.2. Redes MAN (Metropolitan Area Network).....	8
1.7.3. Redes WAN (Wide Area Network).....	8
1.8. TOPOLOGIA DE RED .....	8
1.8.1. Topología de red tipo Anillo .....	9

1.8.2.	Topología de red tipo Bus .....	12
1.8.3.	Topología de red tipo Estrella .....	13
1.9.	ARQUITECTURA DE REDES .....	14
1.10.	MODELO OSI .....	15
1.11.	MODELO TCP/IP .....	18
1.11.1.	Capa de Acceso a la Red.....	19
1.11.2.	Capa Internet.....	19
1.11.3.	Capa de Transporte .....	20
1.11.4.	Capa de Aplicación.....	21
1.12.	MODELO OSI vs TCP/IP.....	22
1.12.1.	Similitudes .....	22
1.12.2.	Diferencias .....	22
1.13.	DIRECCIONAMIENTO IP.....	23
1.13.1.	Creación de subredes .....	25
1.14.	MEDIOS DE COMUNICACIÓN.....	27
1.14.1.	Cable Coaxial.....	27
1.14.2.	Cable STP .....	28
1.14.3.	Cable FTP .....	29
1.14.4.	Cable UTP.....	30
1.14.5.	Fibra Óptica .....	32
1.14.6.	Medio Inalámbrico.....	33
1.14.7.	Enlaces Satelitales.....	34
1.14.8.	Tecnología VSAT .....	35
1.15.	SEGURIDAD EN LAS REDES .....	36

1.15.1.	Mecanismos de Seguridad .....	37
1.16.	CRECIMIENTO DEL INTERNET EN EL MUNDO .....	39
1.17.	SERVICIOS QUE PRESTA INTERNET .....	40
1.18.	EL INTERNET EN LA SOCIEDAD .....	41
1.19.	INTERNET EN LA EDUCACIÓN .....	42
1.20.	EL INTERNET EN EL ECUADOR.....	44
1.21.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL INTERNET.....	52
1.21.1.	Ventajas .....	52
1.21.2.	Desventajas .....	53
<b>CAPITULO 2</b>	.....	<b>54</b>
<b>ESTUDIO DE CAMPO</b>	.....	<b>54</b>
2.1.	INFORMACIÓN GEOGRÁFICA .....	54
2.2.	CANTÓN MONTUFAR .....	58
2.2.1.	Delimitación Geográfica.....	58
2.2.2.	Área y Población .....	59
2.2.3.	Estudio de elevaciones .....	59
2.2.4.	Análisis del nivel de educativo.....	60
2.2.5.	Análisis Socioeconómico .....	63
2.2.6.	Introducción del Internet .....	64
2.2.7.	Infraestructuras y operadoras existentes.....	64
2.3.	TRABAJO DE CAMPO .....	65
2.4.	INTERVENCIÓN DE LA I.M.C.M.....	67
2.5.	ESTUDIO DE BENEFICIARIOS .....	67
2.6.	SELECCIÓN DE LOCALIDADES .....	68

2.6.1.	Municipio de Montufar y Cerro Chiles .....	69
2.6.2.	Escuela Dr. Alberto Acosta Soberon.....	71
2.6.3.	Unidad Educativa San Francisco.....	72
2.6.4.	Centro Artesano 27 de Septiembre.....	73
2.6.5.	Escuela Secundino Chamorro.....	74
2.6.6.	Colegio Nacional Técnico La Paz .....	75
2.7.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOREFERENCIADA DE LOS CENTROS BENEFICIADOS.....	76
2.8.	MAPA DE UBICACIÓN DE LAS INSTITUCIONES ESTATALES .....	82
2.9.	SOFTWARE A UTILIZARSE.....	83
2.9.1.	Radio Mobile .....	84
<b>CAPITULO 3.....</b>		<b>96</b>
<b>DISEÑO TECNICO DE LA RED.....</b>		<b>96</b>
3.1.	PÉRDIDAS EN UN RADIOENLACE .....	96
3.1.1.	Margen de Desvanecimiento .....	97
3.1.2.	Protuberancia de la tierra.....	97
3.1.3.	Zonas de Fresnel.....	100
3.1.4.	Margen sobre obstáculos .....	101
3.1.5.	Pérdida por absorción atmosférica .....	103
3.1.6.	Pérdidas por Lluvia.....	103
3.1.7.	Pérdidas por Reflexión .....	103
3.1.8.	Pérdidas por trayectos múltiples.....	104
3.1.9.	Pérdidas en espacio libre .....	104
3.2.	GANANCIAS EN UN RADIOENLACE .....	105

3.2.1.	Ganancia de las Antenas.....	105
3.2.2.	Potencia de Transmisión.....	105
3.2.3.	Confiabilidad de un sistema .....	105
3.3.	ESQUEMA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS.....	106
3.4.	ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS .....	108
3.4.1.	Alternativa del Medio con Cobre .....	108
3.4.2.	Alternativa del Medio con Fibra Óptica.....	109
3.4.3.	Alternativa del Medio Inalámbrico (Wi-fi) .....	110
3.4.4.	Alternativa de Medio Inalámbrico Satelital, Tecnología VSAT .....	111
3.4.5.	Comparación de Tecnologías .....	112
3.4.6.	Conclusión.....	113
3.5.	ESTRUCTURA GENERAL DE LA RED .....	113
3.6.	DISEÑO DE LA RED WAN.....	115
3.6.1.	Selección de puntos repetidores .....	117
3.6.2.	Análisis de los enlaces.....	119
3.6.3.	Perfiles de los enlaces.....	120
3.6.4.	Coberturas.....	120
3.7.	DISEÑO DE LA RED LAN.....	121
3.8.	ESQUEMA LOGICO DE LA RED WAN.....	123
3.9.	ESQUEMA LOGICO DE LA RED LAN .....	128
3.10.	ENLACE DE BACKBONE.....	129
3.11.	RED DE TRANSPORTE.....	129
3.12.	RED DE ACCESO.....	130
3.13.	CONEXIONES A REALIZARSE.....	131

3.14.	ESQUEMA DE INTERCONEXION FINAL.....	132
3.15.	ESPECTRO RADIOELECTRICO A USARSE.....	134
3.15.1.	Spread Spectrum.....	134
3.15.2.	Espectro para enlaces satelitales.....	135
3.15.3.	Conclusión.....	136
3.16.	DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES.....	137
3.17.	SEGURIDAD EN LA INTERNET.....	140
3.17.1.	Firewall.....	143
3.17.2.	Proxy.....	143
3.18.	EQUIPAMIENTO A USARSE EN LA RED.....	146
3.19.	ASPECTOS LEGALES.....	149
<b>CAPITULO 4</b>	.....	<b>158</b>
<b>ANALISIS DE COSTOS</b>	.....	<b>158</b>
4.1.	COSTOS DE LA INVERSIÓN.....	159
4.1.1.	Costo de los equipos para red WAN.....	159
4.1.2.	Costo del equipamiento informático y red LAN.....	161
4.1.3.	Costos de Infraestructura.....	162
4.2.	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	163
4.2.1.	Costo de arrendamiento e instalación del servicio de Internet.....	164
4.2.2.	Costo del uso del espectro radioeléctrico.....	165
4.2.3.	Costos por mantenimiento.....	166
4.3.	INGRESOS.....	168
4.4.	EGRESOS.....	169
4.5.	PLANES DE SOSTENIBILIDAD.....	170

4.6. FLUJO EFECTIVO .....	170
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>174</b>
• CONCLUSIONES.....	174
• RECOMENDACIONES .....	175
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>176</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>178</b>
Anexo 1: Perfiles de los Enlaces .....	179
Anexo 2: COBERTURAS .....	218
Anexo 2.1. Cobertura Torre Principal.....	218
Anexo 2.2 Cobertura Repetidor Tanque de Agua Cristobal Colon .....	218
Anexo 2.3 Cobertura Repetidor Tanques de Agua San Gabriel .....	219
Anexo 2.4 Cobertura Repetidor Col. Jose Julian A. ....	219
Anexo 2.5 Cobertura Repetidor Gonzalo Pizarro .....	219
Anexo 2.6 Cobertura Repetidor Esc. Venezuela .....	220
Anexo 2.7 Cobertura Repetidor Esc. Luis del Campo.....	220
Anexo 2.8 Cobertura Repetidor Col. Manuel Quiroga .....	220
Anexo 2.9 Cobertura Repetidor Rumichaca .....	221
Anexo 2.10 Cobertura Repetidor Esc. 24 de Mayo .....	221

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1: Operadoras que brindan servicio de Internet en el Ecuador y sus zonas de cobertura (Fuente: <a href="http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/v_agregado/estadisticas/internet.htm">http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/v_agregado/estadisticas/internet.htm</a> ) .....	46
Tabla 2. 1: Población de la provincia del Carchi por Cantones y zonas (Fuente: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador).....	56
Tabla 2. 2: Análisis de promedios educativos (Fuente: <a href="http://www.carchi.gov.ec">http://www.carchi.gov.ec</a> ).....	57
Tabla 2. 3: Parroquias del cantón Montufar (Fuente: I.M.C.Montufar ).....	59
Tabla 2. 4: Elevaciones de la provincia del Carchi (Fuente: <a href="http://www.carchi.gov.ec">http://www.carchi.gov.ec</a> ).....	59
Tabla 2. 5: Cobertura de las operadoras celulares en el cantón Montufar.....	65
Tabla 2. 6: Encuesta para las instituciones beneficiarias.....	66
Tabla 2. 7: Información Técnica de las instituciones.....	76
Tabla 2. 8: Información geográfica de las instituciones.....	79
Tabla 3. 1. Tabla comparativa de los medios de comunicación.....	112
Tabla 3. 2. Designación de Puntos Repetidores.....	117
Tabla 3. 3. Direccionamiento lógico de la Red WAN (gran red).....	125
Tabla 3. 4. Direccionamiento WAN repetidores.....	126
Tabla 3. 5. Normas establecidas por el FODETEL sobre el ancho de banda requerido según el numero de computadoras (Fuente: FODETEL).....	137
Tabla 3. 6. Dimensionamiento de ancho de banda para cada institución.....	138
Tabla 3. 7. Valores de la Tarifa A.....	156

Tabla 3. 8. Valores de la Tarifa C.....	157
Tabla 4. 1. Costo de la red WAN .....	159
Tabla 4. 2. Costos de equipos informáticos y redes LAN .....	161
Tabla 4. 3. Costos de Infraestructura.....	162
Tabla 4. 4. Costo total de la inversión .....	163
Tabla 4. 5. Costos de sistemas Punto – Multipunto .....	165
Tabla 4. 6. Costo total del uso del Espectro Radioeléctrico .....	166
Tabla 4. 7. Total de costos de operación y mantenimiento .....	167
Tabla 4. 8. Costo total del proyecto.....	167
Tabla 4. 9. Egresos de la red.....	169
Tabla 4. 10. Flujo de Caja Efectivo para el proyecto de red en el Cantón Montufar .....	173

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1: Diagrama de Bloques de un Sistema de Comunicación .....	3
Figura 1. 2: Dispositivos de Red .....	7
Figura 1. 3: Repetidor en modo escucha .....	10
Figura 1. 4: Repetidor en modo de transmisión.....	11
Figura 1. 5: Repetidor en modo bypass .....	11
Figura 1. 6: Topología de red tipo Anillo (a. Topología Física; b. Topología Lógica).....	12
Figura 1. 7: a.) Topología Física Bus; b.) Topología Lógica Bus .....	13
Figura 1. 8: Ejemplo de una red con topología tipo estrella.....	14
Figura 1. 9: Arquitectura de red Modular (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	15
Figura 1. 10: Comunicación entre dos sistemas mediante Modelo OSI (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	16
Figura 1. 11: Comunicación entre dos sistemas con sus respectivos PDU's (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	18
Figura 1. 12: Cabeceras aumentadas en las distintas capas por los protocolos implementados (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	18
Figura 1. 13: Capas del modelo TCP/IP (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	19
Figura1. 14: Handshake de tres vías (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	21
Figura 1. 15: Modelo OSI vs TCP/IP (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	23

Figura 1. 16: Ejemplo de dos direcciones IP en modo decimal y binario (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	23
Figura 1. 17: Espacio de red y hosts clase A (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	24
Figura 1. 18: Espacio de red y hosts clase B (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	24
Figura 1. 19: Espacio de red y hosts clase C (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	25
Figura 1. 20: Ejemplo de una red con direccionamiento IP (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	26
Figura 1. 21: Cable Coaxial (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	28
Figura 1. 22: Cable STP (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	29
Figura 1. 23: Cable UTP (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	31
Figura 1. 24: Conexiones con cable directo, cruzado y de consola (codificación de colores) (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	32
Figura 1. 25: Fibra Óptica (monomodo y multimodo) (Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking).....	33
Figura 1. 26: Internet en el mundo (Fuente: <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_a_Internet">http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_a_Internet</a> ) .....	39
Figura 1. 27: Porcentaje de uso de los servicios que ofrece el Internet (Fuente: <a href="http://www.uclm.es/profesorado/ricardo/WEBNNTT/Bloque%202/Internet%202.htm">http://www.uclm.es/profesorado/ricardo/WEBNNTT/Bloque%202/Internet%202.htm</a> ).....	41

Figura 1. 28: Porcentaje de penetración nacional al Internet por provincias (Fuente: <a href="http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/v_agregado/estadisticas/usuarios%20internet%20provincias%20porcentaje.htm">http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/v_agregado/estadisticas/usuarios%20internet%20provincias%20porcentaje.htm</a> ).....	45
Figura 2. 1: Ubicación de la Provincia del Carchi en el mapa del Ecuador (Fuente: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador).....	55
Figura 2. 2: Ubicación Geográfica del cantón Montufar (Fuente: SIISE).....	58
Figura 2. 3: Porcentaje de Analfabetismo en el cantón Montufar .....	60
Figura 2. 4: Porcentaje de personas que han culminado el nivel Primario.....	61
Figura 2. 5: Porcentaje de personas que han culminado el nivel secundario .....	61
Figura 2. 6: Porcentaje de personas con algún tipo de educación superior .....	62
Figura 2. 7: Análisis Social del cantón Montufar.....	63
Figura 2. 8: Ingreso al cantón Montufar .....	69
Figura 2. 9: Vista del Cerro Chiles desde la ciudad de San Gabriel.....	69
Figura 2. 10: Municipio del Cantón Montufar .....	70
Figura 2. 11: Camino hacia el Cerro Chiles .....	70
Figura 2. 12: Escuela Dr. Alberto Acosta.....	71
Figura 2. 13: Sala de computación .....	71
Figura 2. 14: Unidad Educativa San Francisco .....	72
Figura 2. 15: Aula de computación .....	72
Figura 2. 16: Centro Artesano 27 de Septiembre .....	73
Figura 2. 17: Computadoras del Centro Artesanal .....	73
Figura 2. 18: Escuela Secundino Chamorro .....	74

Figura 2. 19: Aula de Computación.....	74
Figura 2. 20: Colegio La Paz.....	75
Figura 2. 21: Aula de Computación.....	75
Figura 2. 22. Mapa cantonal con la ubicación de las instituciones estatales.....	82
Figura 2. 23. Mapa parroquial con la ubicación de las instituciones estatales.....	83
Figura 2. 24: Configuración del programa Radio Mobile.....	85
Figura 2. 25: Inicialización de una nueva red.....	85
Figura 2. 26: Propiedades de las Unidades.....	86
Figura 2. 27: Parámetros de la red.....	87
Figura 2. 28: Topología de la red.....	87
Figura 2. 29: Miembros de la red.....	88
Figura 2. 30: Configuración del sistema de la red.....	89
Figura 2. 31: Estilo de la red.....	90
Figura 2. 32: Propiedades del mapa.....	91
Figura 2. 33: Opción cobertura de antena.....	92
Figura 2. 34: Cobertura polar.....	93
Figura 2. 35: Visualización de las redes, unidades y enlaces.....	94
Figura 2. 36: Ejemplo de perfil de un enlace de red.....	95
Figura 3. 1: Índice de Refracción.....	97
Figura 3. 2: <i>Valores de k con los que se tiene un radio equivalente al de la tierra. (El haz de la señal seguiría el mismo trayecto de la tierra si <math>K = \infty</math>)</i> .....	100

Figura 3. 3: Primera Zona de Fresnel .....	100
Figura 3. 4: Esquema de un obstáculo en un enlace inalámbrico.....	102
Figura 3. 5: Confiabilidad en sistemas múltiples .....	106
Figura 3. 6: Esquema de pérdidas y ganancias en un enlace inalámbrico.....	107
Figura 3. 7. Esquema de un cableado mediante cobre (Fuente: Programa Cisco Networking) .....	109
Figura 3. 8. Esquema de una conexión con Fibra Óptica (Fuente: Programa Cisco Networking) .....	110
Figura 3. 9. Esquema de un radioenlace (Fuente: Programa Cisco Networking) .....	111
Figura 3. 10. Esquema de un enlace satelital (Fuente: Ayuda Técnica, Sistemas Avanzados de Telecomunicaciones, 9no Nivel ESPE).....	112
Figura 3. 11. Estructura General de la Red.....	114
Figura 3. 12. Esquema y Topología de la Red WAN.....	116
Figura 3. 13. Red WAN en Radio Mobile (las pequeñas torres representan las repetidoras) .	119
Figura 3. 14. Parte externa de la red LAN.....	121
Figura 3. 15. Primera alternativa para la red LAN .....	122
Figura 3. 16. Segunda alternativa para la red WLAN .....	123
Figura 3. 17. Grafico explicativo de la red WAN .....	124
Figura 3. 18. Ejemplo del esquema lógico de la red LAN .....	129
Figura 3. 19. Red de Transporte, Acceso y Backbone Principal .....	130
Figura 3. 20. Esquema de Interconexión Final.....	133
Figura 3. 21. Esquema de un Servidor Proxy .....	145

# CAPITULO 1

## FUNDAMENTOS DE INTERNET

### 1.1. DEFINICIÓN

El concepto de Internet en realidad es muy general en cuanto a su especificación, razón por la cual se realizara un análisis más detallado sobre el tema en los puntos a tratarse más adelante. Algunos expertos definen la Internet como “*La Red de Redes*” y otros como “*La Autopista de la información*”. Basados en estas definiciones se puede decir que:

*“Internet es una interconexión mundial de redes informáticas que permite a las computadoras conectadas, comunicarse directamente con el fin de compartir algún tipo de información”*

### 1.2. HISTORIA

Internet comienza a principios de los años 70 como una red del Departamento de Defensa de los EEUU (DOD), llamada ARPAnet. Esta tenía como finalidad el poder soportar fallas parciales en la red y aún así funcionar correctamente. Para lo cual las computadoras buscaban caminos alternos para lograr la conexión. Lo único que se requería, era la dirección de la computadora a la que tenía que llegar la información. Esta dirección era llamada Protocolo Internet (IP).

A principios de los 80, se desarrollaron redes locales "Ethernet", y dado que todos se comunicaban mediante el protocolo IP, se vieron las ventajas de poder comunicarse no sólo con ARPAnet, sino con cualquier otra red.

A finales de los 80, la Fundación Nacional de las Ciencias (NSF) creó cinco Súper-Centros Regionales de Computación. Dado el costo de estos centros, sólo se crearon cinco, lo que hacía obligatorio el compartir recursos. Para dar acceso a investigadores y administradores, éstos tenían que conectar su centro a los Súper-Centros, para ello se pensó en ARPAnet, pero por problemas burocráticos se abandonó esta idea. Fue entonces que la NSF creó su propia red NSFNET, utilizando la tecnología IP de ARPAnet, a través de líneas especiales de teléfono.

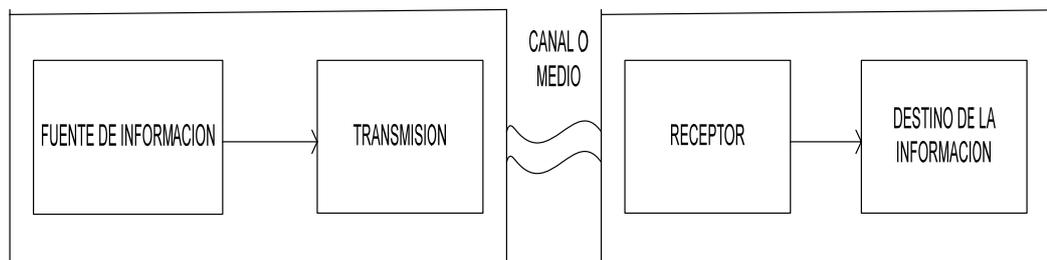
En ese entonces, las líneas telefónicas tenían un costo muy elevado, razón por la cual la NSF creó redes regionales, las cuales se encontraban interconectadas entre si y a estas, estaban conectadas todas las computadoras vecinas, con lo cual todas las computadoras se encontraban conectadas con cualquier otra, de esta manera se pudieron dar cuenta que se podía transmitir todo tipo de información y resulto ser un éxito total.

En 1987 se mejoró la red reemplazando líneas telefónicas y computadoras por versiones que permitían mayor velocidad de transmisión y ejecución. Esta red se abrió a la mayoría de investigadores, funcionarios de gobierno y concesionarios, extendiéndose de esta manera a organizaciones internacionales de investigación.

A finales de los 80, Internet se convirtió en el nombre real de la red. A principios de los 90, se autorizó el ingreso de algunas compañías comerciales y empezó a expandirse el acceso internacional. Hoy en día, el Internet es la herramienta más usadas a nivel mundial por jóvenes y adultos para diversos tipos de trabajos que van desde consultas estudiantiles hasta negocios internacionales.

### 1.3. SISTEMA DE COMUNICACIÓN

Un sistema de comunicación es en el cual un dato es transmitido desde una ubicación física A hacia otra ubicación física B. Consta de tres partes fundamentales: El Transmisor, El Receptor y El Canal.



**Figura 1. 1: Diagrama de Bloques de un Sistema de Comunicación**

### 1.4. RED DE COMPUTADORAS

Una red de computadoras no es más que un conjunto de unidades de procesamiento (PC's, impresoras, faxes y otros dispositivos electrónicos) vinculados mediante un medio de comunicación de modo que las partes puedan trabajar juntas y compartir información entre ellas.

Cada dispositivo electrónico debe tener un adaptador de red para que pueda pertenecer al grupo de trabajo, el cual, como su nombre lo indica, tiene la función de adaptar la información proveniente de las unidades de procesamiento a los medios de comunicación. Además, tiene implementado el protocolo de red. Otra peculiaridad de los adaptadores de red es que posee un número de registro dado por el fabricante único en todo el mundo y con el cual se lo puede reconocer en cualquier parte del mundo (Dirección Física).

## 1.5. PARÁMETROS DE COMPARACIÓN DE REDES

Los parámetros de comparación entre redes permiten tener la idea de cuan buena es una red respecto de otra, para lo cual se debe tomar en cuenta algunos parámetros.

### 1.5.1. Costo:

Valor a pagar para implementar la red. Incluye el costo del medio físico a usarse, equipos a ser usados y de los adaptadores de red.

### 1.5.2. Sensibilidad Tecnológica:

Capacidad que tiene una red para aceptar servicios futuros, es decir aceptar los servicios para los que fue creada y para los que se puedan exigir en el futuro.

### 1.5.3. Retardo de Transferencia:

Está compuesto por dos tiempos:

- **Tiempo de acceso:** tiempo que corre desde que la unidad de procesamiento genera un mensaje hasta que esta, gana el acceso para ella y solamente para ella.
- **Tiempo de transmisión:** tiempo desde que inicia la transmisión en el medio hasta que el mensaje llega a su destino.

#### **1.5.4. Desempeño:**

Parámetro que da la medida de capacidad de procesamiento de la red. Depende de la unidad de procesamiento, medio de comunicación y los protocolos usados para la transmisión (existen protocolos mejores que otros y que no exigen mucha capacidad de procesamiento).

#### **1.5.5. Confiabilidad:**

Se mide en base de dos parámetros:

- **MTBF:** (mean time between failures), parámetro que se encuentra en los adaptadores de red, es decir de fabrica, es el tiempo de operación antes de que el equipo presente una falla.
- **MTTR:** (mean time to repair), es el tiempo medio que se necesita para realizar una reparación en el equipo.

#### **1.5.6. Modularidad:**

Característica que tiene una red en su implementación, es decir, que pueda ser implementada por módulos para en el futuro realizar cambios sin afectar a las demás partes de la red.

#### **1.5.7. Compatibilidad:**

Capacidad que tiene la red para aceptar componentes de distintas marcas o fabricantes.

## **1.6. DISPOSITIVOS DE RED (NETWORKING)**

Un dispositivo de red es aquel equipo que se conecta de forma directa a un segmento de red. Se puede considerar dos tipos de dispositivos de red.

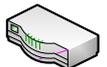
### **1.6.1. Usuario Final:**

También conocidos como host, es aquel que presta servicios directos al usuario, es decir, lo ayuda a compartir, crear y obtener información. Comprende entre computadoras, impresoras, escáner, etc.

### **1.6.2. De Red:**

También conocidos como equipos intermedios, son aquellos dispositivos que conectan entre sí a los hosts, posibilitando su intercomunicación.

En la Figura 1.2 se pueden apreciar los distintos tipos de dispositivos que se usan en una red.

USUARIO FINAL	DISPOSITIVO DE RED	
	Equipo	Símbolo
 PC	 HUB	
 MAC	 SWITCH	
 PORTATIL	 ROUTER	
 IMPRESORA	 PUENTE - BRIDGE	
 FAX	 NUBE DE RED	
 SCANNER		

**Figura 1. 2: Dispositivos de Red**

## 1.7. TIPOS DE REDES

Las redes se las puede clasificar según el área geográfica en donde vayan a ser implementadas, existen algunos tipos de redes pero los más comunes se trataran a continuación:

### 1.7.1. Redes LAN (Local Area Network)

Son redes de propiedad privada, de hasta unos cuantos kilómetros de extensión. Por ejemplo una oficina o un centro educativo. Se usan para conectar computadoras personales o estaciones de trabajo, con objeto de compartir recursos e intercambiar información. Están restringidas en tamaño, lo cual significa que el tiempo de transmisión, en el peor de los casos, se conoce, lo que permite cierto tipo de diseños (deterministas) que de otro modo podrían resultar ineficientes. Además, simplifica la administración de la red. Suelen conectarse

mediante un cable sencillo al que están conectadas todas las máquinas. Operan a velocidades entre 10 y 100 Mbps. Tienen bajo retardo y pocos errores. Existen estándares para las redes LAN, los más conocidos son:

*IEEE 802.3*: También conocido como Ethernet, se asemeja a una topología tipo bus

*IEEE 802.5*: Conocida como Token Ring, se asemeja a una topología tipo anillo.

### **1.7.2. Redes MAN (Metropolitan Area Network)**

Son una versión mayor de la LAN, es decir cubren un espacio un poco más extenso que se limita a áreas metropolitanas (como su nombre lo indica) o conexiones entre edificaciones y utilizan una tecnología muy similar. Actualmente esta clasificación ha caído en desuso, normalmente las redes sólo se distinguen entre redes LAN y WAN.

### **1.7.3. Redes WAN (Wide Area Network)**

Como su nombre lo indica son redes que cubren áreas extensas. Se implementan en amplias regiones geográficas, a menudo en países o continentes. Para la implementación de estas redes se usan equipos especiales que permiten la propagación de la señal, comúnmente se usan repetidoras para que la información llegue a su destino.

## **1.8. TOPOLOGIA DE RED**

Una topología de red es aquella que define la estructura y la forma o manera de cómo se encuentran distribuidos los medios de comunicación en la red. Si bien es cierto existen varios tipos de topologías de red, más adelante se estudiarán las más importantes ya que de estas se pueden derivar otros tipos de topologías.

Se pueden definir dos tipos de topologías:

**Lógicas:** la topología de red lógica trata sobre la forma en la que los hosts acceden a los medios para poder enviar datos.

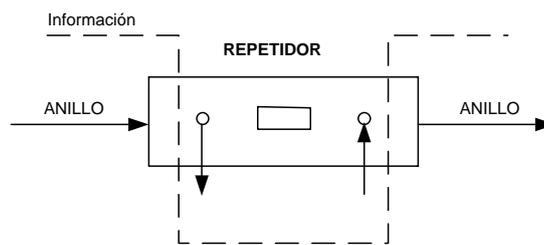
**Físicas:** trata sobre el aspecto físico que forman los ordenadores junto con los cables de red o medios de comunicación. Para escoger una buena topología física se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Relativa facilidad de instalación
- Relativa facilidad de reconfiguración
- Relativa facilidad de localización de averías
- El número máximo de unidades afectadas por un fallo en la red

### 1.8.1. Topología de red tipo Anillo

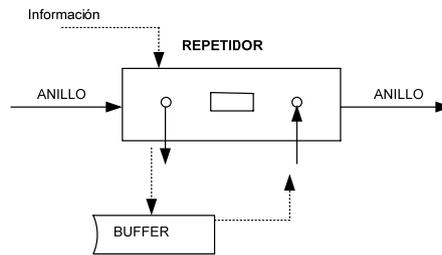
- La información circula en un solo sentido.
- Si se cae un enlace o un nodo se cae toda la red.
- No es confiable.
- Tiene un retardo de transferencia elevado.
- El costo de implementación es alto.
- En cada host debe haber dos tarjetas de o dispositivos de red.

- Fácil de implementar.
- Por la red circula un token-ring.
- Los equipos terminales necesitan un repetidor de anillo, puede ser interno o externo, el cual adapta la información de la red al anillo.
- Para evitar que la red se caiga se puede hacer otro anillo pero en sentido contrario, a manera de una red de backup o respaldo, para lo cual se configuran los repetidores como bypass.
- Existen tres formas de configurar los repetidores en una topología tipo anillo:
- *Modo Escucha*: el repetidor toma la información la lee y la vuelve a poner en el anillo.



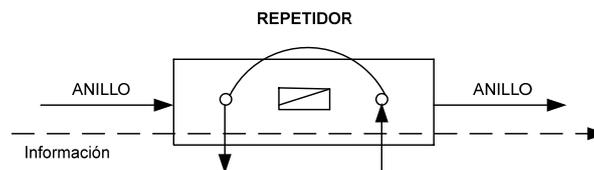
**Figura 1. 3: Repetidor en modo escucha**

- *Modo Transmisión*: se configura en este modo cuando la unidad de procesamiento necesita colocar datos en el anillo. El repetidor retiene la información que circula en el anillo, mediante un buffer, hasta colocar la información que desea transmitir en el anillo.



**Figura 1. 4: Repetidor en modo de transmisión**

- *Modo Bypass:* se puede configurar en este modo cuando se desee dar una red de backup o cuando un equipo se encuentre averiado, lo que realiza el repetidor configurado en este modo es dar continuidad al anillo, es decir, la información circula normalmente en la red sin pasar por ningún equipo.



**Figura 1. 5: Repetidor en modo bypass**

- En la Figura 1.6 se presenta un esquema de la topología de red tipo anillo. En la parte izquierda, en la figura a.) se observa la topología física tipo anillo, y en la figura b.) se puede observar un tipo de topología lógica tipo anillo.

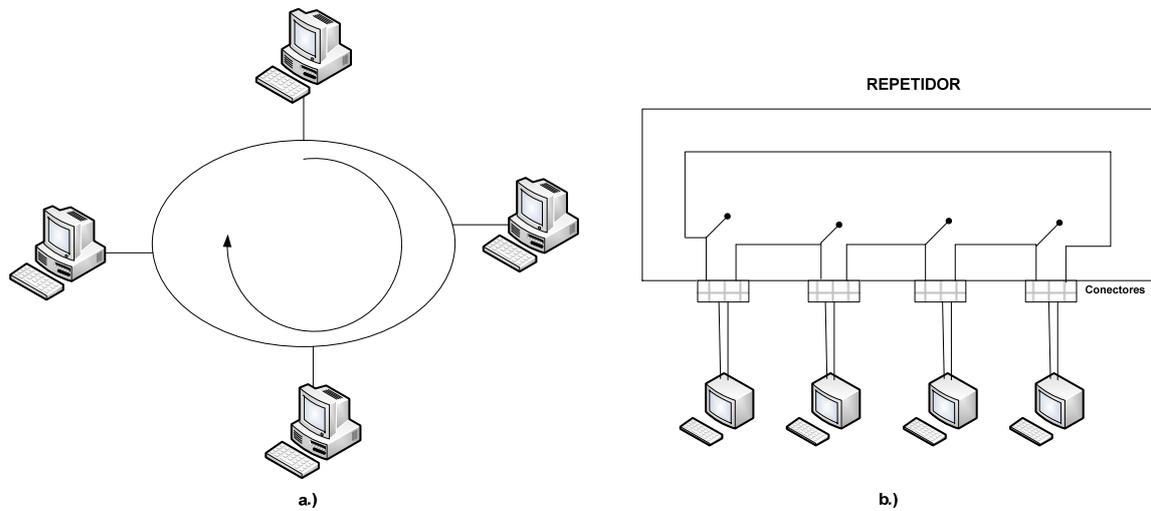


Figura 1. 6: Topología de red tipo Anillo (a. Topología Física; b. Topología Lógica)

### 1.8.2. Topología de red tipo Bus

- Mayor confiabilidad
- Si se cae un nodo no afecta a toda la red, la información sigue circulando
- Simple de implementar
- Si dos equipos quieren transmitir simultáneamente, existe colisión
- El costo de implementación es relativamente bajo
- El retardo de transferencia es aleatorio
- La información se distribuye en toda la red
- Debe existir un protocolo que regule el acceso al medio
- Solo una estación puede colocar información en la red en un tiempo determinado
- Se debe colocar terminadores
- En la Figura 1.7 se muestra un ejemplo de una topología física y lógica tipo bus.

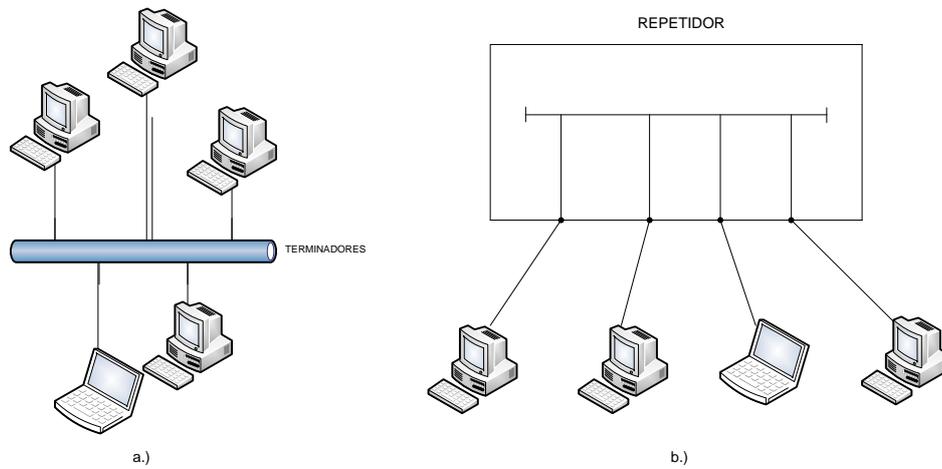
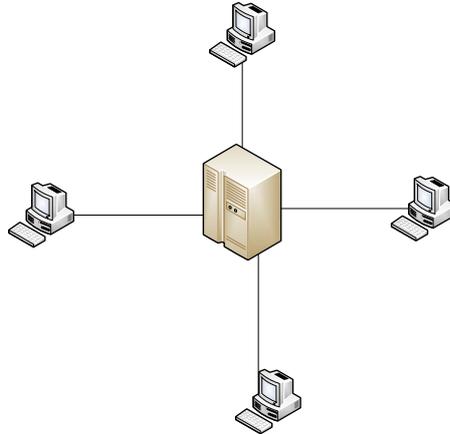


Figura 1. 7: a.) Topología Física Bus; b.) Topología Lógica Bus

### 1.8.3. Topología de red tipo Estrella

- Mucho más confiable
- Toda la información que circula por la red debe pasar necesariamente por un nodo central, el cual se encarga de realizar las conmutaciones necesarias para permitir la comunicación de nodos periféricos.
- Si y solo si el nodo principal deja de funcionar se cae toda la red, es decir, si se pierde un enlace o se cae algún equipo en la red, la información seguirá circulando con normalidad.
- Es más costosa de implementar
- La disponibilidad de la red depende del nodo central
- El retardo de transferencia también depende del nodo central
- Se puede poner otro nodo central a manera de backup.
- En la Figura 1.8 se muestra un ejemplo de una red con topología tipo estrella



**Figura 1. 8: Ejemplo de una red con topología tipo estrella**

## 1.9. ARQUITECTURA DE REDES

A la arquitectura de redes se la puede considerar como un conjunto de protocolos en donde se encuentra implementada la red. Dicho conjunto de protocolos dan la descripción formal de un conjunto de reglas y convenciones que rigen un aspecto particular de la comunicación, tal como el formato, sincronización, secuenciación, control de errores, entre otros. Estos protocolos son normados por algunas entidades de estandarización tales como:

- **ISO<sup>1</sup>**: Modelo OSI (Open System Interconnecting)
- **IEEE<sup>2</sup>**: IEEE 802. Es creada para conexiones locales
- **INTERNET**: Modelo TCP/IP creada por la gran demanda que existe de PC's

El uso de capas permite describir detalladamente la comunicación entre computadoras. Siempre existirá un origen y un destino, los cuales poseerán los mismos protocolos, es decir,

---

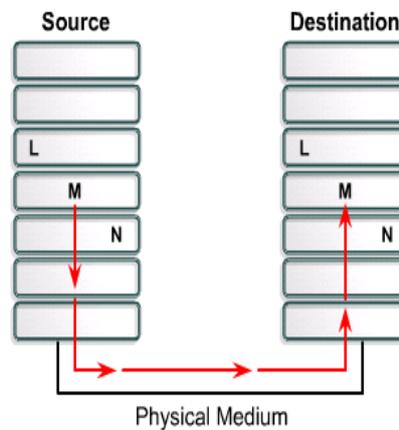
<sup>1</sup> **ISO**: Organización Internacional de Estandarización

<sup>2</sup> **IEEE**: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos

podrán tratarse solo entre ellos, al lenguaje de comunicación entre capas se lo conoce como PDU (Protocol Data Unit). Cada capa inferior ofrece servicios a la capa superior, y en todo el trayecto se tendrá una lógica como la siguiente:

- *Capa superior*: idea que se comunicara
- *Capa intermedia*: decisión de cómo se comunicara
- *Capa inferior*: creación del sonido que transmitirá la comunicación

En la Figura 1.9 se muestra un esquema de arquitectura de red modular.

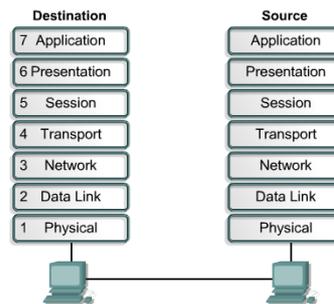


**Figura 1. 9: Arquitectura de red Modular**  
(Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking)

## 1.10. MODELO OSI

Creada en 1984 por la ISO, debido a la incompatibilidad de tecnologías que se presentaba en ese entonces, es así, que también surgen interfaces estándares para poder acoplar dichas tecnologías. Arquitectura o modelo que posee modularidad ya que esta creada en capas “o módulos”, permite diseñar una red como un conjunto jerárquico de niveles o capas, lo cual

reduce la complejidad al momento de implementar una red. El modelo OSI fue creado para dar únicamente los lineamientos entre sistemas computacionales, es por eso que también se lo conoce como “Modelo de Referencia”. Consta de siete capas o módulos que, como se dijo anteriormente, tienen un nivel jerárquico.



**Figura 1. 10: Comunicación entre dos sistemas mediante Modelo OSI**  
(Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking)

- 1) **Capa Física:** Da las características mecánicas y físicas del medio de comunicación. Se encarga de la transmisión binaria, es decir el PDU de esta capa son los bits.
- 2) **Capa de Enlace:** Control y detección de la capa física, realiza direccionamiento físico, agrupación de bits en frames o tramas, control de flujo y control de acceso al medio.
- 3) **Capa de Red:** Direccionamiento lógico, realiza enrutamiento, control de congestión a nivel global de la red, posee un servicio de datagrama (no orientado a conexión y no confiable). y un servicio de circuito virtual (orientado a conexión y confiable). El direccionamiento de capa 3 es totalmente diferente al direccionamiento de capa 2.
- 4) **Capa de Transporte:** Realiza una comunicación extremo a extremo con confiabilidad, detecta y corrige errores, tiene un servicio de control de flujo, segmentación,

reagrupación de paquetes, multiplexación y segmentación. Existen dos tipos de comunicación en esta capa Orientados a la Conexión y los no orientados a la conexión.

- 5) **Capa de Sesión:** Realiza un control de la sesión establecida, control de dialogo, control de la actividad. Para realizar el control de dialogo se utilizan puntos de sincronización. El control de la actividad por su parte, se da mediante el agrupamiento lógico de diálogos.
  
- 6) **Capa de Presentación:** Permite la interoperabilidad de sistemas homogéneos, coordina la conversión de datos y sus representaciones, utiliza traducción de códigos, compactación de datos y criptografía.
  
- 7) **Capa de Aplicación:** Ofrece servicios a los proceso de aplicación, en otras palabras es la interfaz que interactúa entre el usuario y el equipo.

Por cada capa que la información atraviese, el protocolo implementado adicionara una cabecera para poder reconocerse en la comunicación. Los niveles superiores son manipulados por software en el área de sistemas informáticos (capa 5, 6 y 7), las tres siguientes capas son manejadas por el área de redes y la capa física es campo de las telecomunicaciones.

En las Figuras 1.11 y 1.12 se muestra la comunicación entre dos sistemas con el modelo OSI y las cabeceras que cada protocolo aumenta en las distintas capas respectivamente.



el modelo más usado en la actualidad ya que es la base de la gran red de redes “Internet”, razón por la cual se detallara más a fondo su estudio.



**Figura 1. 13: Capas del modelo TCP/IP**  
(Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking)

#### **1.11.1. Capa de Acceso a la Red**

Trata sobre los componentes físicos y lógicos necesarios para lograr un enlace físico pero no muy detalladamente, es por eso que toma como válido las normas dadas por IEEE 802. No posee o se basa en protocolos.

#### **1.11.2. Capa Internet**

Se encarga de determinar la mejor ruta que la información tomara para que llegue a su destino realizando conmutación de paquetes, para lo cual también se usa un direccionamiento lógico. Se maneja mediante datagramas, es por esta razón que a la red de redes se la llamo Internet (todo dentro de la Internet se transmite mediante datagramas). El principal protocolo que usa esta capa es el IP, el cual es un protocolo estándar que actúa sobre la red y su estatus es requerido, se basa en datagramas, no es confiable o no orientado a conexión.

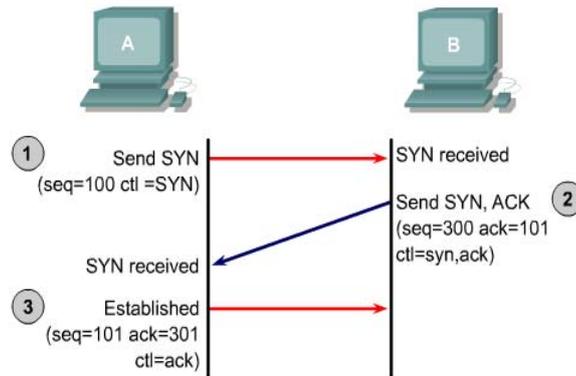
Además de este, se pueden usar los siguientes protocolos:

- *IP*: Internet Protocol
- *ICMP*: Internet Control Message Protocol
- *ARP*: Address Resolution Protocol
- *RARP*: Reverse ARP
- *DHCP*: Dinamyc Host Configuration Protocol

### 1.11.3. Capa de Transporte

Al igual que en el modelo OSI en esta capa se proporciona confiabilidad en la transmisión, control de flujo y de errores. Existen dos tipos de conexiones orientado a conexión y no orientado a conexión. Los protocolos más usados en este nivel son:

- *UDP*: User Datagram Protocol. Es un protocolo no orientado a conexión y por ende no confiable. Se convierte en una manera de interfaz para la transmisión de información sobre datagramas. Tiene las mismas características que IP.
- *TCP*: Transmision Control Protocol. A diferencia de UDP ya no es un datagrama, ofrece control de flujo, secuenciamiento y recuperación de errores. Es el protocolo que realiza una comunicación orientada a conexión, es decir confiable. Esto lo puede conseguir realizando la acción conocida como *Handshake* de tres vías que consiste en una petición de conexión por parte del origen, una confirmación por parte del destino y nuevamente una confirmación junto con una cantidad de datos por parte del origen.



**Figura 1. 14: Handshake de tres vías**  
(Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking)

#### 1.11.4. Capa de Aplicación

En esta capa se encierra lo que se podría decir sesión, presentación y aplicación del modelo OSI, es decir, en este nivel se realiza representación, codificación y control de dialogo. Entre los protocolos más importantes que se usan en esta capa se encuentran:

- *TELNET*: Usado para redes remotas
- *FTP*: File Transfer Protocol
- *SMTP*: Simple Mail Transfer Protocol
- *DNS*: Domain Name Service
- *POP*: Post Office Protocol
- *HTTP*: Hiper Text Transfer Protocol

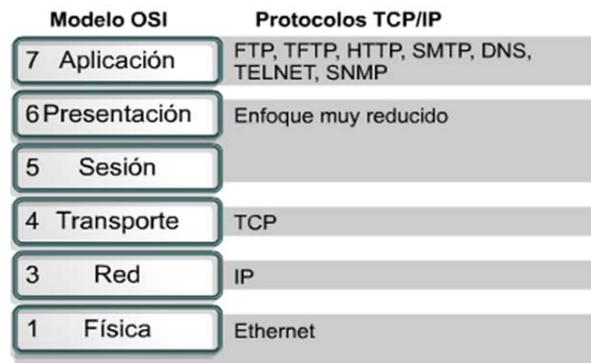
## **1.12. MODELO OSI vs TCP/IP**

### **1.12.1. Similitudes**

- En los dos casos se tiene modularidad.
- Poseen ciertas capas que realizan el mismo trabajo aplicación, transporte y red.
- Con los dos modelos se realiza conmutación de paquetes.
- Son estándares abiertos
- Ayudaron mucho al desarrollo de la tecnología

### **1.12.2. Diferencias**

- TCP/IP agrupa presentación y sesión del modelo OSI en la capa de aplicación
- TCP/IP combina capa física y enlace de datos en la capa de acceso a la red.
- Los protocolos de TCP/IP son la base de Internet.
- La capa física no es especificada en realidad por TCP/IP. El usuario tiene la libertad de utilizar cualquier transmisión física, incluyendo las redes de área amplia, de área metropolitana y de área local.
- OSI define claramente las diferencias entre los servicios, las interfaces y los protocolos.
- OSI es más complejo
- OSI es un buen modelo pero no sus protocolos, TCP/IP es un buen conjunto de protocolos.



**Figura 1. 15: Modelo OSI vs TCP/IP**  
(Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking)

### 1.13. DIRECCIONAMIENTO IP

Para cumplir con las funciones de direccionamiento lógico se crean las direcciones IP, las cuales no tienen nada que ver con el protocolo IP pero que igual pertenecen a capa 3 del modelo OSI y capa 2 del modelo TCP/IP. El direccionamiento se lo realiza para identificar un equipo en la red.

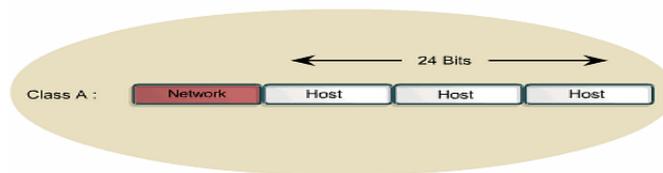
Entonces una dirección IP es un número consta de cuatro octetos, cada uno de ocho bits, que permite identificar unívocamente un equipo dentro de una red TCP/IP y solo dentro de ella. Se la puede escribir de dos maneras, en forma decimal o en forma binaria. Cada dirección de red tiene su máscara de red, la cual se la obtiene poniendo en 1 todos los bits del campo de red y en 0 todos los bits de hosts.

<p>Binary : 11000000.10101000.00000001.00001000 and 11000000.10101000.00000001.00001001</p> <p>Decimal : 192.168.1.8 and 192.168.1.9</p>
--

**Figura 1. 16: Ejemplo de dos direcciones IP en modo decimal y binario**  
(Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking)

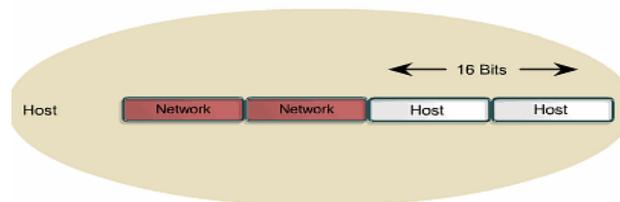
Debido al número de maquinas y redes que puedan existir dentro de una misma red autónoma las direcciones IP se clasifican en:

- **Clase A:** Usa el primer octeto para identificar el numero de redes y el resto para identificar el número de hosts. El rango de direcciones clase A están comprendidas desde la dirección 1 hasta la 126. A su vez posee un rango de direcciones privadas que son las comprendidas en 10.0.0.0. Su máscara de red es 255.0.0.0.



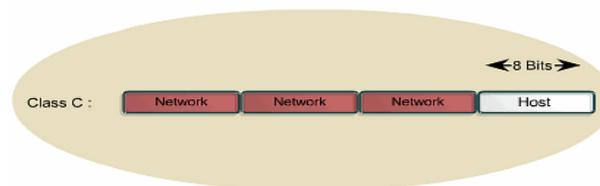
**Figura 1. 17: Espacio de red y hosts clase A**  
(Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking)

- **Clase B:** Usa los dos primeros octetos para identificar el numero de red y los dos restantes para los números de hosts. Las direcciones de clase B están comprendidas entre la 128 hasta la 191. Las direcciones privadas van desde la 172.16.0.0 hasta la 172.31.0.0. Su máscara de red es 255.255.0.0.



**Figura 1. 18: Espacio de red y hosts clase B**  
(Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking)

- **Clase C:** Usa los tres primeros octetos para identificar el número de red y el restante para direccionar hosts. Empieza con la dirección 192 hasta la 223. El rango de direcciones privadas se comprende entre la 192.168.0.0 hasta 192.168.255.0. Su máscara de red es 255.255.255.0.



**Figura 1. 19: Espacio de red y hosts clase C**  
(Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking)

- **Clase D y E:** Estas clases de direccionamiento son poco usadas pero generalmente se las usa para realizar multicasting.

Se pudo observar que la dirección 127.0.0.0 no es tomada en cuenta en ninguna clase de direccionamiento, esto se debe a que dicha dirección se la usa para realizar loopback (comprobar el estado del equipo). Además en un rango de direcciones se debe recordar que no se debe usar ni la primera ni la última dirección ya que corresponderán a la dirección de red y a la de broadcast respectivamente.

### 1.13.1. Creación de subredes

Debido a que este tema es un poco extenso de tratarlo a fondo se tratara de sintetizar lo mejor posible ya que no es tema principal en el presente proyecto. Al utilizar las direcciones IP normalmente se puede desperdiciar direcciones, en caso de redes pequeñas esto no sería de mucha importancia pero si se tratase de una red con un número considerable de hosts se volvería un gran desperdicio.

Para crear subredes se toman “prestados” bits del campo de hosts y se suman a los de red. Los bits a ser tomados dependen del número de subredes que se deseen crear y deberá satisfacer la siguiente ecuación:

$$2^n \geq \# \text{subredes\_necesarias} \quad \text{Ec. 1. 1}$$

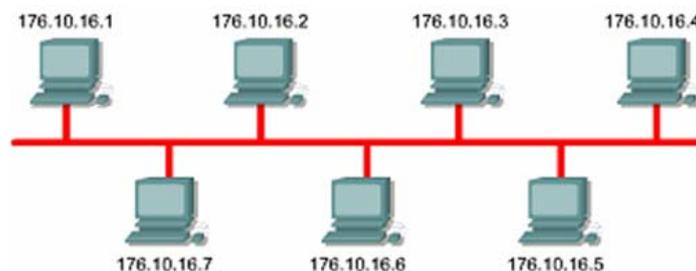
Donde n = numero de subredes necesitadas y es igual a 1, 2, 3.....i

El número de hosts permitidos para cada subred responderá a la ecuación:

$$\# \text{hosts} = 2^m - 2 \quad \text{Ec. 1. 2}$$

Donde m es el número de bits restantes en el campo de hosts

En la Figura 1.20 se muestra un ejemplo de una red con topología tipo bus y con su respectivo direccionamiento IP clase B.



**Figura 1. 20: Ejemplo de una red con direccionamiento IP  
(Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking)**

## **1.14. MEDIOS DE COMUNICACIÓN**

Existen algunos criterios que se deben tomar en cuenta al momento de elegir un medio de comunicación:

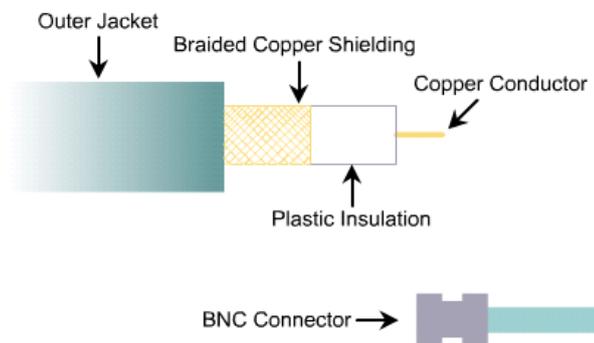
- El costo
- Facilidad de instalación
- Capacidad del medio (Ancho de Banda)
- Atenuación (distancia máxima que puede ser usado el medio)
- Inmunidad a interferencias

Los tipos de medios de comunicación son Cable Coaxial, UTP, STP, Fibra Óptica y Medios Inalámbricos

### **1.14.1. Cable Coaxial**

- Consta de un conductor central de cobre
- Soporta grandes cantidades de ruido
- Posee una malla, la cual debe ser puesta a tierra
- Además posee un cobertor aislante
- Usa conectores BNC, tipo N y tipo F
- Trabaja bien en señales de alta frecuencia
- Usado para conexiones en antenas, radio, video, TV cable

- Se usa muy poco en redes Ethernet<sup>3</sup>
- Cubre distancias hasta de 500 m.
- Es inmune al ruido y soporta algunas interferencia como las EMI<sup>4</sup>
- No es tan costoso
- La velocidad de transmisión varía entre los 10 y 100 Mbps<sup>5</sup>



**Figura 1. 21: Cable Coaxial**  
(Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking)

#### 1.14.2. Cable STP

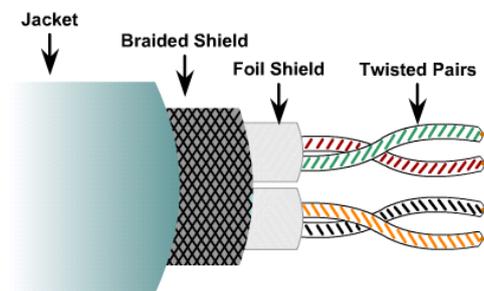
- Significa Par trenzado con recubrimiento
- Como su nombre lo indica posee un recubrimiento y un blindaje
- Cumple con la acción de cancelación de diafonía debido a que tiene pares trenzados
- Su impedancia es de 150 ohmios

<sup>3</sup> **Ethernet:** Estándar usado en redes LAN

<sup>4</sup> **EMI:** Interferencias Electromagnéticas

<sup>5</sup> **Mbps:** Mega bits por segundo. Unidad de medida de la velocidad de transmisión

- El recubrimiento y blindaje lo hacen de mayor tamaño lo cual implica posibles fallas en las terminaciones
- Es más costoso
- Es más usado en redes Token Ring<sup>6</sup>
- Puede alcanzar velocidades de transmisión de 0 a 100Mbps
- Alcanza distancias hasta los 100 m



**Figura 1. 22: Cable STP**  
(Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking)

### 1.14.3. Cable FTP

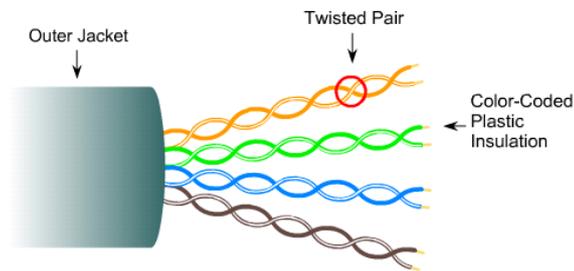
- Significa Par Trenzado cubierto con laminilla
- Es tipo de cable híbrido entre STP y UTP
- Tiene un revestimiento exterior que actúa como aislante
- Consta de cuatro pares trenzados en pares para producir el efecto cancelación
- Tiene una impedancia de 100 ohmios
- Es más costoso que el cable UTP pero menos costoso que el STP

<sup>6</sup> **Token Ring:** Estándar de la IEEE 802 para redes al igual que Ethernet

- Puede llegar a tener velocidades de transferencia de 0 a 100 Mbps
- La longitud máxima de alcance es 100 m

#### **1.14.4. Cable UTP**

- Significa Par trenzado sin blindaje
- Como su nombre lo indica no posee ningún tipo de recubrimiento especial y realiza el efecto cancelación solo mediante sus pares trenzados
- Comúnmente usado en redes LAN
- Tiene ocho hilos trenzados en cuatro pares
- Se usan conectores RJ-45
- Fácil instalación y menos costoso
- Es de tamaño reducido lo cual facilita su implementación
- Los cables tienen codificación de colores
- Existen algunas categorías de este tipo de cable como Cat5e, Cat6 e incluso Cat7; la más usada es Cat5 pero tiene compatibilidad absoluta con Cat6
- Alcanza velocidades de transmisión entre 10 – 100 y 1000 Mbps dependiendo de la calidad y la categoría del cable.
- Alcanza distancias hasta de 100 m



**Figura 1. 23: Cable UTP**  
(Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking)

- Los cables tienen codificación de colores con lo que se puede construir los llamados cables directos (para conectar una PC a un switch o un hub), cruzados (para conectar dos equipos de igual característica) y de consola o crossover (para conectar una PC a un router para su configuración).
- Un *cable directo* tiene en sus dos extremos el mismo código de colores
- En un *cable cruzado* se intercambian o cruzan los pines 1,2,3 y 6 entre los extremos
- Un *cable de consola* tiene alternados totalmente todos sus pines entre sus extremos.

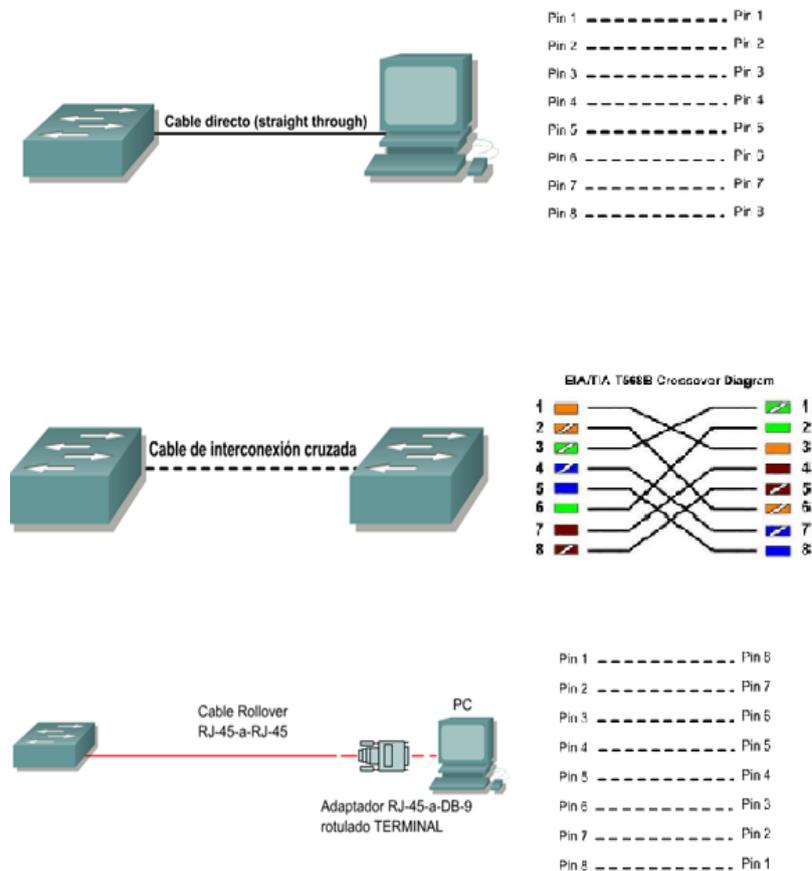
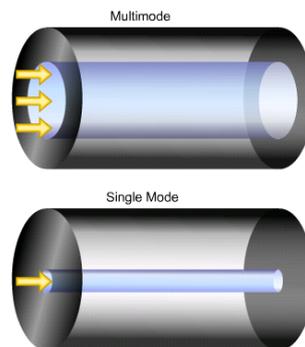


Figura 1. 24: Conexiones con cable directo, cruzado y de consola (codificación de colores)  
(Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking)

### 1.14.5. Fibra Óptica

- Son muy costosas ya que son inmunes a interferencias
- La señal se propaga a través de la fibra mediante un haz de luz, el cual puede ser gracias a un led o un laser emisor.
- Se construyen en horno ya que debe tener el mínimo de impurezas
- Son delicadas de tratar, no se las puede doblar en exceso ya que el haz de luz se puede desviar y por ende se pierde información

- La fibra óptica se basa en la refracción y reflexión de la luz
- Consta de un recubrimiento, un revestimiento de vidrio y un núcleo también de vidrio por donde circula el o los haces de luz.
- Existen dos tipos de fibra la monomodo (pasa un solo haz de luz y alcanza mayores distancias) y la multimodo (pasan varios haces de luz y alcanzan menores distancias).
- Se pueden alcanzar distancias hasta de 2 Km en el caso de multimodo y de 3 Km en el caso de monomodo.
- Su velocidad de transmisión llega hasta el orden de los Gbps



**Figura 1. 25: Fibra Óptica (monomodo y multimodo)**  
(Fuente: Programa CCNA de Cisco Networking)

#### 1.14.6. Medio Inalámbrico

- Tiene altos niveles de ruido
- Dependiendo del área de implementación es moderadamente fácil de instalar
- Poca seguridad
- Evita el cableado lo cual facilita la movilidad del usuario
- Se deben realizar estudios antes de la implementación

- Puede tener interferencia con otras señales, estructuras, bosques o con cualquier cosa que bloquee la línea de vista entre los terminales.
- Existen tarjetas inalámbricas para PC's, con las cuales se puede tener una conexión inalámbrica satisfactoria.
- Es generado por la IEEE, su nombre comercial es Wi-fi (Wireless Fidelity) que es una de las tecnologías inalámbricas más usadas en la actualidad, esta tecnología puede implementarse en redes LAN, MAN y WAN; y sus estándares son:
  - *802.11*: Opera con DSSS<sup>7</sup> y de 1 a 2 Mbps
  - *802.11b*: Podría interoperar con FHSS<sup>8</sup> en la banda de 2,4 GHz, es compatible con 802.11 y se puede tener 1, 2, 5.5 y 11 Mbps
  - *802.11a*: Opera en la banda de 5.8 GHz, no es compatible con 802.11b y se puede obtener hasta 54 Mbps
  - *802.11g*: Se puede tener igual ancho de banda que en 802.11a pero en la banda de 2.4 GHz, es compatible con 802.11b y se puede trabajar con OFDM<sup>9</sup>.

#### 1.14.7. Enlaces Satelitales

- Es otro tipo de enlace inalámbrico
- Brinda cobertura a nivel mundial, es decir, proporciona servicio en cualquier lugar del planeta.
- Altos costos de alquiler de servicio y de equipos
- Bajos anchos de banda a comparación de los otros medios

---

<sup>7</sup> **DSSS**: (Direct Spread Spectrum Sequence). Tipo de modulación de Spread Spectrum

<sup>8</sup> **FHSS**: (Frequency Hopping Spread Spectrum). Tipo de modulación de Spread Spectrum

<sup>9</sup> **OFDM**: (Orthogonal Frequency Division Multiplex). Tecnología de modulación digital

- Utiliza satélites para transmitir la señal a manera de repetidores los cuales son de tres tipos: *LEO(Low Earth Orbit)*: son satélites que se encuentran orbitando cerca a la tierra, entre 160 y 2000 Km, y sus velocidades permiten dar una vuelta a la tierra en 90 min., *MEO(Medium Earth Orbit)*: satélites que se encuentran un poco más alejados de la tierra hasta unos 10000 Km y *GEO*: son satélites geoestacionarios que se encuentran a una distancia de 36000 Km y su velocidad de traslación es similar a la de rotación de la tierra.
- Para proveer Internet se usa mas satélites LEO y MEO
- Para el envío de datos se usan distintas frecuencias en los tramos ascendentes y descendentes, con esto se evitan interferencias.
- Las frecuencias ascendentes son mayores que las descendentes

#### **1.14.8. Tecnología VSAT**

- El acceso VSAT (Very Small Aperture Terminal), permite intercomunicar varios establecimientos mediante un Hub central.
- Mediante el hub central se puede coordinar y manipular toda la red
- Este sistema se encuentra orientado a la transferencia de datos que se dará entre todos los puntos conectados hacia el hub.
- Una red VSAT puede soportar hasta 1000 puntos remotos
- Son eficientes en algunas aplicaciones tales como: envío y recepción de datos, redes de distribución comercial, redes de servicios públicos, etc.
- Son fáciles de instalar
- Fácil manejo y administración
- Simplicidad en la incorporación de nuevos terminales remotos

- Cobertura a nivel global
- Los costos no dependen de la distancia
- La tecnología VSAT se clasifica en tres tipos: *Sistemas unidireccionales de datos.*- compuesta por una estación transmisora y varias receptoras posee velocidades entre los 19 Kbps y 2 Mbps; *Sistemas bidireccionales o Interactivos.*- la estación central posee varias portadoras y posee velocidades entre los 64Kbps y 2Mbps; y finalmente las *Redes corporativas.*- cada estación transmisora opera con TDMA<sup>10</sup> y su velocidad de transmisión se encuentra entre los 2Mbps y 34Mbps.

### 1.15. SEGURIDAD EN LAS REDES

La seguridad en las redes consiste en prevenir, impedir, detectar y corregir violaciones a la seguridad durante la transmisión de información.

Para que una red sea totalmente segura, debe cumplir con algunos requisitos, que ayudaran al o los usuarios a tener una comunicación confiable. Estos, se los describe a continuación:

- *Confidencialidad:* Los datos deben estar a salvo de personas no autorizadas
- *Integridad:* Los datos deben coincidir exactamente con la última versión utilizada.
- *Disponibilidad:* Los datos deben estar a disposición de personas autorizadas
- *Autenticidad:* Los datos deben provenir de quien dice ser su autor o emisor.
- *No Repudiación:* Que el emisor no pueda repudiar un mensaje, es decir, que niegue la autoría sobre el.

---

<sup>10</sup> TDMA: Time Division Multiple Acces

### 1.15.1. Mecanismos de Seguridad

Pese a todas las herramientas que ha proveído la tecnología en la actualidad, no existe un único mecanismo capaz de proveer todos los servicios que una red de comunicaciones necesita para ser una red segura. Es por esta razón que los administradores de las redes dependiendo de los protocolos que usen en la creación de un enlace puede usar distintos tipos de mecanismos de seguridad tales como:

**Intercambio de autenticación:** corrobora que una entidad, ya sea origen o destino de la información, es la deseada, por ejemplo, A envía un número aleatorio cifrado con la clave pública de B, B lo descifra con su clave privada y se lo reenvía a A, demostrando así que es quien pretende ser.

**Cifrado:** garantiza que la información no es inteligible para individuos, entidades o procesos no autorizados (confidencialidad). Consiste en transformar un texto que resulta claro de comprender, en un texto cifrado, mediante un proceso que permita realizar esta operación, gracias a una información secreta o clave de cifrado. Existen dos métodos de cifrado: el *Cifrado simétrico*, se da cuando se emplea la misma clave en las operaciones de cifrado y descifrado; y el *Cifrado asimétrico o de clave pública*, que se da cuando se utiliza una pareja de claves para separar los procesos de cifrado y descifrado.

**Integridad de datos:** con este mecanismo se logra cifrar una cadena comprimida de datos para transmitirla junto con los datos ordinarios; a esta cadena de datos cifrada se la llama valor de comprobación de integridad (Integrity Check Value o ICV). El receptor repite la compresión y el cifrado posterior de los datos y compara el resultado obtenido con el que le llega, para verificar que los datos no han sido modificados.

**Firma digital:** este mecanismo implica el cifrado, por medio de la clave secreta del emisor, de una cadena comprimida de datos que se va a transferir. La firma digital se envía junto con los datos ordinarios. Este mensaje se procesa en el receptor, para verificar su integridad. La firma digital juega un papel esencial en el servicio de no repudio. En principio, basta con cifrar un documento con la clave privada para obtener una firma digital segura, puesto que nadie excepto el poseedor de la clave privada puede hacerlo. Posteriormente, cualquier persona podría descifrarlo con la clave pública, demostrándose así la identidad del firmante. Los pasos del protocolo son:

1. A genera un resumen del documento.
2. A cifra el resumen con su clave privada, firmando por tanto el documento.
3. A envía el documento junto con el resumen firmado a B.
4. B genera un resumen del documento recibido de A, usando la misma función unidireccional de resumen. Después descifra con la clave pública de A el resumen firmado. Si el resumen firmado coincide con el resumen que él ha generado, la firma es válida.

**Tráfico de relleno:** consiste en enviar tráfico “basura” junto con los datos válidos para que el atacante no sepa si se está enviando información, ni qué cantidad de datos útiles se está transmitiendo.

**Control de encaminamiento:** permite enviar determinada información por determinadas zonas consideradas clasificadas. Asimismo posibilita solicitar otras rutas, en caso que se detecten persistentes violaciones de integridad en una ruta determinada.

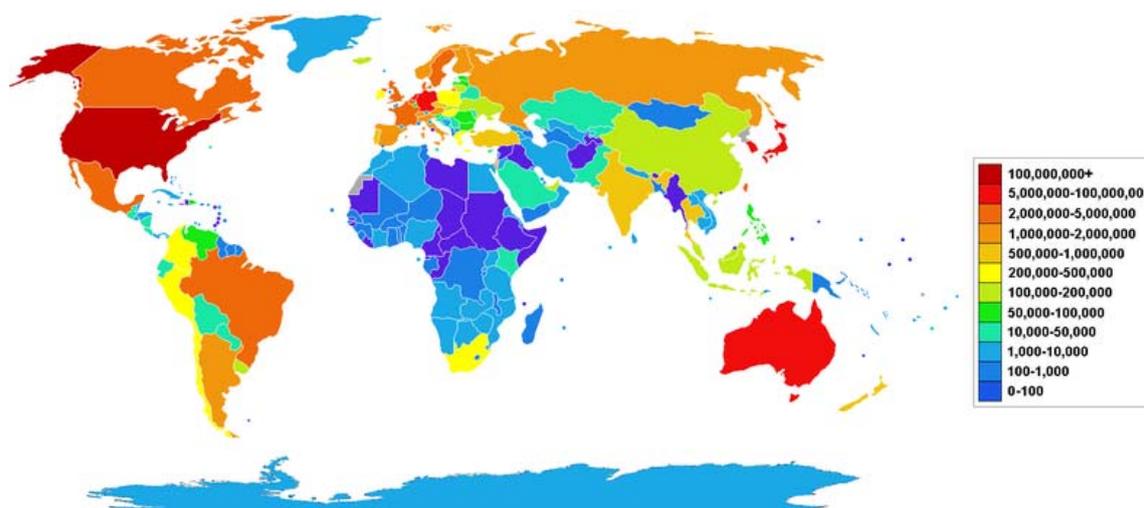
**Unicidad:** consiste en añadir a los datos un número de secuencia, la fecha y hora, un número aleatorio, o alguna combinación de los anteriores, que se incluyen en la firma digital o integridad de datos. De esta forma se evitan amenazas como la re actuación o re secuenciación de mensajes.

## 1.16. CRECIMIENTO DEL INTERNET EN EL MUNDO

La Internet se ha consolidado como una de las herramientas más usadas en el mundo actual, tal es su crecimiento que se ha empezado a introducir en ciertos campos en los que en un tiempo se creía imposible es así que hoy en día a través de la Internet se realizan un sin número de transacciones, grandes negocios también se manejan por este medio, la comunicación está siendo disolvida, e incluso la educación ha empezado a dar un giro total gracias a esta herramienta.

Con más de 200 millones de usuarios en todo el mundo, Internet se ha convertido en el instrumento tecnológico más extendido en toda la historia de la humanidad.

En la Figura 1.26 se presenta un mapa explicativo con la cantidad de usuarios que poseen conexión a Internet e indica que en el Ecuador se han registrado entre 10.000 a 50.000 usuarios.



**Figura 1. 26: Internet en el mundo**  
(Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso\\_a\\_Internet](http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_a_Internet))

### 1.17. SERVICIOS QUE PRESTA INTERNET

Los sistemas de redes como Internet permiten intercambiar información entre computadoras, y ya se han creado numerosos servicios que aprovechan esta función. Entre ellos se pueden destacar los siguientes:

**Conectarse a un ordenador desde otro lugar:** Permite copiar, borrar y cambiar archivos desde un equipo terminal hacia otro que se encuentra a distancias lejanas.

**Audio y video en tiempo real:** Permite ver y escuchar diversos programas que se han puesto en la red con distintos propósitos. Verlos en tiempo real es muy complicado si no se tiene un buen ancho de banda.

**Participar en discusiones interactivas:** Permite realizar conversaciones a través de Internet ya sea en forma de chats donde se entabla una conversación directa con otra persona en cualquier parte del mundo o también puede tratarse de una video conferencia.

**Participar en discusiones no interactivas:** Trata de conversaciones que se dan en la red sobre temas específicos, un ejemplo claro pueden ser los diversos foros que existen en Internet.

**Descargar Software:** Permite encontrar programas en la red para el uso que se desee, un ejemplo puede ser el de los antivirus.

**E-mail:** Se refiere al servicio de correo electrónico gratuito que existe en Internet.

**Acceso a WWW:** Es el servicio más ocupado por todo el mundo que permite encontrar paginas de hipertexto con diversos contenidos ya sean sociales, culturales, deportivos, educativos, etc.

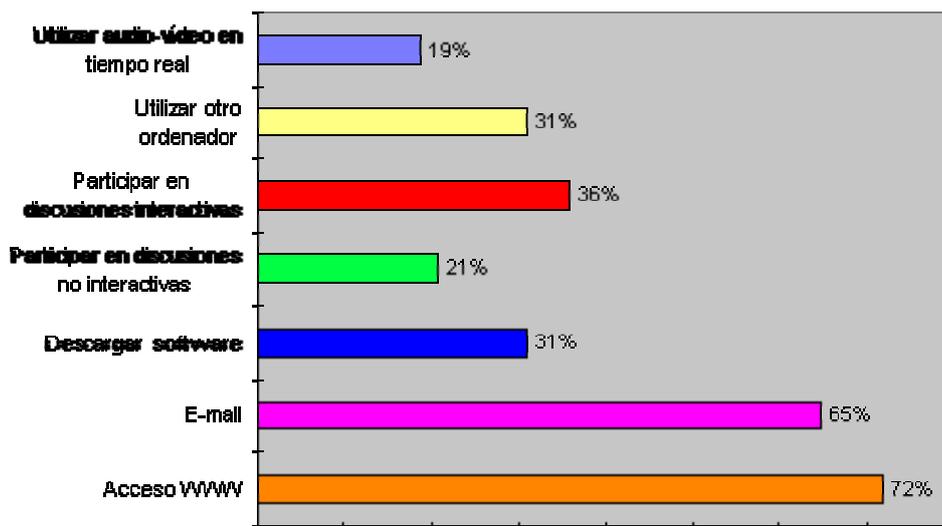


Figura 1. 27: Porcentaje de uso de los servicios que ofrece el Internet  
(Fuente: <http://www.uclm.es/profesorado/ricardo/WEBNNTT/Bloque%202/Internet%202.htm>)

## 1.18. EL INTERNET EN LA SOCIEDAD

Uno de los servicios que más éxito ha tenido en Internet ha sido la World Wide Web hasta el punto de confundirlos, cabe señalar que la WWW es un protocolo que permite de forma sencilla consultar varios tipos de archivos de hipertexto.

Internet tiene un impacto profundo en el trabajo, el ocio y el conocimiento a nivel mundial. Gracias a la web, millones de personas tienen acceso fácil e inmediato a una cantidad extensa y diversa de información en línea. Es tal la magnitud con la que la Internet ha encajado en la sociedad que incluso está cambiando la forma de comunicación tradicional, es así que teléfonos o faxes están siendo reemplazados por los conocidos chats electrónicos. Hoy

en día es común encontrar gente que no posee conocimientos muy relevantes en cuanto a computación o tecnología pero sin embargo saben perfectamente como conectarse a Internet e incluso revisar su mail.

Pero no todo es bueno en cuanto a Internet ya que muchas personas abusan de esta herramienta ingresando a páginas de mal contenido y por otra parte existen personas que presentan síntomas de adicción a Internet, lo cual podría afectar su vida social y laboral.

### **1.19. INTERNET EN LA EDUCACIÓN**

Una de las áreas que está evolucionando gracias a la Internet es la educación en escuelas, colegios y sobre todo en las universidades. Formar alumnos capacitados para pensar mejor y más creativamente es uno de los objetivos primordiales que se imponen todos los gobiernos en los distintos países del mundo.

Las escuelas y colegios cada vez usan más medios como Internet, a través del cual pueden encontrar páginas sobre algún tema educativo específico ya sea en texto, imagen fija, archivos de sonido o video.

Muchos de los alumnos del mundo han demostrado que ponen mucho más interés si se les enseña mediante métodos más interactivos y participativos y que mejor que usar en las aulas esta herramienta que, sabiéndola usar correctamente puede proporcionar a los docentes ese material que les hace falta para ganar la atención de sus estudiantes. Tal vez el problema fundamental de este punto es que la mayoría de los docentes tampoco saben manejar el Internet como se esperaría, lo cual causa un retraso en el avance tecnológico que debe existir en las aulas y mucho más en los casos de los sectores rurales en donde incluso carecen de una computadora con la cual experimentar, la solución a este problema sería que los docentes reciban capacitaciones acerca del manejo de Internet como herramienta de estudio y que guie

a sus alumnos dentro de la autopista del conocimiento pero enfatizando siempre el respeto a los valores socio-culturales que busca inculcar todo Sistema Educativo.

Muchos profesores dicen a sus alumnos que compongan sus trabajos como si estuviesen dirigiéndose al público, pues mediante Internet, un alumno puede realizar cualquier tipo de trabajo y presentarlo a millones de personas alrededor del planeta sin miedo al fracaso ni a la burla, al contrario, puede recibir críticas constructivas acerca de su trabajo y aprender también de sus errores en el caso de que los tuviese.

Así mismo, se ha llegado a comprobar que las personas aprenden mejor de otras personas, pues con esta herramienta, un alumno puede aprender sobre cualquier asignatura ayudado por personas totalmente desconocidas pero interesadas en aportar con su conocimiento a quien lo necesite y que se encuentre deseoso de aprender.

Se puede ejemplificar varias acciones que se podrían llevar a cabo con una buena educación “virtual”, por llamarla de ese modo, es así que es fácil imaginarse una clase de música que le escribe una partitura al poema de otra clase, o una clase de primaria que junta recetas para poder mandárselas por texto a una clase de universidad que utiliza el archivo para crear un libro de recetas, o tal vez alumnos de electrónica que ayudan a estudiantes de mecánica en la parte de circuitería del auto, en fin, existe un sinnúmero de cuadros que se pueden crear para que sucedan en un futuro tal vez ya no muy lejano.

Con todo esto se puede llegar a un punto en el que hablar de aulas virtuales, las cuales ofrecen un servicio de educación en línea, ya no sea tan paradójico, sino que al contrario todo el mundo tenga conocimiento y fácil acceso a las mismas.

Se concluirá este tema con una frase que deja mucho en que pensar sobre lo que está por venir en el futuro en cuanto a la tecnología y más específicamente sobre el *Internet en la educación*.

*“Los analfabetas del futuro no serán los que no sepan leer ni escribir sino los que no sepan usar el Internet”*

*Anónimo*

## **1.20. EL INTERNET EN EL ECUADOR**

El Ecuador no es un país que carece de la herramienta más usada a nivel mundial por grandes y chicos, si bien es cierto maneja cifras de que no es uno de los países con la mayor cantidad de acceso a Internet que el resto de países en América Latina, pero de igual manera también presenta un impacto social muy elevado en cuanto al uso de la red.

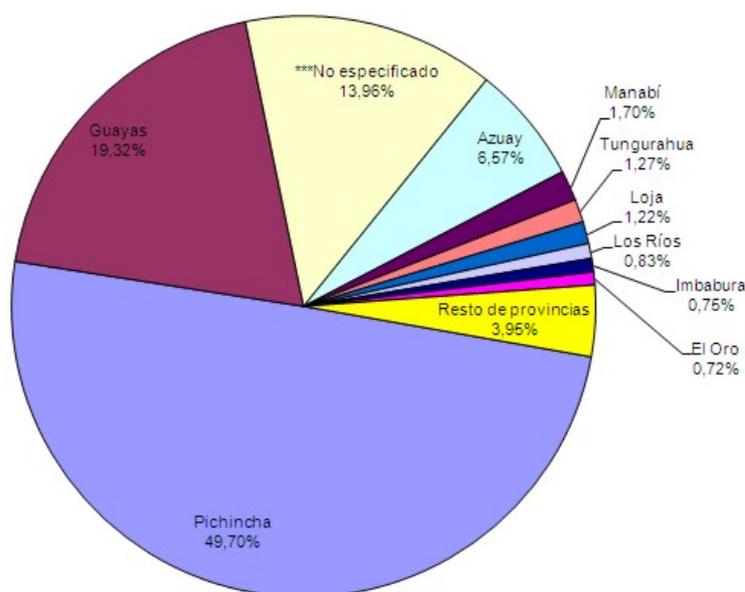
Es así, que según datos obtenidos por la SUPTEL (Superintendencia de Telecomunicaciones) en Junio del 2008 y publicados en su sitio web se puede apreciar que se ha incrementado el número de usuarios a nivel nacional entre un 8% a un 10% de la población equivalente en el presente año.

Es obvio que el crecimiento del acceso a Internet en el país se ha dado por las reducciones de costos en las tarifas. Pese a este incremento, Ecuador se encuentra ubicado en el puesto número 11 de 14 países de América Latina en lo que respecta a usuarios que acceden a Internet. El promedio en la región subió del 16% al 20% en el último año.

En el Ecuador, según la SUPTEL, hay una penetración del 7.32% equivalente a un millón de usuarios pero según Ingenieros conocidos en el tema se podría tener un 8.2% si se toman en cuenta los ciber cafés.

Un análisis comparativo por regiones permite ver que la brecha digital geográfica persiste que Quito tiene más del 60% de la penetración nacional y Guayaquil el 20%. Esto se puede apreciar en la Figura 1.28.

USUARIOS DE INTERNET POR PROVINCIAS EN PORCENTAJE - JUNIO 2008



**Figura 1. 28: Porcentaje de penetración nacional al Internet por provincias (Fuente: [http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/v\\_agregado/estadisticas/usuarios%20internet%20provincias%20porcentaje.htm](http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/v_agregado/estadisticas/usuarios%20internet%20provincias%20porcentaje.htm))**

Como se puede observar en la figura en el resto de provincias del Ecuador no se sobrepasa el 1% o máximo el 4% de penetración de internet. Con esto, lo único que queda por recalcar es que el reto de aumentar el número de usuarios que acceden al Internet en realidad está en las zonas rurales.

En la siguiente tabla se muestra todos los datos sobre el acceso a Internet en las distintas provincias del país, en el que se podrá encontrar la operadora que provee el servicio, la cobertura que tiene, cuentas conmutadas (cuentas de internet mediante Dial-up), cuentas dedicadas (cuentas de internet que no usen Dial-up), usuarios conmutados (se ha estimado que por cada cuenta conmutada existen cuatro usuarios conmutados) y usuarios dedicados (número total de usuarios que los proveedores estiman que poseen por sus cuentas dedicadas).

**Tabla 1. 1: Operadoras que brindan servicio de Internet en el Ecuador y sus zonas de cobertura (Fuente: [http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/v\\_agregado/estadisticas/internet.htm](http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/v_agregado/estadisticas/internet.htm))**

No	OPERADOR	COBERTURA	ACTUALIZADO	Cuentas Conmutadas	Cuentas Dedicadas	Cuentas Totales	Usuarios Conmutados	Usuarios Dedicados	Usuarios Totales
1	ACANUMAN	Esmeraldas, Portoviejo	31/03/2008	0	155	155	0	0	0
2	ADEATEL	La Troncal							
3	ALBERTO SIGIFREDO GUEVARA PINEDA	Baños							
4	ALIANZA NET	Quito	30/09/2007	0	138	138	0	410	410
5	AMOGHI S.A.	Latacunga	31/12/2007	25	0	25	100	0	100
6	ANDINATEL S.A.	De acuerdo al contrato de concesión	30/03/2008	81117	22097	103214	324468	88388	412856
7	APLICACIONES MULTIMEDIA MASMULTI S.A.	Quito y Guayaquil	30/04/2008	0	2	2	0	13	13
8	ARTIANEXOS	Babahoyo	31/12/2007	0	4	4	0	4	4
9	ASAPTEL S.A.	Machala, Guayaquil y Puerto Baquerizo (Galápagos), Ambato.	30/06/2007	0	38	38	0	384	384
10	ASETECSA S.A.	Manta, Portoviejo, Gquil, Quito, Cuenca	31/12/2007	60	21	81	240	42	282
11	AT&T GLOBAL SERVICES	Quito y Guayaquil	31/12/2007	47	1	48	188	25	213
12	BARBERAN ARBOLEDA LINDBERGH STEVE	Portoviejo							
13	BASTIDAS TONATO MARISOL CLEOPATRA	Prov. del Napo							
14	BRAINSERVICES S.A.	Quito y Guayaquil							
15	BRIGHTCELL	Quito y Guayaquil	28/02/2007	0	32	32	0	361	361
16	CAVNET	Milagro							
17	CENTER COMPUTER NET S.A.	Manta							
18	COMDIGITRONIK S.A.	Quito							

16	COMM&NET	Machala, Santa Rosa, Pasaje y Huaquillas	30/06/2008	0	60	60	0	65	65
17	COMPIM S.A.	Guayaquil	31/03/2008	5	0	5	20	0	20
18	COMPSANET (FREDDY CALVA)	Yanzatza	30/06/2008	21	0	21	84	0	84
19	COMPUATEL	Quito	31/03/2007	0	8	8	0	35	35
20	CONECEL S.A.	Quito y Guayaquil	31/08/2007	1549	209	1758	6196	6270	12466
21	COSINET S.A.	Quito	31/12/2007	0	44	44	0	139	139
22	COMPAÑIA DE SERVICIOS ELECTROMECHANICOS PARA EL DESARROLLO CSED S.A.	Santo Domingo	30/09/2007	50	1	51	200	3	203
23	DENNYS ENRIQUE SAN LUCAS GARCIA	Portoviejo, Manta, Gquil, Quito, Cuenca, B. de Caraquez	31/12/2007	0	51	51	0	52	52
24	DINOLAN	Santo Domingo	30/06/2006	0	10	10	0	113	113
25	EASYNET S.A.	De acuerdo al contrato de concesión.	31/01/2008	3596	2112	5708	14384	33173	47557
26	ECUADOR TELECOM S.A.	Guayaquil y Quito	31/03/2008	0	1869	1869	0	6935	6935
27	ECUAENLACESATELITA L S.A.	Quito, Guayaquil y Cuenca	31/03/2007	65	39	104	260	124	384
28	ECUAONLINE	Quito, Guayaquil, Cayambe, Otavalo, Latacunga, Cuenca	30/09/2007	0	219	219	0	1106	1106
29	ELECTROCOM (LA-TRO-KOM S.A.)	Ambato, Quito	31/03/2008	0	66	66	0	407	407
30	ENTREPRENEURINC	Quito	31/03/2008	1	62	63	4	210	214
31	ESPOLTEL S.A.	Gquil, Salinas, Prosperina, Las Peñas, Manglar Alto, Santa Elena, Quito	30/09/2007	513	261	774	2052	2287	4339
32	ETAPA TELECOM	Cuenca, Azoguez, Quito, Guayaquil	30/06/2008	17916	640	18556	71664	2076	73740
33	FASTNET	Prov. Chimborazo							
34	FIX WIRELESS (MARTHA PATRICIA AULESTIA)	Quito, Ambato, Ibarra y Esmeraldas	31/12/2006	24	28	52	96	160	256
35	FLATEL COMUNICACIONES CIA. LTDA.	Quito	31/12/2006	90	40	130	360	78	438
36	GIGOWIRELESS	Quito	30/09/2007	0	52	52	0	143	143
37	GLOBAL.NET	Quito	31/12/2006	31	0	31	124	0	124
38	GPF CORPORACION CIA.LTDA.	Quito	31/03/2008	94	193	287	376	2177	2553

39	GRUPO BARAINVER S.A. (TELFONET)	Esmeraldas, Quito, Ambato y Santo Domingo	30/06/2007	44	32	76	176	89	265
40	GRUPO BRAVCO	Quito, Cuenca, Gquil, Loja, Ambato e Ibarra	30/06/2008	157	83	240	628	2724	3352
41	GRUPO MICROSISTEMAS JOVICHSA S.A.	Quito	31/03/2008	0	5	5	0	42	42
42	HARLEY DAVIDSON BARRIONUEVO COX	Prov. de Orellana							
43	IMBANET S.A.	Ibarra	30/06/2008	95	98	193	380	292	672
44	IMPSATEL	Quito, Gquil, Cuenca, Ambato y Loja	31/05/2008	31	435	466	124	14934	15058
45	INDUSTRIA MARMOLERA ECUATORIANA S.A. IMESA								
46	INFONET	Quito	30/06/2008	0	14	14	0	739	739
47	INFRATEL	Quito	30/06/2008	0	14	14	0	21	21
48	INTERCOM	Portoviejo	31/12/2005	198	0	198	792	0	792
49	INTERTEL	Quito	31/12/2007	13	96	109	52	330	382
50	INTRIAGO ROSADO FRANCISCO PATRICIO	Machala							
51	JAIME BEJAR FEIJOO	Gualaquiza	31/01/2007	265	0	265	1060	0	1060
52	JHONI JOEL JÁCOME GALARZA	Loja	31/12/2007	34	0	34	136	0	136
53	JOSE LUIS COX	Portoviejo, Gquil, B. de Caraquez	30/06/2008	0	16	16	0	64	64
54	KEIMBROCKS	Loja	31/03/2007	0	24	24	0	24	24
55	KOLVECH S.A.	Esmeraldas							
56	LATINMEDIA	Guayaquil, Quito, Cuenca, Machala, Ambato, Manta.	31/03/2008	0	12	12	0	45	45
57	LOJASISTEM	Loja y Zamora	31/12/2006	0	11	11	0	89	89
58	LUTROL S.A.	Quito, Guayaquil, Santo Domingo, Manta y Ambato	31/12/2007	6092	3818	9910	24368	10512	34880
59	MACHALA.NET S.A. MACHALANETSA	Machala							
60	MEGADATOS	Quito, Gquil, Cuenca, Ibarra, Latac, Ambato, Sto Domingo, Mach, Manta, Portoviejo, Salinas, Macas, Riobamba y	31/03/2008	5359	51	5410	21436	704	22140

		Pto Ayora							
61	MILLTEC	Quito	31/03/2008	1	153	154	4	392	396
62	MOINAVERY S.A.	Guayaquil y Quevedo							
63	MUNDODIGITAL S.A.	Portoviejo, Manta , Quito y Guayaquil							
64	NECUSOFT CIA. LTDA.	Prov. De Loja							
65	NEGOCIOS Y TELEFONIA (NEDETEL) S.A.	Guayaquil							
66	NEMETCOMPANY	Quito	30/09/2005	88	0	88	352	0	352
67	NETSPEED	Quito, Guayaquil, Cuenca, Manta, Esmeraldas, Machala, Libertad, Bahía de Caráquez	31/07/2006	0	2	2	0	2	2
68	NEW ACCESS	Quito	31/03/2008	66	68	134	264	680	944
69	OCEANTEL S.A.	Guayaquil							
70	OCITEL S.A.	Machala, Santa Rosa, Pasaje, Huaquillas, Manta, Sto Domingo, Chone, Guayaquil.							
71	ONNET	Gquil, Quito, Mach, Cuenca, Esmeraldas, Libertad, B. de Caraquez y Manta	31/03/2008	298	107	405	1192	107	1299
72	ORGANIZACIÓN DE SISTEMAS E INFORMATICA OS S.A.	Portoviejo, Manta, Guayaquil y Quito	31/03/2008	0	33	33	0	46	46
73	OTECEL S.A. (MOVISTAR)	Quito, Guayaquil, Cuenca, Ambato, Machala, Manta, Portoviejo	31/03/2008	271	258	529	1084	3787	4871
74	PACIFICTEL S.A.	Guayaquil, Quito y Cuenca	30/06/2008	3060	4292	7352	12240	79710	91950
75	PACIFICBUSINESS S.A.	Guayaquil							
76	PANCHONET S.A.	Quito, Cumbayá	31/03/2008	1887	1756	3643	7548	2299	9847
77	PARADYNE	Quito, Guayaquil y Cuenca	30/06/2008	4	35	39	16	213	229
78	PEREZ MENDIA RUTH EUGENIA	Ciudad de Azogues							

79	PEROBELI S.A.	Guayaquil							
80	PORTALDATA	Quito	30/06/2008	14	76	90	56	382	438
81	PRODATA (HOY NET)	Quito, Guayaquil, Ambato, Riobamba, Santo Domingo, Machala, Manta, Cuenca	30/06/2008	6	0	6	24	0	24
82	PUCENET	Quito	30/06/2008	172	0	172	688	0	688
83	PULECIO VILLALVA ALEJANDRO DARIO	Gquil, Quito, Cuenca, Babahoyo, Quevedo, Montalvo, Vinces, Baba, San Juan, Valencia, Ventanas							
84	PUNTO NET S.A.	Quito, Gquil, Sto Domingo y Cuenca	28/12/2007	6098	4141	10239	8812	25624	34436
85	RDH Asesoría y Sistemas S.A.	Quito, Guayaquil, Cuenca, Ambato, Machala, Manta	30/06/2006	53	0	53	212	0	212
86	READYNET	Quito y Guayaquil	31/03/2007	360	117	477	1440	114	1554
87	REGLOBIN RED GLOBAL DE LA INFORMACION CIA. LTDA.	Cuenca							
88	SALAS TORRES CARLOS FERNANDO	Quito	30/06/2007	0	138	138	0	202	202
89	SANCHEZ GUTIERREZ CARLOS ENRIQUE	Cariamanga							
90	SATNET	Quito, Guayaquil, Cuenca, Manta, Machala, Ambato, Santo Domingo, Latacunga, Riobamba, Ibarra, Otavalo, Loja, Milagro, Salcedo, Azoguez, Santa Rosa, Huaquillas, Cayambe, Portoviejo.	31/03/2008	1367	0	1367	5468	0	5468
91	SERVICIOS DE INTERNET S.A. SERVINET	Quito y Guayaquil							
92	SETEL	Guayaquil	31/03/2008	0	184	184	0	499	499
93	SKYWEB S.A.	Guayaquil							
94	SOCIEDAD CIVIL STARNET	Quito	31/03/2008	0	72	72	0	386	386

95	SITA	Quito, Gquil, Cuenca, Portoviejo, Mach, Milagro, Ibarra, Sto Domingo, Latac, Riobamba y Azoguez	30/06/2008	15	96	111	60	96	156
96	SPEEDNET S.A	Quito	30/06/2005	396	0	396	1584	0	1584
97	SPEEDYCOM CIA. LTDA.	Tungurahua, Pichincha y Cotopaxi							
98	STEALTH TELECOM DEL ECUADOR S.A.	Quito y Guayaquil	31/03/2008	0	128	128	0	458	458
99	SURATEL	Gquil, Quito, Manta, Mach, Cuenca, Amb, Sto Domingo	31/03/2008	0	64371	64371	0	203546	203546
100	SYSTELECOM	Quito y Guayaquil	31/05/2008	0	39	39	0	144	144
101	SYSTRAY S.A.	Manta	31/05/2007	284	2	286	1136	2	1138
102	TECHSOFTNET S.A.	Manta, Gquil, Quito, Portoviejo, Mach, Esmer Cuenca	31/12/2006	0	46	46	0	309	309
103	TELCONET	Quito, Gquil, Loja, Cuenca, Manta, Sto Domingo, Cayambe, Mach, Portoviejo, Chone, B. de Caraquez, Otavalo, Latacunga, Riobamba, Esmer, Quev, Ambato, Ibarra y Salinas	31/12/2007	3346	31	3377	13384	272	13656
104	TELECOMUNICACIONES NETWORKING TELYNETWORKING C.A.	Territorio nacional (Dial Up por terminales móviles)	31/12/2006	41	40	81	164	84	248
105	TELECSA S.A. (Alegro PCS)	Quito, Riobamba, Ambato	31/03/2007	40833	3094	43927	163332	3094	166426
106	TELGYB CIA. LTDA.	Pichincha y Manabi							
107	TELYDATA CIA. LTDA.	Quito y Guayaquil	31/12/2007	48	246	294	192	729	921
108	TESAT S.A.	Quito y Guayaquil	31/12/2007	0	1	1	0	30	30
109	TRANSELECTRIC S.A.	Pichincha, Los Rios, Guayas, Azuay, Tungurahua, Chimborazo y El Oro	31/03/2008	0	4	4	0	601	601
11	TRANS-TELCO	Quito y	31/03/2008	0	997	997	0	1627	1627

0		Guayaquil							
11 1	UNISOLUTIONS INFORMÁTICA S.A.	Loja, Zamora, Chinchiipe, El Oro	31/03/2008	327	6	333	1308	17	1325
11 2	UNIVERSIDAD DE CUENCA	Cuenca							
11 3	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	Loja, Zamora, Chinchiipe, El Oro y Quito							
11 4	UNIVISA S.A.	Loja, Zamora, Chinchiipe, El Oro	31/03/2007	1	0	1	4	0	4
11 5	VELASTEGUI RAMIREZ HOLGER KENNEDY	Ciudad de Santo Domingo							
11 6	VILLACIS RODRIGUEZ HOLMER JAVIER	Montalvo							
11 7	VIRTUALTEL	Prov Pichincha y Guayas							
11 8	WICOMECUADOR	Prov Pichincha							
11 9	WORKECUADOR INTERNET SERVICES	Quito	31/07/2007	0	52	52	0	187	187
12 0	ZAMBRANO ALCIVAR BECKER ERNESTO	Portoviejo							
	<b>Total general</b>			<b>176528</b>	<b>113746</b>	<b>290274</b>	<b>690532</b>	<b>501428</b>	<b>1191960</b>

## 1.21. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL INTERNET

### 1.21.1. Ventajas

Las ventajas que tiene el uso del Internet son algunas, de las cuales se expresan las más relevantes

- La distancia que cubre la conexión
- Facilidad de acceso
- El bajo costo que ha presentado en el último año
- Promueve el desarrollo de las nuevas tecnologías de información
- La información que se ingresa en Internet cada vez es más completa
- Se pueden realizar grandes negocios

- Ayuda mucho a estudiantes de distintas especialidades
- Ayuda a estudiantes y personas en general a adentrarse en el mundo informático
- Toda la información se la puede obtener fácilmente y en poco tiempo
- Se puede elegir el tiempo, lugar y velocidad de trabajo
- Se puede aprender mejores cosas y ser mejores personas ya que cada uno se hace dueño de su propio conocimiento

### **1.21.2. Desventajas**

Como se comento en capítulos anteriores no todo es bueno en Internet y es así que se presentan algunas desventajas.

- El idioma, ya que no todas las paginas vienen en un lenguaje adecuado
- Ansiedad ocasionada por la computadora, las personas tienden a tener adicción al Internet
- No siempre se entiende la información con la facilidad con la que se encuentra
- Se le puede dar un mal uso al entrar a paginas inadecuadas
- Existe la posibilidad de ser estafados
- Posibles infiltraciones por personas no permitidas a datos de gran importancia
- Un sinnúmero de virus que afectan las maquinas reduciendo su capacidad de procesamiento e incluso la pérdida total de la misma
- Existe el cyberdelito

## **CAPITULO 2**

### **ESTUDIO DE CAMPO**

El estudio de campo ayuda a obtener varios datos relevantes para el desarrollo y cumplimiento del proyecto tales como el número de alumnos, número de PC's, coordenadas geográficas de las instituciones, etc., por tal motivo se pudo adentrar un poco más en la situación en la que viven los habitantes de dicha localidad, tanto sociales, económicas y culturales.

#### **2.1. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

Carchi es una provincia de la sierra ecuatoriana que se encuentra ubicada en el extremo norte del país donde el relieve es bastante irregular y montañoso, se encuentra delimitada de la siguiente manera:

NORTE: Límite Internacional con Colombia

SUR: Provincia de Imbabura

ESTE: Provincia de Sucumbíos

OESTE: Provincia de Esmeraldas

En la Figura 2.1 se muestra la ubicación de dicha provincia en un mapa del Ecuador.



**Tabla 2. 1: Población de la provincia del Carchi por Cantones y zonas**  
**(Fuente: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador)**

PROVINCIA	CANTON	AREA	POBLACION	OTRAS AREAS	POBLACION
CARCHI	152.939				
	Tulcán 77.175	Urbana	47.359	Ciudad	47.359
		Rural	29.816	Campo	29.816
	Bolívar (de Carchi) 13.898	Urbana	2.576	Ciudad	
		Rural	11.322	Campo	13.898
	Espejo 13.515	Urbana	4.383	Ciudad	
		Rural	9.132	Campo	13.515
	Mira 12.919	Urbana	2.896	Ciudad	
		Rural	10.023	Campo	12.919
	Montufar 28.576	Urbana	12.575	Ciudad	12.575
		Rural	16.001	Campo	16.001
	San Pedro de Huaca 6.856	Urbana	2.363	Ciudad	
		Rural	4.493	Campo	6.856

De acuerdo a datos proporcionados por el Sistema nacional de Estadísticas Educativas del Ecuador, la Provincia del Carchi cuenta con 431 centros de educación, de los cuales 86 son de educación pre-primaria, 288 primarios, 50 de educación secundaria y 7 de educación superior.

**Tabla 2. 2: Análisis de promedios educativos (Fuente: <http://www.carchi.gov.ec>)**

<b>Nivel Educativo</b>	<b>Aulas / Escuela</b>	<b>Alumno/Escuela</b>	<b>Alumno / Maestro</b>
<b>Pre-primaria</b>	2,2	14	18
<b>Primaria</b>	4,3	20	20
<b>Medio</b>	16,7	14	11

“En el sector primario existe un promedio de 4,3 aulas por Escuela y 20 alumnos por aula y por maestro, esto se debe a que existe un buen número de escuelas unidocentes con una o dos aulas en donde funcionan todos los grados escolares, esto ocurre especialmente en el sector rural.

En cuanto al número de empleados profesores y administrativos en los sectores pre-primario, primario y medio, dan un total de 2.906 empleados. En lo que se refiere a la educación superior, funcionan alrededor de 7 centros de educación superior con aproximadamente 1.200 estudiantes y 150 docentes y empleados.”<sup>11</sup>

<sup>11</sup> <http://www.carchi.gov.ec>

## 2.2. CANTÓN MONTUFAR

El cantón Montufar, como se pudo observar en la tabla anterior, pertenece a la provincia del Carchi, y como es la zona de estudio para la realización del proyecto se detallan a continuación algunos aspectos generales de gran interés:

### 2.2.1. Delimitación Geográfica

El cantón Montufar se encuentra delimitado de la siguiente manera

NORTE: Cantón San Pedro de Huaca

SUR: Cantón Bolívar

ESTE: Provincia de Sucumbíos

OESTE: Cantón Espejo y Bolívar

En la Figura 2.2 se muestra la ubicación exacta del cantón Montufar en la provincia del Carchi.

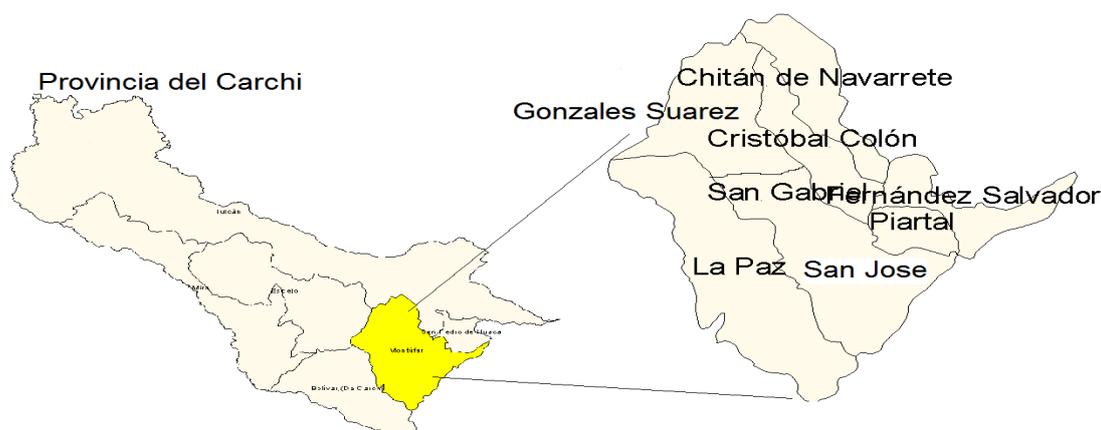


Figura 2. 2: Ubicación Geográfica del cantón Montufar (Fuente: SIISE)

### 2.2.2. Área y Población

El cantón Montufar se encuentra a una altura de 2.800 m.s.n.m, alcanzando una extensión total de 398,25 Km<sup>2</sup>, posee una población total de 28.576 habitantes distribuidos en sus ocho parroquias incluyendo a su cabecera cantonal, la ciudad de San Gabriel; la distribución de las parroquias se las muestra en la tabla 2.3.

**Tabla 2. 3: Parroquias del cantón Montufar (Fuente: I.M.C.Montufar )**

<b>Cantón</b>	<b>Parroquias urbanas</b>	<b>Parroquias rurales</b>
<b>Montufar</b>	- San Gabriel: Cabecera Cantonal - San José - González Suárez	- Cristóbal Colón - Fernández Salvador - Chitán de Navarrete - La Paz - Piartal

### 2.2.3. Estudio de elevaciones

El relieve de la Provincia del Carchi es en general quebrado y se estima como zona plana solamente el 8% de la superficie. Las principales elevaciones, son las siguientes:

**Tabla 2. 4: Elevaciones de la provincia del Carchi  
(Fuente: <http://www.carchi.gov.ec>)**

<b>Elevación</b>	<b>Altura [m.s.n.m]</b>
Chiles	4.768
Pelado	4.149
Chiltazon	3.967

Mirador	3.831
Iguan	3.830
San Francisco	3.685
Cerro Negro	3.674
Golondrinas	3.078

#### 2.2.4. Análisis del nivel de educativo

Los siguientes datos de los porcentajes de educación en el cantón Montufar se los ha tomado de información proporcionada por parte del Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE).



Figura 2. 3: Porcentaje de Analfabetismo en el cantón Montufar

### Personas mayores de 12 años que han completado el nivel primario

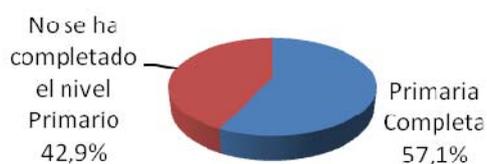


Figura 2. 4: Porcentaje de personas que han culminado el nivel Primario

### Personas mayores de 18 años que han completado el nivel secundario

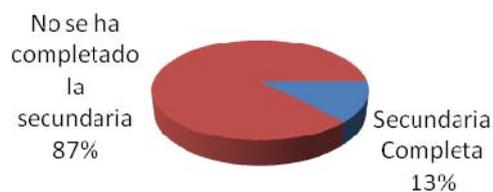
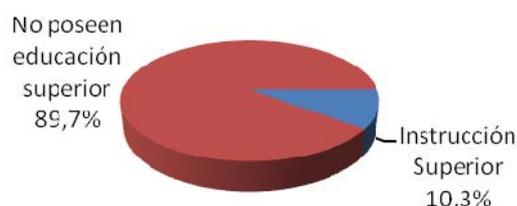


Figura 2. 5: Porcentaje de personas que han culminado el nivel secundario

## Personas mayores de 24 años que poseen algún tipo de educación superior



**Figura 2. 6: Porcentaje de personas con algún tipo de educación superior**

En las figuras estadísticas mostradas anteriormente se presentan datos porcentuales de el nivel de educación que las personas del cantón Montufar poseen según sus rangos de edad, es decir, una persona que acude con normalidad a alguna institución educativa a instruirse desde sus inicios como se supondría se debería hacer, para la edad de 12 o 15 años ya no se lo consideraría una persona analfabeta ya que para esta edad debería haber culminado por lo menos el nivel primario, lo mismo sucede para el nivel secundario que se supone se lo culmina hasta la edad de los 18 años y a su vez una instrucción superior que se la iniciaría a la edad de los 24 años aproximadamente.

En realidad, estos datos son un tanto alarmantes, ya que si bien es cierto el porcentaje de analfabetismo es bajo, la mayoría de las personas en el cantón Montufar se conforman con el hecho de culminar el nivel primario, muy pocas culminan el nivel secundario y algo semejante ocurre con las personas que optan por algún tipo de estudio superior.

### 2.2.5. Análisis Socioeconómico

En el Carchi, el cantón Montufar, como muchas otras regiones del Ecuador, se caracteriza por ser una provincia eminentemente agrícola, productora principalmente de papa y de leche (en la zona alto andina), así como de fréjol (en la zona cálida y cálida seca) y de ciertos frutales propios de las zonas cálida seca y subtropical del noroccidente y suroccidente de la Provincia.

La población económicamente activa de dicha región del Carchi trabaja para el desarrollo y progreso del cantón y su composición por actividades está distribuida de la siguiente manera:

Agricultura	47.00%
Servicios	32.00%
Industria	12.00%
Desocupados	9.00%

#### Estudio Social del Cantón Montufar

■ Agricultura ■ Servicios ■ Industria ■ Desocupados

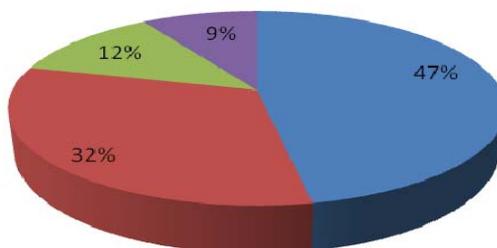


Figura 2. 7: Análisis Social del cantón Montufar

Donde los sectores agropecuario, comercial y de transporte constituyen los rubros productivos en los cuales la Provincia tiene mayores niveles de competencia. Los sectores de Comercio y Servicios en su mayoría se concentran en el Cantón Tulcán.

### **2.2.6. Introducción del Internet**

Lastimosamente en la provincia del Carchi y concretamente en el cantón Montufar, no existe ningún tipo de operador que brinde el servicio de Internet salvo Andinatel, lo cual rezaga a dicha zona de los servicios de esta importante herramienta. Esto se puede constatar en la tabla 1.1 que muestra todas las operadoras de Internet existentes en el Ecuador y su zona de cobertura, según datos obtenidos por la Suptel, en donde se aprecia que ninguna operadora brinda su servicio en la provincia del Carchi o en alguna ciudad de la misma.

### **2.2.7. Infraestructuras y operadoras existentes**

Como se comento anteriormente, en la provincia del Carchi y más concretamente en el cantón Montufar no existe ningún tipo de infraestructura que brinde el servicio de Internet a la zona, la única operadora que facilita el acceso a esta herramienta es Andinanet, la cual por motivos de seguridad no pudo dar datos de cuantos usuarios tiene en esta región y el tipo de cuenta que poseen.

Las únicas infraestructuras existentes en el cantón Montufar son Radio Horizonte y Radio Sky, las cuales se encuentran en el cerro Chiles pero son operadoras de radio trunking.

Por otra parte, en lo que se refiere a cobertura de operadoras celulares, existe señal de las tres empresas que brindan este servicio en el país como son Movistar, Alegro PCS y Porta, pero con distinta intensidad y tecnología. Lastimosamente estas operadoras no permiten que se filtre ningún tipo de información a terceros, en cuanto a zonas donde se tienen implementadas las torres, costos de arrendamiento del terreno para la implementación de dichas torres o la

cobertura exacta que se presenta en el cantón Montufar. Por esta razón se debe limitar este estudio a lo referido por las páginas web principales de cada una de las operadoras y mediante estas, poder sacar una conclusión que servirá de apoyo para llevar a cabo el presente proyecto.

En la Tabla 2.5 se puede apreciar el nivel de cobertura que tienen las operadoras existentes en la zona de estudio y su intensidad de señal:

**Tabla 2. 5: Cobertura de las operadoras celulares en el cantón Montufar**

<i>Parroquia</i> <i>Operadora</i>	MOVISTAR		PORTA		ALEGRO	
	CDMA	GSM	CDMA	GSM	CDMA	GSM
Chitán de Navarrete	✗	○	No existen datos de esta Tecnología se la ha erradicado totalmente	✓	✗	○
Cristóbal Colón	✗	✓		○	✗	✓
Fernández Salvador	✗	○		✓	✗	○
La Paz	✓	✓		✓	✗	✓
Piartal	✗	✗		✗	✗	✗
San Gabriel	✗	✓		✓	✗	✓

✗: No existe Cobertura

○: Existe cobertura solo en espacios abiertos, no dentro de edificaciones

✓: Cobertura Total

### 2.3. TRABAJO DE CAMPO

Como se comento al inicio del capítulo, el trabajo de campo ayuda a obtener datos muy relevantes sobre las instituciones beneficiarias, es así que se ha planteado conjuntamente con el FODETEL un cuestionario tipo, para conseguir información tanto técnica como geográfica de la institución tal como el nombre, ubicación, coordenadas geográficas, datos de la persona con la que se tuvo contacto, a donde tiene línea de vista y que tipo de estación será, es decir nodo o terminal. El mencionado cuestionario se lo presenta en la Tabla 2.6.

Tabla 2. 6: Encuesta para las instituciones beneficiarias

<b>CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES – FODETEL</b>		
<b>ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO</b>		
<b>ENCUESTA PARA CENTROS BENEFICIARIOS</b>		
<b>Nombre de la Institución:</b>		<b>Teléfono:</b>
<b>Ciudad / Parroquia:</b>	<b>Sector:</b>	
<b>Dirección:</b>		
<b>Posee Centro de Computo:</b> SI__ NO__	<b># de Computadoras:</b>	<b>Energía Eléctrica: SI__ NO__</b>
<b># de Alumnos:</b>	<b># de Profesores:</b>	
<b>Contacto:</b>		<b>Teléfono del contacto</b>
<b>Tipo / Estación:</b>	<b>Línea de Vista al Cerro:</b>	
<b>Latitud:</b>	<b>Longitud:</b>	<b>Altura:</b>
<b>Observaciones:</b>		

Cabe recalcar que el personal del FODETEL ya ha realizado un levantamiento previo de información, aportando para el proyecto con los datos de 37 instituciones inicialmente, incluyendo al municipio y al cerro Chiles, concluyendo con las 42 restantes que se tuvieron que visitar para culminar con todas las instituciones estatales del cantón. Por circunstancias de espacio no se pudo anexar todas las encuestas ya que son demasiadas pero las 79 formas se encuentran en FODETEL para cualquier consulta.

Para realizar las visitas respectivas se tuvo la completa ayuda del FODETEL tanto con personal, viáticos y equipos como el GPS's que se uso para la toma de coordenadas de cada institución.

#### **2.4. INTERVENCIÓN DE LA I.M.C.M.**

La Ilustre Municipalidad del Cantón Montufar, en su afán de mejorar el estilo de vida de las personas y el nivel educativo de las mismas, ha realizado varias actividades que ayudaran de manera significativa la realización del presente proyecto, es así que pocos meses atrás, se realizo una Junta en donde intervinieron todos los representantes del cantón y de cada una de las instituciones para llegar a un acuerdo común en pro del avance tecnológico del cantón Montufar, de esta manera se decide que se incrementara por cada medidor eléctrico el valor de 0,25 centavos de dólar americanos (lo cual se analizara con mayor detalles en el análisis de costos), con lo cual se podrá ayudar a la viabilidad del proyecto. Además los centros de computo de todas las instituciones deberán abrir sus puertas al público en general en horas admitidas para que el servicio de Internet este al alcance de todos las 24 horas del día.

Es importante hacer notar que el cantón Montufar es, sino la única, una de las zonas beneficiarias mas organizadas a nivel nacional ya que es una de las pocas regiones que se preocupa para que la dotación de Internet en su zona sea una realidad.

#### **2.5. ESTUDIO DE BENEFICIARIOS**

En el cantón Montufar, 79 centros distribuidos de la siguiente manera: 66 unidades educativas, 5 oficinas administrativas de las juntas parroquiales, 7 oficinas administrativas de la Municipalidad y 1 oficina de unidad territorial educativa UTE.

Si bien es cierto, toda la población resulta beneficiada con el presente proyecto, existen beneficiarios que sacaran mucho más provecho al servicio que otros, y en este caso se trata de los alumnos, quienes son los beneficiados directos junto a sus maestros, y los hogares resultarían beneficiados indirectamente. Según datos proporcionados por la municipalidad del cantón Montufar, los beneficiarios tanto directos como indirectos se presentan a continuación:

*Directos:* 8.916 alumnos y 784 profesores de los sectores rurales de la Provincia del Carchi.

*Indirectos:* 6.896 hogares de las familias de los estudiantes y sectores aledaños

## **2.6. SELECCIÓN DE LOCALIDADES**

Las localidades en donde será instalado el servicio deben estar ubicadas en sectores rurales y urbano marginales de la provincia del Carchi, y a su vez todos estos centros deberán ser considerados por el gobierno de la provincia del Carchi como los más idóneos para el presente proyecto, además de que los centros educativos beneficiarios sean los más representativos del cantón, entre otros aspectos por su ubicación geográfica, número de estudiantes y contar con un centro de cómputo que cuente con los requerimientos necesarios para implementar la red de área local. Además, para la instalación del servicio, las unidades educativas deberán ofrecer las facilidades para este proyecto.

A continuación se presenta una serie de gráficas con las imágenes de los surveys realizados en algunas instituciones beneficiarias, por cuestión de espacio se tomarán solo cinco instituciones:

### 2.6.1. Municipio de Montufar y Cerro Chiles



Figura 2. 8: Ingreso al cantón Montufar



Figura 2. 9: Vista del Cerro Chiles desde la ciudad de San Gabriel



**Figura 2. 10: Municipio del Cantón Montufar**



**Figura 2. 11: Camino hacia el Cerro Chiles**

### 2.6.2. Escuela Dr. Alberto Acosta Soberon



Figura 2. 12: Escuela Dr. Alberto Acosta



Figura 2. 13: Sala de computación

### 2.6.3. Unidad Educativa San Francisco



Figura 2. 14: Unidad Educativa San Francisco



Figura 2. 15: Aula de computación

#### 2.6.4. Centro Artesano 27 de Septiembre



Figura 2. 16: Centro Artesano 27 de Septiembre



Figura 2. 17: Computadoras del Centro Artesanal

### 2.6.5. Escuela Secundino Chamorro



Figura 2. 18: Escuela Secundino Chamorro



Figura 2. 19: Aula de Computación

### 2.6.6. Colegio Nacional Técnico La Paz



Figura 2. 20: Colegio La Paz



Figura 2. 21: Aula de Computación

## 2.7. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOREFERENCIADA DE LOS CENTROS BENEFICIADOS

Si bien es cierto, en las encuestas se pudo obtener varios datos sobre las instituciones que son de gran importancia para el diseño de la red, a continuación se presentan dos tablas, una con la información técnica de las instituciones como la ubicación de las mismas, número de computadoras, número de alumnos y número de profesores; y en la otra tabla se presentan datos geográficos tales como las coordenadas geográficas, altura y si existe energía eléctrica o no en los puntos beneficiarios.

**Tabla 2. 7: Información Técnica de las instituciones**

No.	SITIO	CIUDAD/PARROQUIA	SECTOR	NUM. COMPUT.	# Alumnos	# Prof.
1	Escuela Gregorio Chamorro	Chitán de Navarretes	Chitán de Navarretes	8	96	9
2	Escuela María Montesori	CRISTOBAL COLON	CUMBALTAR	1	11	1
3	Inst. Pedagógico Ciudad de San Gabriel y escuela	Cristóbal Colón	Santa Rosa	21	144	23
4	Colegio Cristóbal Colón	Cristóbal Colón	Cristóbal Colón	15	11	20
5	Escuela Juan Montalvo	Cristóbal Colón	Cristóbal Colón	8	81	7
6	Escuela Dr. Carlos Martínez Acosta	Cristóbal Colón	San Juan	2	28	2
7	Escuela América	Cristóbal Colón	Chitán de Queles	1	14	1
8	Rep. Tanques de Agua Cristobal Colón	Cristóbal Colón	Chitán de Queles	1		
9	Escuela Manuel Raza	Cristóbal Colón	El Sixal	1	28	5
10	Rep. Tanques de Agua San Gabriel	Cristóbal Colón	Cristóbal Colón	0		
11	Escuela Ricardo del Hierro	Cristóbal Colón	Cristóbal Colón	8	185	9
12	Escuela Alberto Guerra N	Fernández Salvador	El Tambo	2	30	3
13	Escuela Juan Jacobo Rosseau	Fernández Salvador	San Francisco	4	38	3
14	Escuela Luz María Carrera	Fernández Salvador	San Francisco	5	60	5
15	Escuela Rep. Gonzalo Pizarro	Fernández Salvador	Fernández Salvador	12	68	7
16	Escuela Fiscal A. Calderón	Gonzáles Suárez	Santa Clara	21	521	23
17	Escuela Dario Egas Grijalva	Gonzáles Suárez	Santa Clara	18	119	18

18	José Julian A. Bachillerato	Gonzáles Suárez	Santa Clara	20	700	105
19	Escuela Secundino Chamorro	Gonzáles Suárez	San Vicente	25	350	23
20	Biblioteca Virtual Municipio	Gonzáles Suárez	San Vicente	11		
21	Unidad Pablo Muños Vega	Gonzáles Suárez	San Pedro	12	563	49
22	Colegio Popular Eloy Alfaro	Gonzáles Suárez	Jardines del Norte	6	164	16
23	Colegio Agropecuario Jorge Martínez Acosta	Gonzáles Suárez	Santa Rosa	14	150	16
24	Escuela FAE "Mayor Arturo Guevara"	Gonzáles Suárez	Santa Rosa	6	78	7
25	Escuela Neptalí Guerrero	Gonzáles Suárez	Chutan Bajo	2	27	2
26	Escuela García Tulcanaza	Gonzáles Suárez	Chutan Alto	2	55	4
27	Escuela Luis Reyes Morales	Gonzáles Suárez	Tanguis	1	8	1
28	Escuela Ibarra	Gonzáles Suárez	San Cristobal Alto	3	39	4
29	Escuela Febres Cordero	Gonzáles Suárez	La delicia alta	3	60	4
30	Escuela Carlos Oña Benavides	Jesús del Gran Poder	Jesús del G. Poder	1	51	5
31	Escuela Amable Navarrete	La Esperanza	San José	2	45	3
32	Colegio Nacional Técnico la Paz	La Paz	La Paz	18	180	22
33	Escuela 24 De Mayo	La Paz	La Paz	7	126	7
34	Escuela Mercedes Moscoso	La Paz	La Paz	7	138	7
35	Escuela Riobamba	La Paz	Colorado	2	33	3
36	Escuela Eudocio Salazar	La Paz	Huaquer	2	36	5
37	Escuela Cuenca	La Paz	Cucher	1	20	2
38	Escuela Ulpiano Rosero	La Paz	Pizan	2	45	3
39	Victoria Díaz de Galindo	La Paz	Tuquer	3	62	5
40	Luis Antonio Mantilla	La Paz	Rumichaca	2	7	1
41	Escuela Salomón Cabezas	La Paz	Tesalia	2	9	1
42	Escuela Pio Quinto Guzmán	La Paz	El Chilgual	1	13	2
43	Escuela Amazonas	Piartal	San Pedro Alto	2	55	8
44	Escuela Briseño Auz	Piartal	San Pedro Bajo	1	35	5
45	Escuela Diego de Almagro	Piartal	El Rosal	1	34	5
46	Escuela Venezuela	Piartal	Piartal	7	65	10
47	Colegio Nacional Piartal	Piartal	Piartal	9	28	9

48	Torre Municipio	San Gabriel	Chiles Alto	0		
49	Municipio	San Gabriel	San Gabriel	35		
50	Escuela 27 de Septiembre	San José	San José	9	185	15
51	Escuela Acosta Soberón	San José	San José	15	522	20
52	Unidad Educativa Pio 12	San José	San José	15	226	32
53	Escuela José Reyes	San José	San Antonio	16	345	19
54	Colegio José Julián A. (Básico)	San José	Barrio Centenario	15	1600	94
55	Colegio Artesano 27 de Septiembre	San José	Barrio Centenario	2	53	9
56	Colegio Mario Oña Perdomo	San José	Barrio Centenario	17	640	45
57	Escuela Fiscal Gran Colombia	San José	Monte Verde	2	90	5
58	Escuela Honorato Vásquez	San José	El Chamizo	1	57	5
59	Escuela Luis del Campo	San José	Las Lajas	1	60	5
60	Escuela Manuel Benjamín Carrión	San José	Dorado	1	8	1
61	Escuela Ecuador	San José	Canchaguano	8	138	13
62	Colegio Manuel Quiroga	San José	Canchaguano	9	36	7
63	Escuela Ángel Polibio Córdova	San José	Athal	2	58	5
64	Escuela Carlos Mantilla	San José	Sta M. de Indugel	1	30	2
65	Escuela Latacunga	San José	Chiles Bajo	1	22	2
66	Escuela Ricardo Jaramillo	San José	El Capulí	3	42	4
67	Centro Artesanal la Paz	La Paz	La Paz	2	16	4
68	Oficina Junta Parroquial La Paz	La Paz	La Paz	1		
69	Escuela Marco Aurelio Venegas	La Paz	Yail	1	7	1
70	Oficina Junta Parroquial Fernandez Salvador	Fernández Salvador	Fernández Salvador	2		
71	Oficina Junta Parroquial Piartal	Piartal	Piartal	4		
72	Oficina Junta Parroquial Cristobal Colón	Cristóbal Colón	Cristóbal Colón	1		
73	Oficina Junta Parroquial Chitan de Navarrete	Chitan de Navarrete	Chitan de Navarrete	2		
74	Oficina UTE N3	San Gabriel	San Gabriel	2		8
75	Centro de Información Juvenil	San Gabriel	San Gabriel	0		
76	Jardín Manuel j. Bastidas	San Gabriel	San Gabriel	0	27	
77	Jardín Fernando Pozo	San Gabriel	San Gabriel	0	54	5

78	Repetidor de Rumichaca	La Paz	Rumichaca	0		
79	Unidad Educativa San Francisco	San Gabriel	San Gabriel	6	90	13
<b>TOTAL</b>				<b>477</b>	<b>8916</b>	<b>784</b>

**Tabla 2. 8: Información geográfica de las instituciones**

No.	SITIO	Longitud	Latitud	Altura	Ener. Eléctrica
1	Escuela Gregorio Chamorro	77 47 30,2	00 37 34,1	2825	si
2	Escuela María Montesori	77 49 31,5	00 36 36,7	3010	si
3	Inst. Pedagógico Ciudad de San Gabriel y escuela	77 48 58,5	00 36 3,4	2886	si
4	Colegio Cristóbal Colón	77 48 37,5	00 36 22,6	2829	si
5	Escuela Juan Montalvo	77 48 36,5	00 36 20,6	2822	si
6	Escuela Dr. Carlos Martínez Acosta	77 48 51,4	00 37 50,5	2975	si
7	Escuela América	77 48 24,5	00 37 00,1	2812	si
8	Rep. Tanques de Agua Cristobal Colón	77 48 45,1	00 36 31,2	2917	si
9	Escuela Manuel Raza	77 47 16,4	00 35 53,5	2780	si
10	Rep. Tanques de Agua San Gabriel	77 50 06,6	00 36 11,8	2960	si
11	Escuela Ricardo del Hierro	77 48 49,0	00 36 21,9	2838	si
12	Escuela Alberto Guerra N	77 45 5,7	00 34 35,7	2966	si
13	Escuela Juan Jacobo Rosseau	77 44 43,7	00 34 21,2	2935	si
14	Escuela Luz María Carrera	77 43 55,3	00 34 2,0	3070	si
15	Escuela Rep. Gonzalo Pizarro	77 45 02,3	00 36 00,1	2893	si
16	Escuela Fiscal A. Calderón	77 50 08,8	00 36 0,9	2896	si
17	Escuela Dario Egas Grijalva	77 50 11,2	00 36 2,1	2881	si
18	José Julian A. Bachillerato	77 50 13,2	00 35 58,4	2910	si
19	Escuela Secundino Chamorro	77 50 9,2	00 35 52,0	2895	si
20	Biblioteca Virtual Municipio				
21	Unidad Pablo Muños Vega	77 50 10,1	00 35 47,6	2886	si
22	Colegio Popular Eloy Alfaro	77 49 46,4	00 35 55,2	2841	si
23	Colegio Agropecuario Jorge Martínez Acosta	77 49 17,9	00 36 1,9	2836	si

24	Escuela FAE "Mayor Arturo Guevara"	77 49 24,1	00 35 56,4	2826	si
25	Escuela Neptalí Guerrero	77 51 00,5	00 36 33,6	3009	si
26	Escuela García Tulcanaza	77 51 35,9	00 37 52,3	3160	si
27	Escuela Luis Reyes Morales	77 50 24,7	00 36 47,8	2975	si
28	Escuela Ibarra	77 50 08,9	00 37 35,8	3073	si
29	Escuela Febres Cordero	77 51 36,6	00 35 58,8	3149	si
30	Escuela Carlos Oña Benavides	77 47 17	00 31 23,9	2848	si
31	Escuela Amable Navarrete	77 46 54,7	00 33 56,7	2841	si
32	Colegio Nacional Técnico la Paz	77 51 48,1	00 30 28,3	2717	si
33	Escuela 24 De Mayo	77 51 51,14	00 30 29,3	2725	si
34	Escuela Mercedes Moscoso	77 51 57,9	00 30 39,9	2718	si
35	Escuela Riobamba	77 53 21,9	00 34 03,4	3056	si
36	Escuela Eudocio Salazar	77 52 01	00 34 14,5	2981	si
37	Escuela Cuenca	77 49 45	00 31 18,5	2800	si
38	Escuela Ulpiano Rosero	77 43 23	00 30 16,4	2640	si
39	Victoria Díaz de Galindo	77 50 24,3	00 29 42,5	2692	si
40	Luis Antonio Mantilla	77 50 00	00 3102,2	2803	si
41	Escuela Salomón Cabezas	77 51 09,6	00 32 02,2	2766	si
42	Escuela Pio Quinto Guzmán	77 49 04,53	00 32 48,1	2761	si
43	Escuela Amazonas	77 44 50,8	00 33 56,4	2926	si
44	Escuela Briseño Auz	77 45 31,1	00 33 39,9	2942	si
45	Escuela Diego de Almagro	77 45 45,9	00 33 08,9	2867	si
46	Escuela Venezuela	77 46 16,5	00 33 59,5	2865	si
47	Colegio Nacional Piartal	77 46 13,6	00 33 55,8	2870	si
48	Torre Municipio	77 41 04	00 35 14,4	3132	si
49	Municipio	77 50 07,8	00 35 56,6	2882	si
50	Escuela 27 de Septiembre	77 49 49,4	00 35 37,8	2873	si
51	Escuela Acosta Soberón	77 49 56,5	00 35 35,3	2883	si
52	Unidad Educativa Pio 12	77 49 50,1	00 35 33,5	2878	si
53	Escuela José Reyes	77 50 0,1	00 35 42,7	2890	si
54	Colegio José Julián A. (Básico)	77 49 30,2	00 34 53,4	2844	si
55	Colegio Artesano 27 de Septiembre	77 49 34,5	00 35 34,0	2818	si

56	Colegio Mario Oña Perdomo	77 49 30,7	00 35 28,9	2818	si
57	Escuela Fiscal Gran Colombia	77 47 22	00 33 00,6	2848	si
58	Escuela Honorato Vásquez	77 47 01,9	00 32 06,0	2732	si
59	Escuela Luis del Campo	77 46 09,1	00 32 26,1	2857	si
60	Escuela Manuel Benjamín Carrión	77 46 17,6	00 32 22	2878	si
61	Escuela Ecuador	77 48 39,1	00 32 04	2850	si
62	Colegio Manuel Quiroga	77 48 34,4	00 32 28,1	2870	si
63	Escuela Ángel Polibio Córdova	77 47 58,4	00 30 59,9	2879	si
64	Escuela Carlos Mantilla	77 49 19,3	00 34 42,2	2825	si
65	Escuela Latacunga	77 50 37,1	00 34 44,7	3010	si
66	Escuela Ricardo Jaramillo	77 50 14,9	00 33 54,2	2802	si
67	Centro Artesanal la Paz	77 51 57,9	00 30 39,9	2718	si
68	Oficina Junta Parroquial La Paz	77 52 03,1	00 30 30,9	2900	si
69	Escuela Marco Aurelio Venegas	77 51 06,2	00 29 20,8	2594	si
70	Oficina Junta Parroquial Fernandez Salvador	77 45 09,3	00 37 30,5	2826	si
71	Oficina Junta Parroquial Piartal	77 46 17,6	00 34 00,7	2893	si
72	Oficina Junta Parroquial Cristobal Colón	77 48 37,8	00 36 18,2	2827	si
73	Oficina Junta Parroquial Chitan de Navarrete	77 47 24,4	00 37 30,5	2826	si
74	Oficina UTE N3	77 50 8,7	00 35 56,0	2890	si
75	Centro de Información Juvenil	77 50 07,4	00 35 57,3	2896	
76	Jardín Manuel j. Bastidas	77 50 15,7	00 35 57,3	2895	si
77	Jardín Fernando Pozo	77 49 59,1	00 35 34,7	2886	si
78	Repetidor de Rumichaca	77 49 56	00 30 31,7	2815	si
79	Unidad Educativa San Francisco	77 49 58,0	00 35 57,3	2856	si

## 2.8. MAPA DE UBICACIÓN DE LAS INSTITUCIONES ESTATALES

A continuación se muestra la ubicación de todas las instituciones que se servirán del servicio, en mapas con divisiones cantonales y parroquiales para tener una mejor idea de su locación.



Figura 2. 22. Mapa cantonal con la ubicación de las instituciones estatales



Figura 2. 23. Mapa parroquial con la ubicación de las instituciones estatales

## 2.9. SOFTWARE A UTILIZARSE

Para el presente proyecto se hizo necesaria la utilización de un software que de las facilidades para obtener todos los enlaces que se necesitaran para la interconexión de las instituciones estatales con respecto a sus relieves, coberturas, puntos de vista, etc., es necesario tomar en cuenta que el diseño en sí de la red se lo analizará de una mejor manera en el capítulo 3; es así que se ha elegido usar el programa Radio Mobile, con el cual se pudo realizar varias actividades muy útiles en diseños de enlaces inalámbricos tales como ver la geografía del terreno, ubicar los puntos de interés en el mapa del terreno, ver los perfiles de los enlaces, y lo más importante es obtener la simulación más acertada en cuanto a lo que tiene que ver con los enlaces, a continuación se explica su utilización:

### 2.9.1. Radio Mobile

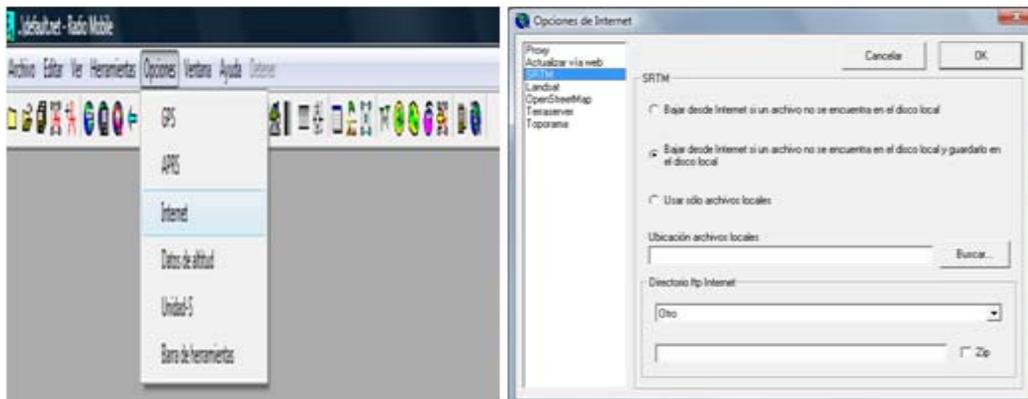
Radio Mobile es un programa que se lo encuentra de forma gratuita en la Internet de donde se lo puede descargar, cabe recalcar que se lo puede obtener en inglés y en español.

Radio Mobile no realiza modificaciones en el registro de Windows ni carga dll's en los directorios del sistema.

Una vez instalado el programa se debe verificar y crear, si es necesario, las carpetas DTED y SRTM, que son en donde se encuentran los mapas digitales que se usaran, de modo que quedaran así: C:\ Radio Mobile\SRTM y C:\ Radio Mobile\DTED. Estos archivos se los puede también descargar fácilmente de la página <http://www.cplus.org/rmw/english1.html> o <http://geoengine.nga.mil>. También se pueden descargar todos los mapas que el usuario necesite para realizar los enlaces.

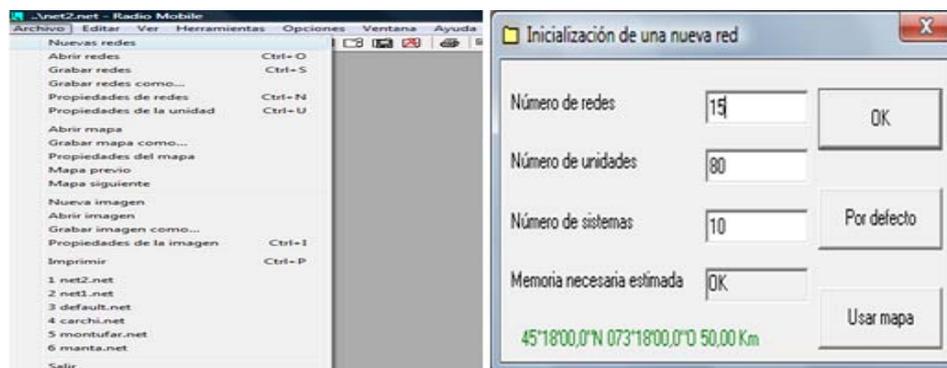
Una vez realizado este proceso ya se puede empezar a manejar el software y se presenta a continuación como ocuparlo para crear una nueva red.

Se puede configurar el modo de trabajo con el programa, es decir si se va a trabajar en internet o no, para esto se siguen los siguientes pasos Opciones>Internet>SRTM>Bajar desde internet (si un archivo no se encuentra en el disco local); ó Opciones>Internet>SRTM>Usar solo archivos locales (si se desea trabajar sin internet). Para este último caso en la ubicación de archivos locales, se elige la ubicación de la carpeta SRTM.



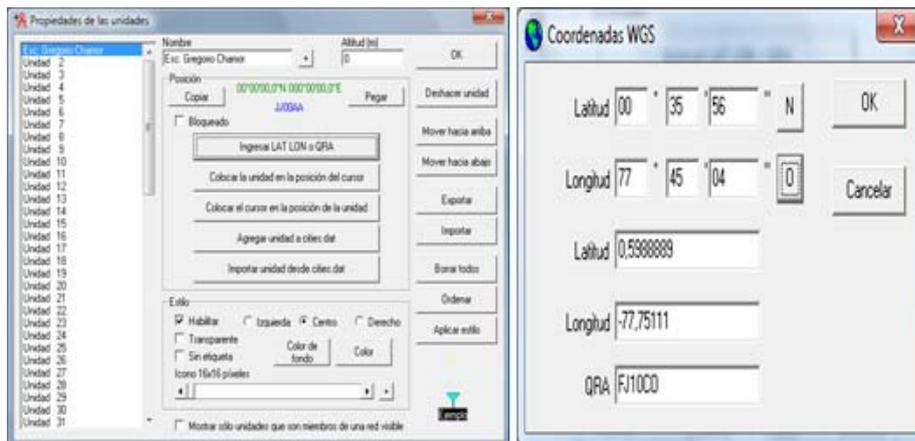
**Figura 2. 24: Configuración del programa Radio Mobile**

A continuación, se procede a iniciar la nueva red que se va a diseñar, de la siguiente manera: Menú>Archivo>Nuevas Redes. Después aparecerá un nuevo recuadro en el que se piden algunos puntos importantes para la nueva red (como se puede ver ya existen algunos valores por defecto), tales como Numero de Redes (una red se considera a un grupo de estaciones de radio), Numero de unidades (estación de radio) y Numero de sistemas (número de equipos de la estación en el cual se encuentran definidos su performance: altura de la antena, datos del equipo, etc.). Para el caso del presente proyecto se setearan los datos tal como se muestra en la Figura No 2.25.



**Figura 2. 25: Inicialización de una nueva red**

Como siguiente paso se pueden ingresar todas las unidades que pertenecerán a la red, para lo cual se va a Propiedades de las unidades (en menú), con lo que aparecerá una nueva pantalla en donde se podrá dar las características de las mismas así como ingresar el nombre de la unidad, sus coordenadas geográficas, altura, e incluso el estilo de grafica representativa en el mapa y el color con el que se desee representar a la unidad.



**Figura 2. 26: Propiedades de las Unidades**

A continuación se procede a configurar las propiedades de las redes, y se iniciara con los parámetros de la red en donde se podrá configurar el nombre de un enlace o grupo de enlaces de una misma red, también se podrá definir frecuencias de trabajo, perdidas en los equipos, el clima del terreno en donde se va a levantar el enlace, etc.

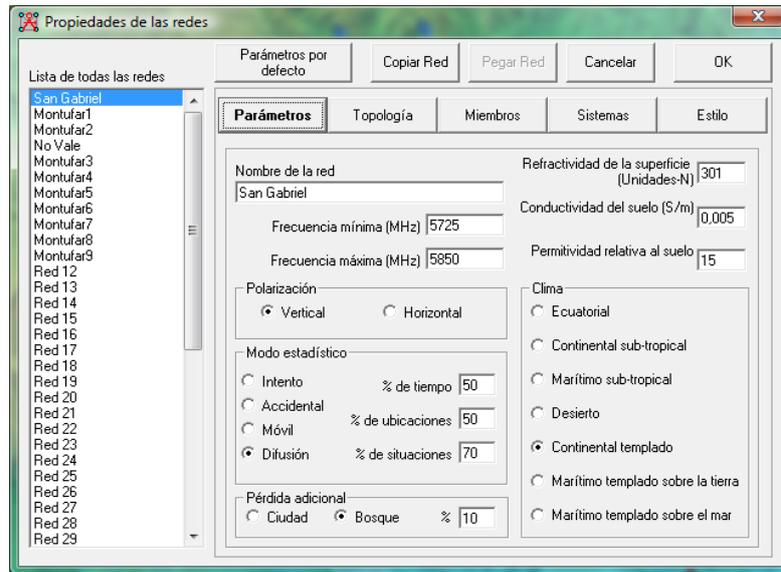


Figura 2. 27: Parámetros de la red

Otro punto importante es configurar la topología con la que se trabajara, es decir, como se realizara la interconexión del enlace.

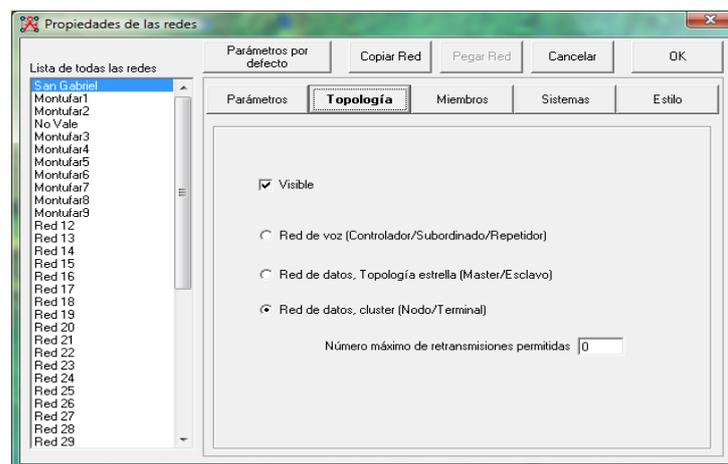


Figura 2. 28: Topología de la red

En la siguiente pestaña se puede elegir todas las unidades que pertenecerán a un mismo enlace, así como también se podrá definir a cada una si será una torre principal, repetidor, o tan solo un punto en la red, y dependiendo del tipo de antena que se haya elegido para el sistema que usara en el enlace, se podrá elegir el azimut que tomara para completar la transmisión de datos, es decir, a donde la antena tiene que dirigirse para recibir la información requerida. Además también se puede ver el patrón de radiación que emitirá la antena y la dirección con la que lo hará.

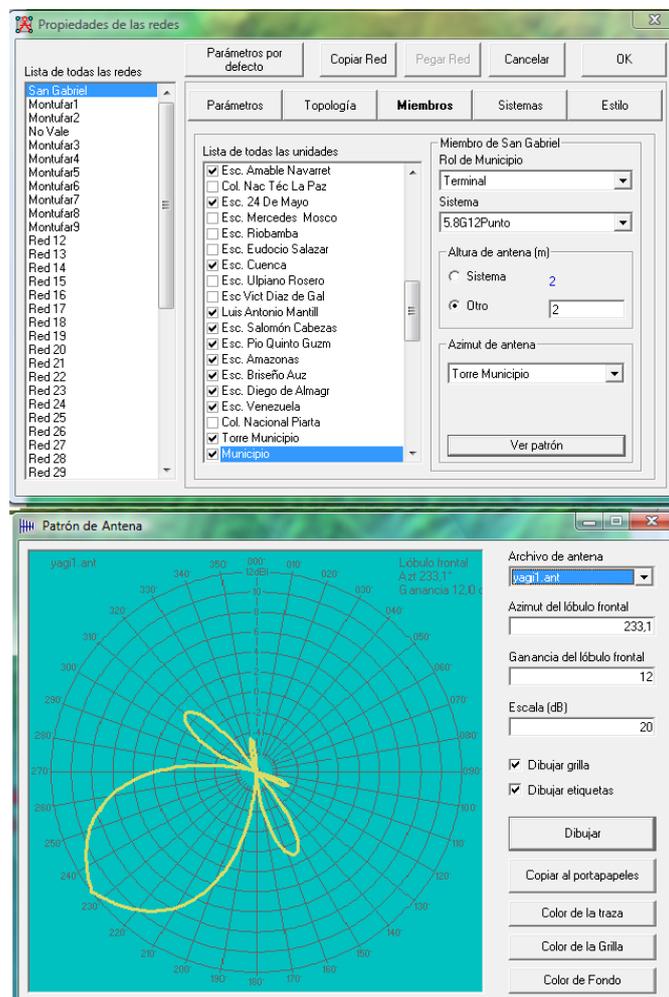


Figura 2. 29: Miembros de la red

Tal vez el punto más importante de tomar en cuenta sean las configuraciones del sistema, en este punto se pueden dar especificaciones mas puntuales de los equipos que se usaran en cada punto o unidad, así como el nombre del sistema, la potencia de transmisión que usara la antena, el umbral de recepción que posee el equipo, la pérdida en las líneas (cable, cavidades y conectores), como se dijo anteriormente se puede elegir el tipo de antena que se usara, la ganancia que se usara para la transmisión de datos, la altura de la antena y finalmente se puede ingresar algún otro tipo de pérdida si es que se usa mas cable para llegar de la antena a los equipos.

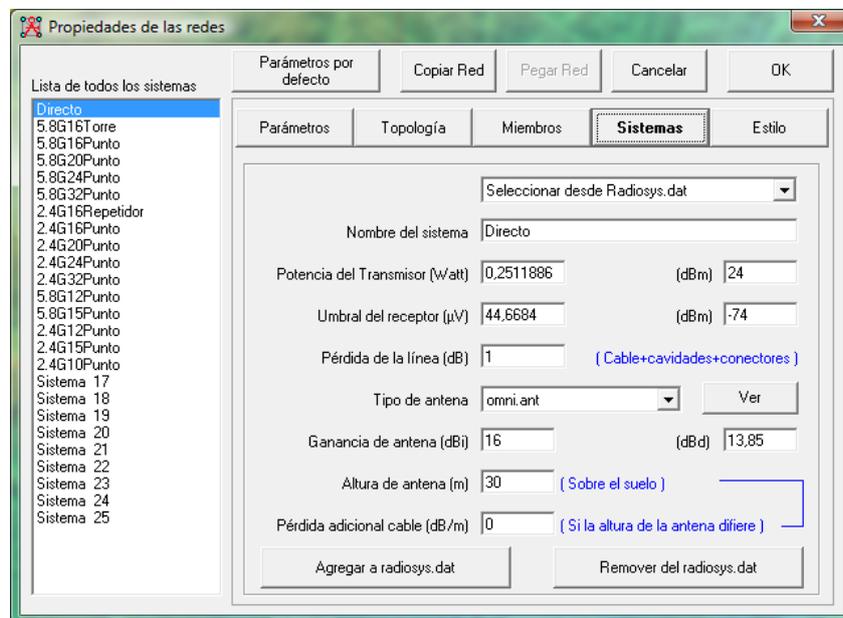
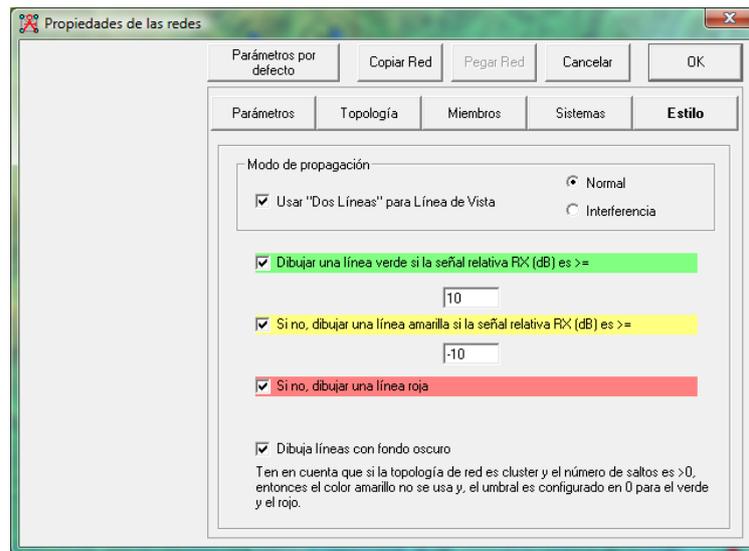


Figura 2. 30: Configuración del sistema de la red

Además, en la última pestaña se puede configurar el estilo de la red, que se refiere a la determinación de manera grafica si un enlace se puede llegar a dar o no. El estilo trabaja con lo que se refiere al margen de desvanecimiento, punto que se tratara en el Capitulo 3, si se configura a la red para que todos los enlaces se lleguen a dar si presentan un margen de desvanecimiento superior a los 10dB, entonces todos los enlaces que superen este punto se presentaran con una línea de color verde indicando que el enlace es perfecto, un punto

intermedio sería 5dB, todos los enlaces que se encuentren entre los 10 y 5dB se presentaran con una línea de color amarilla y significara que el enlace tiene pequeños problemas; pero si el enlace obtiene valores por debajo de los configurados, se presentara con una línea de color rojo, y significara que el enlace no se puede dar.



**Figura 2. 31: Estilo de la red**

Finalmente, las pestañas restantes solo permitirán volver a poner los parámetros por defecto, es decir, volver a iniciar toda la red con todas las configuraciones con las que se empezó a trabajar; de la misma manera se podrá tener la opción de copiar una red, y al hacerlo, también se copiaran todas las configuraciones que se especificaron en la red.

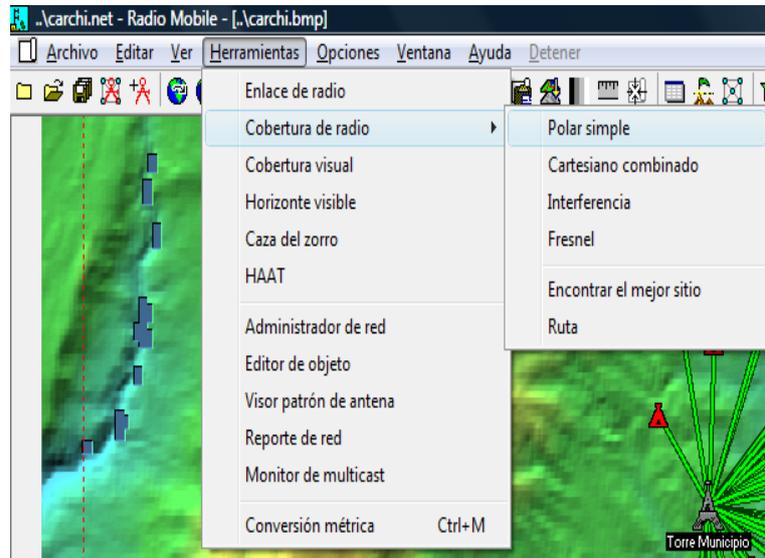
Una vez realizado este proceso se podrá configurar las propiedades del mapa, para poder empezar a trabajar con la geografía del terreno. Para esto se acude a Propiedades del mapa en la barra de menú y se configura el numero de pixeles con los que se desea trabajar, tanto al ancho como al largo del monitor, además se puede alejar o acercar la vista hacia el mapa variando la altitud de visibilidad; e incluso se puede centrar el mapa en una unidad específica

para mejorar el trabajo. Se debe recordar que nada de esto servirá si no se configura la carpeta de donde se desea extraer dicho mapa, es por eso que en Fuente de datos de altitud se elige la carpeta SRTM y su respectiva ubicación.



**Figura 2. 32: Propiedades del mapa**

Además de todos estos beneficios, el presente software permite analizar también de manera grafica la cobertura que tendrá la antena con respecto a las unidades que podrá dar el servicio. Para esto, se tiene que ir a Herramienta>Cobertura de radio> Opción a elegir (se elige la manera con la que se desee ver la cobertura).



**Figura 2. 33: Opción cobertura de antena**

En esta opción se podrán configurar algunos ítems tales como la unidad central que se refiere a la antena principal que dará el servicio, la unidad móvil que es cualquier unidad que se encuentre dentro de la misma red con la cual la antena principal tendrá una referencia para la cobertura, la dirección del enlace, la manera como se desea que se presente el resultado en forma grafica, es decir, el color de la cobertura, contorno de la grafica, etc., además se podrá configurar el azimut para la cobertura, entre otros parámetros que se indican en la Figura 2.34.

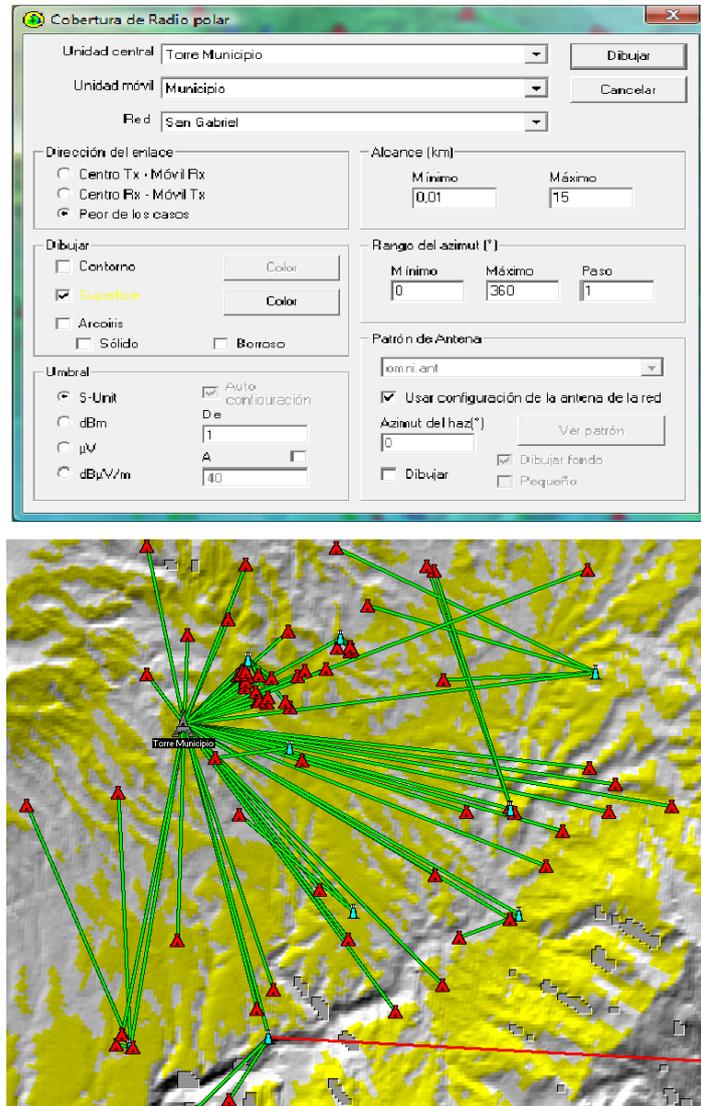
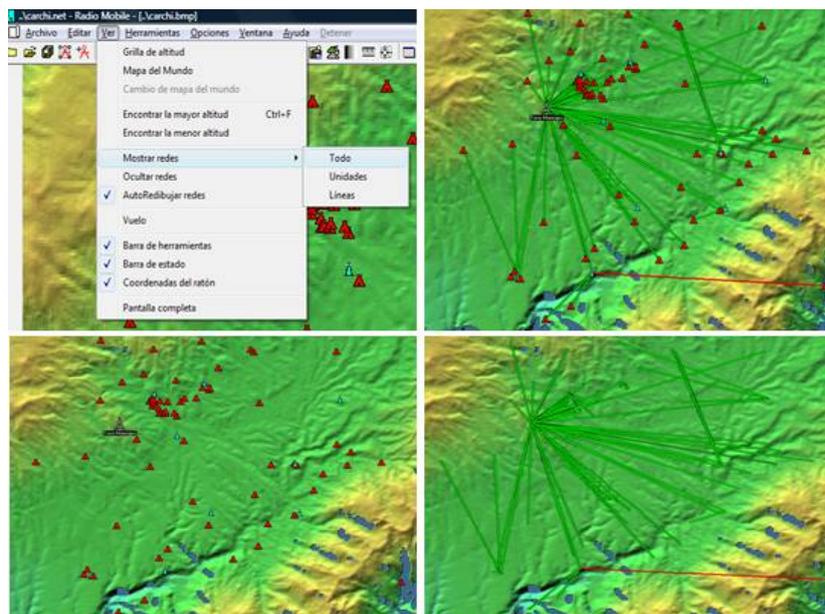


Figura 2. 34: Cobertura polar

Como se puede apreciar en la grafica, solo tendrán enlace las unidades que se encuentren dentro del radio de cobertura de la antena principal; gráficamente se puede decir que solo tendrán enlace las unidades que se encuentren dentro de la zona de color amarillo.

Después de haber cumplido con todos estos pasos, se puede empezar a analizar las redes y obtener sus perfiles. Para ver los enlaces se debe ir a Menú>Ver>Mostrar redes, en donde aparecerán tres opciones que permitirán visualizar todo o parte de las redes así como las líneas y las unidades, solo las unidades o solo las líneas del enlace. Aquí se podrá apreciar lo que se comento en el punto anterior sobre el estilo de la red y la representación grafica del enlace.



**Figura 2. 35: Visualización de las redes, unidades y enlaces**

Finalmente se pueden sacar los perfiles de los enlaces, para esto se selecciona Menú>Herramientas>Enlace de radio, y aparecerá un perfil por default y en esta se elegirá el enlace que se desee observar escogiendo el sistema en el que se encuentre. Pero con cada perfil de los enlaces, el programa da resultados de cálculos y mediciones que realiza para analizarlos. En el perfil de un enlace se podrá conocer: la distancia entre el transmisor y receptor, el ángulo de elevación del haz de la señal, el azimut del enlace, las pérdidas de señal en dBm, el campo Electromagnético en que se da el enlace, también se muestra si existe línea de vista entre las antenas, y lo más importante, indica el nivel de recepción en uV y en dBm,

que existe en el enlace, para lo cual lo mas optimo seria que se encuentre entre los -65 a -75 dBm ya que con esos valores se da una transmisión excelente.

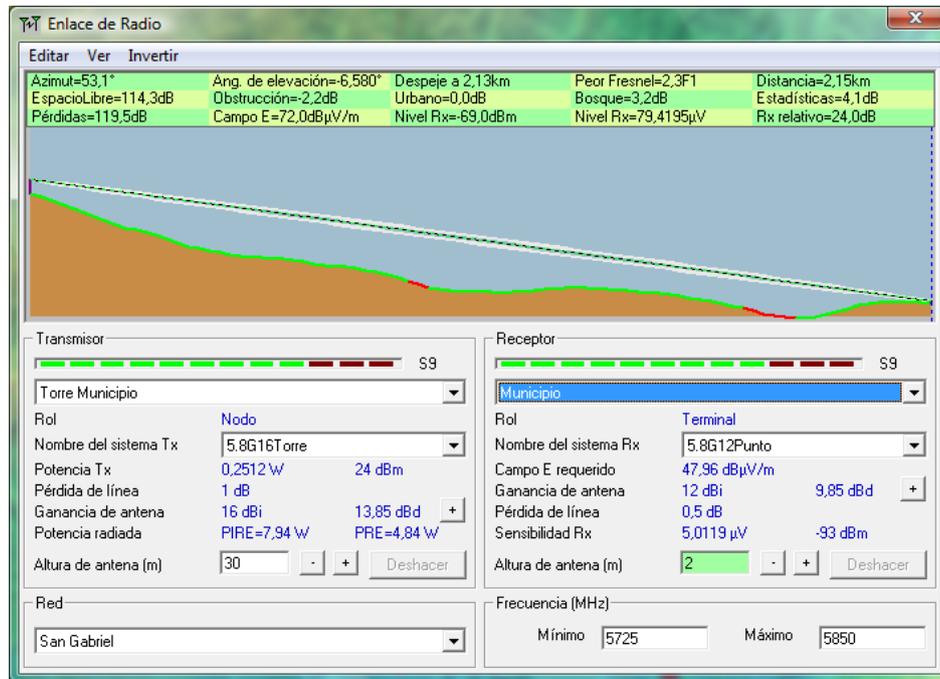


Figura 2. 36: Ejemplo de perfil de un enlace de red

## **CAPITULO 3**

### **DISEÑO TECNICO DE LA RED**

#### **3.1. PÉRDIDAS EN UN RADIOENLACE**

En un enlace predeterminado, las pérdidas empiezan a darse cuando la señal que ha viajado varios metros por un mismo medio empieza a debilitarse, a esto se le suma la pérdida de potencia que sufre la señal en los elementos alimentadores tales como cables, guías de onda, filtros, duplexores, divisores de potencia y circuladores; todos, o al menos la mayoría de estos elementos se encuentran en un enlace antes de que la señal empiece a viajar, es decir, son los equipos que se encuentran en el transmisor y en el receptor.

En un sistema inalámbrico las pérdidas más frecuentes se dan por el desvanecimiento de la señal. Desvanecimiento no es otra cosa que la pérdida de la intensidad de una señal respecto de una potencia umbral que está dada por las especificaciones en los receptores. La potencia umbral es la mínima potencia con la que el receptor recibe la señal, si esta es menor, dicho receptor no recibirá nada.

Para obtener datos sobre las pérdidas que sufre un sistema, se debe tomar en consideración varios aspectos de los cuales se detallan los más importantes a continuación:

### 3.1.1. Margen de Desvanecimiento

Es la diferencia de la potencia que se tiene entre la potencia de recepción (la que se receipta) y el umbral de recepción. Mientras más grande es el margen de desvanecimiento es mucho mejor, pero esto incrementara los costos del proyecto.

### 3.1.2. Protuberancia de la tierra

Muchas veces se cree que la señal que va de una antena a otra viaja en sentido recto, pero en realidad la dirección de la señal puede tender a variar debido a la geografía de la tierra (ya que todos sabemos que es redonda) y a sus zonas climáticas. Para poder analizar este hecho se debe enfocar en el índice de refracción que tiene el enlace el cual se lo obtiene aplicando la ecuación 3.1, pero para hacer más explicativo el análisis se puede observar en la Figura 3.1 como viaja la señal tomando en cuenta este fenómeno.

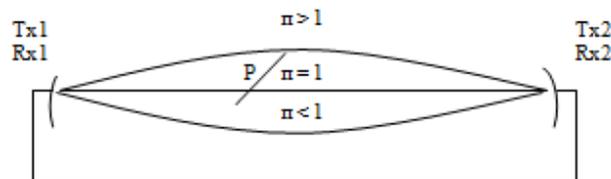


Figura 3. 1: Índice de Refracción

$$\Pi = \Pi_0 + \frac{77,6}{T} (\rho + 4810 \frac{e}{T}) * 10^{-6}$$

Ecuación 3.1

Donde:

$\Pi$  : Índice de refracción

$\Pi_0$ : Índice de refracción en el vacío e igual a 1

T: Temperatura absoluta en grados K

p: presión atmosférica en milibares

e: presión del vapor de agua

P: radio de la curvatura

Con la obtención de dicho coeficiente, se podrá calcular un factor que permita obtener un radio equivalente al de la tierra (k), que es un factor muy importante en el momento de realizar cálculos de pérdidas en los enlaces pero que por sobre todo sirve para encontrar el valor de la protuberancia de la tierra. La constante k es un valor que también cambia acorde a la zona climática en donde se esté realizando el enlace y es así que se han obtenido los siguientes datos:

$$k = \frac{P}{-a + p}$$

**Ecuación 3.2**

Donde:

k: radio equivalente de la tierra

P: radio de la curvatura

a: radio de la tierra

$$a = 6,37 * 10^6 [m]$$

Ecuación 3.3

Entonces Si:

$$P = 4a$$

$$\text{Entonces : } k = 4/3 \quad \rightarrow \text{ Para atmósfera normal}$$

Ecuación 3.4

Con esto se consiguen los siguientes datos:

Zonas Frías	→	$k = \frac{6}{5} \rightarrow \frac{4}{3}$
Zonas Templadas	→	$k = \frac{4}{3}$
Zonas Tropicales	→	$k = \frac{4}{3} \rightarrow \frac{2}{3}$

Finalmente se obtiene:

$$h_x = \frac{4}{51} \frac{d_1 d_2}{k}$$

Ecuación 3.5

En la Figura 3.2 se representan los valores de k con respecto a la geografía de la tierra y se puede concluir que “*k permanece constante con la latitud y varia con la longitud.*”

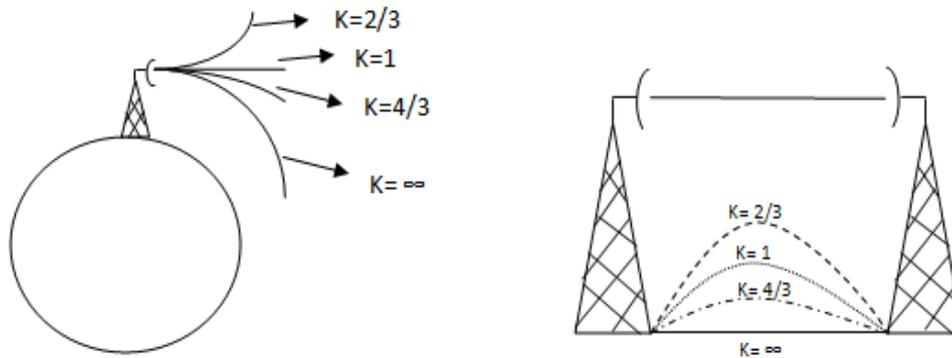


Figura 3. 2: Valores de  $k$  con los que se tiene un radio equivalente al de la tierra. (El haz de la señal seguiría el mismo trayecto de la tierra si  $K=\infty$ )

### 3.1.3. Zonas de Fresnel

Las zonas de Fresnel son aquellas, en las que los trayectos posibles de un punto al otro punto tienen una distancia igual o menor a  $d + n \frac{\lambda}{2}$  donde  $n = 1, 2, 3, \dots$  etc. Es decir si  $n = 1$  será la primera zona de Fresnel, si  $n = 2$  será la segunda zona de Fresnel y así sucesivamente. Pese a todo lo mencionado se ha demostrado que la primera zona de Fresnel es la que más aporta a la comunicación. En la Figura 3.3 se detalla un esquema de la primera zona de Fresnel y en la ecuación 3.6 se muestra como calcularla.

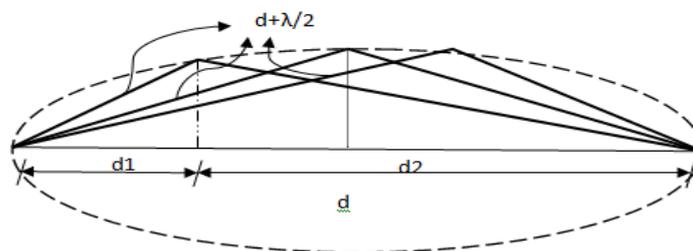


Figura 3. 3: Primera Zona de Fresnel

$$F1 = 548 \sqrt{\frac{d_1 d_2}{fd}}$$

**Ecuación 3.6**

Donde:

F1: Primera Zona de Fresnel

d1, d2 y d: distancias dadas en Km

f: frecuencia dada en MHz

Entonces:

$$F2 = \sqrt{2}F1$$

$$F3 = \sqrt{2}F2$$

⋮

Etc.

#### **3.1.4. Margen sobre obstáculos**

Es el valor mínimo que debe existir entre lo más alto del obstáculo que se encuentra entre los dos puntos del enlace y el haz de la señal dirigida. Debido a los obstáculos que se encuentran entre la comunicación Tx – Rx, se produce el fenómeno conocido como pérdidas por difracción. Cada punto de un obstáculo genera un nuevo frente de ondas, el nuevo frente puede rodear un obstáculo. Si es que no existen tales obstáculos entre la línea de vista los fenómenos de difracción son totalmente despreciables. En la Ec. 3.7 se indica como calcular este valor.

$$C = d_1 \frac{(h_2 - h_1)}{d} + h_1 - h_s$$

Ecuación 3.7

Donde:

C: Margen sobre obstáculo

d1, d2 y d: distancias dadas en Km

h1 y h2: alturas de las antenas

hs: altura máxima del obstáculo

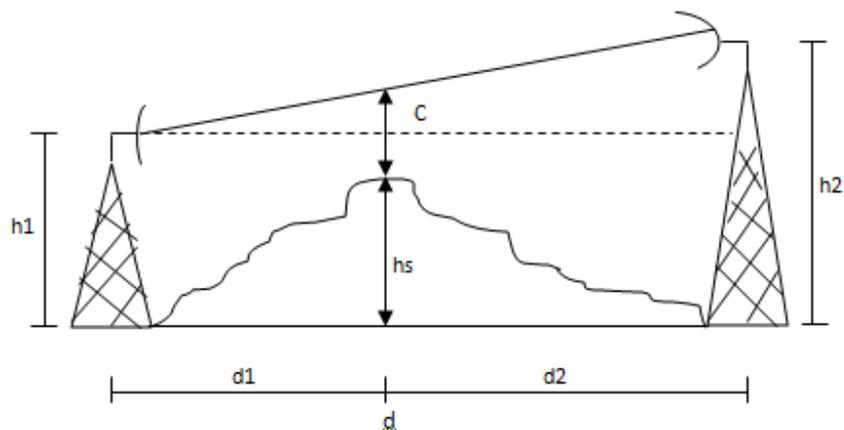


Figura 3. 4: Esquema de un obstáculo en un enlace inalámbrico

Las pérdidas por difracción y la primera zona de Fresnel van cogidos de la mano ya que el margen sobre obstáculos debe ser de menor valor que la zona de Fresnel ( $C \leq F_1$ ) para asegurar que exista total línea de vista entre las dos antenas del enlace, y que de esta manera el obstáculo no se oponga al paso de la señal. La difracción es proporcional a la longitud de onda; las ondas más largas se difractan mas, dando la impresión de voltear la esquina.

### **3.1.5. Pérdida por absorción atmosférica**

Las estaciones climáticas también son un aspecto influyente para que existan pérdidas en un enlace inalámbrico. El aire seco y el vapor de agua pueden producir atenuación pero para cualquier valor de presión, temperatura y humedad se pueden obtener los datos de las pérdidas usando las recomendaciones que se da en la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU).

### **3.1.6. Pérdidas por Lluvia**

Las señales que se propagan a través de una región de lluvia se atenúan como consecuencia de la absorción de potencia que se produce en un medio dieléctrico con pérdidas como es el agua. Adicionalmente, también se producen pérdidas sobre la onda transmitida debido a la dispersión de parte de la energía del haz que provocan las gotas de lluvia, aunque son menores.

### **3.1.7. Pérdidas por Reflexión**

Este fenómeno se puede dar cuando el haz de la señal es desviada, tomando otro sentido pero llegando a su objetivo mediante los reflejos producidos en el cuerpo con el que se ha encontrado; cabe recalcar que cuando una señal topa con un cuerpo, no toda la señal se refleja ya que dependiendo del material de tope, parte de la señal es absorbida por dicho cuerpo. La energía absorbida generalmente se transforma en calor. Este fenómeno suele suceder debido a las variaciones del índice de refracción.

### 3.1.8. Pérdidas por trayectos múltiples

Una señal puede llegar a un receptor por múltiples trayectorias, pero esto puede causar problemas en cuanto a retardos. Un punto a favor de un enlace por múltiples trayectos es que se pueden resolver problemas de línea de vista entre la antena transmisora y el receptor. La ITU tiene recomendaciones específicas para obtener datos de todos estos fenómenos hasta ahora nombrados.

### 3.1.9. Pérdidas en espacio libre

A todas las pérdidas antes resumidas, se les suma las pérdidas de 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 radioenlace y la frecuencia de funcionamiento mediante la siguiente expresión:

$$L_{el}(dB) = 32,5 + 20 \log f + 20 \log d \quad \text{Ecuación 3.8}$$

Donde:

L<sub>el</sub>: pérdidas en el espacio libre

f: Frecuencia dada en MHz

d: distancia dada en Km

## **3.2. GANANCIAS EN UN RADIOENLACE**

Si bien es cierto en un radioenlace existen varias pérdidas que se deben tomar en consideración, también se pueden obtener ganancias que ayudaran a que el enlace se lleve a cabo de una mejor manera, estas ganancias se las propone a continuación:

### **3.2.1. Ganancia de las Antenas**

La ganancia de potencia de una antena se define como la relación expresada en decibelios entre la potencia necesaria a la entrada de una antena de referencia sin perdidas y la potencia suministrada a la entrada de la antena considerada, para que ambas antenas produzcan, en una dirección dada, la misma intensidad de campo, a la misma densidad de flujo de potencia a la misma distancia. La ganancia se refiere a la dirección de máxima radiación de la antena.

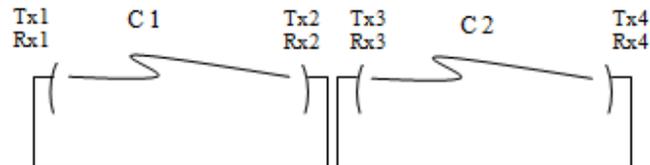
### **3.2.2. Potencia de Transmisión**

La potencia de transmisión es la potencia a la salida del transmisor por sí mismo, y no después de los elementos alimentadores tales como filtros, cables, guías de onda, duplexores, divisores de potencia y circuladores. A la potencia de transmisión se la puede expresar en dBm y también en dBW.

### **3.2.3. Confiabilidad de un sistema**

La confiabilidad de un sistema se basa en el tiempo o en el porcentaje de tiempo en el que el sistema se encuentra operativo. Por ejemplo, si se indica que un sistema es confiable en un 99%, este dato quiere decir que existe un 1% de probabilidad de que exista desvanecimiento o caída del sistema (a este dato porcentual se lo conoce como el tiempo que se encuentra fuera al sistema).

En un sistema que tiene múltiples saltos (repetidores), la confiabilidad del sistema será la suma de todas las confiabilidades parciales. Esto se indica en la Figura 3.5 y en la ecuación 3.9.



**Figura 3. 5: Confiabilidad en sistemas múltiples**

$$C_T = C_1 + C_2$$

**Ecuación 3.9**

### 3.3. ESQUEMA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS

En la Figura No 3.6 se muestra un esquema de todas las ganancias y pérdidas que intervienen en un enlace inalámbrico y de las que se ha hablado hasta el momento:

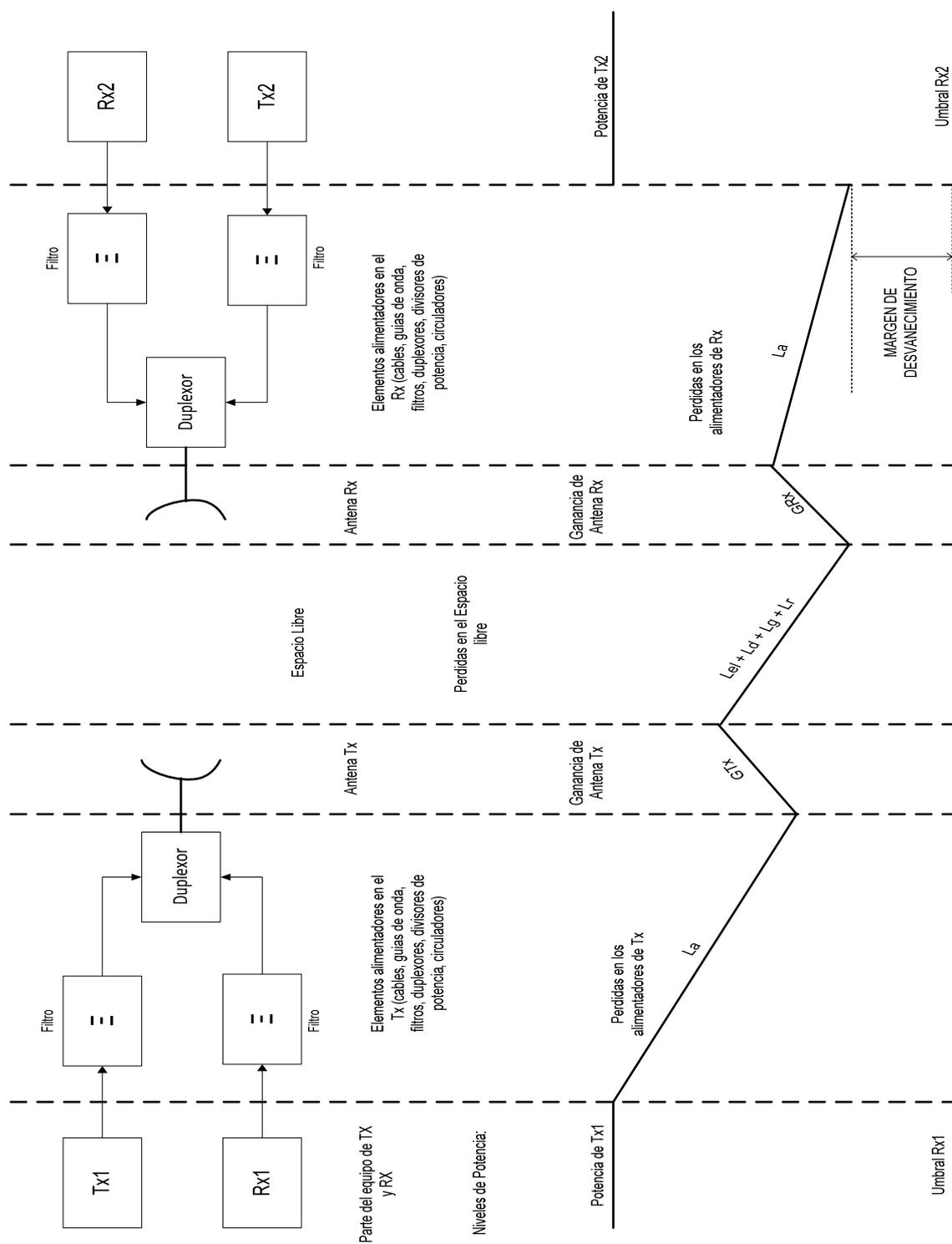


Figura 3. 6: Esquema de pérdidas y ganancias en un enlace inalámbrico

### **3.4. ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS**

Hoy en día la tecnología ha dado pasos gigantes en cuanto se refiere a Telecomunicaciones y Redes de Comunicación, esta es la razón primordial de que una red como la que se desea diseñar en el presente proyecto se la pueda realizar mediante diferentes tipos de alternativas.

Mediante la visita a cada uno de los sitios que formaran parte de la red se tomo información de la ubicación geográfica así como la distribución de las áreas de construcción para determinar los sitios y los requerimientos de instalación de los equipos.

La determinación de la ubicación se la realizo mediante la medición de las coordenadas geográficas de cada punto a través de un GPS, equipo dotado por el FODETEL, con estos datos fue posible definir los tipos de medio físico de comunicación a implementar para de esta manera seleccionar el tipo de tecnología más apropiada a utilizar de acuerdo a la situación geográfica de cada punto.

También se realizo la inspección de los espacios destinados para la instalación de las computadoras que usaran el servicio de Internet, así como también para definir el numero de computadoras requeridas y el ancho de banda que requiere cada institución; y también se estudio la justificación o no de entregar el servicio de Internet.

#### **3.4.1. Alternativa del Medio con Cobre**

Este tipo de medio de comunicación tendría algunas ventajas sobre los otros en cuanto a costos de equipamiento, pero en realidad a la larga tal vez se vería compensado por la mano de obra que se ocuparía para realizar dicho trabajo; esto se debe a que el tender cobre por los alambrados públicos, que es por donde tiene que pasar dicho medio de comunicación, es un

trabajo demasiado duro y llevaría mucho tiempo hasta poder culminar con toda la población beneficiada del proyecto y lo que se desea es ponerlo en marcha lo más rápido posible.

En la figura presentada a continuación se muestra el cableado mínimo que se necesita para poder realizar una implementación de una red mediante un medio de cobre para seguridad y buen funcionamiento de la red.

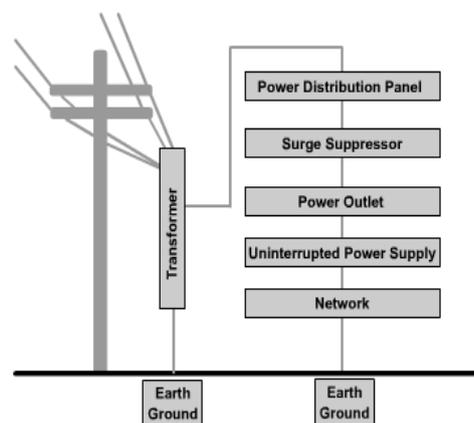
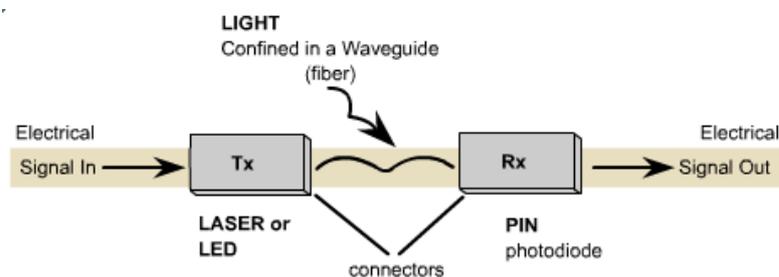


Figura 3. 7. Esquema de un cableado mediante cobre (Fuente: Programa Cisco Networking)

### 3.4.2. Alternativa del Medio con Fibra Óptica

Para la cantidad de tráfico que se desea implementar, esta alternativa resultaría muy conveniente y efectiva, pero en este estudio también se debe tener en consideración los costos que todo esto abarcará, y usar un medio de comunicación como es la Fibra Óptica incrementaría de manera considerable los costos del proyecto. Esto se debe a que los puntos de enlace se encuentran a grandes distancias entre sí y al hablar de zonas rurales tampoco se tendría por donde tender la fibra.

En la figura se indica la manera de transmisión que se realiza mediante la fibra óptica, y se puede apreciar también claramente todos los componentes que se necesitan para llevar a cabo el envío de datos, tales como un diodo led o laser que es el impulso que llevara los datos a través de la fibra, el Tx<sup>12</sup> y el Rx<sup>13</sup>; los cuales son equipos también costosos. Cabe recalcar que el tendido de la F.O. también se lo hace generalmente por el alambrado público, muy similar al Cobre.



**Figura 3. 8. Esquema de una conexión con Fibra Óptica (Fuente: Programa Cisco Networking)**

### 3.4.3. Alternativa del Medio Inalámbrico (Wi-fi)

Una implementación con medio inalámbrico Wi-fi en una zona como la estudiada, requerirá poner algunas repetidoras y antenas que se pegaran a estas para transmitir los datos mediante el medio ambiente, o sea con el aire. Con esto no se desea decir que no tendrá un costo un tanto elevado ni que sea muy fácil de implementar, pero en relación a los otros medios, esta alternativa tal vez sea mucho más sencilla de llevarla a cabo en esta región.

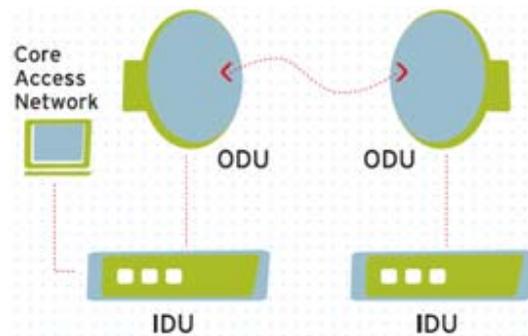
En una red inalámbrica lo que se necesita es una antena transmisora y una antena receptora, las cuales, mediante una ODU<sup>14</sup> (Out Data Unit) acopla a la señal RF<sup>15</sup> hacia un

<sup>12</sup> Tx: Transmisor

<sup>13</sup> Rx: Receptor

<sup>14</sup> ODU: Unidad de Datos Externa

modem o IDU<sup>16</sup> (Input Data Unit), el cual trabaja con IF<sup>17</sup> y que a su vez ira conectado a una PC o a un distribuidor de datos dependiendo de la infraestructura de la red.



**Figura 3. 9. Esquema de un radioenlace (Fuente: Programa Cisco Networking)**

#### **3.4.4. Alternativa de Medio Inalámbrico Satelital, Tecnología VSAT**

Al igual que en el caso del radioenlace, la alternativa satelital resultaría muy efectiva debido a que los puntos de enlace se encuentran a grandes distancias y en sectores un tanto alejados de la población urbana. Pero como se trato anteriormente se debe tomar en consideración los costos de implementación de la red, y un enlace satelital correría con grandes gastos al momento de conseguir los equipos, y mucho más para una red tan amplia como esta. La ventaja de un enlace satelital es que se puede llegar a los lugares más alejados, aun cuando no exista línea de vista con ningún cerro o repetidor, pero por otra parte se debe tomar en cuenta que se tendría mucho retraso en la transmisión de los datos.

Un enlace satelital se asemeja mucho al esquema de un radioenlace, con la diferencia de que las dos antenas (Tx y Rx) no se apuntaran entre si, por el contrario, se dirigirán a un satélite en el cielo.

---

<sup>15</sup> RF: Radio Frecuencia

<sup>16</sup> IDU: Unidad de Datos Interna

<sup>17</sup> IF: Frecuencia Intermedia

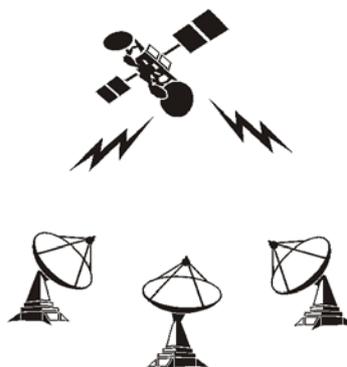


Figura 3. 10. Esquema de un enlace satelital (Fuente: Ayuda Técnica, Sistemas Avanzados de Telecomunicaciones, 9no Nivel ESPE)

### 3.4.5. Comparación de Tecnologías

Con todos los datos y los puntos tomados en cuenta se puede realizar una tabla comparativa para finalmente obtener el medio de comunicación más adecuado que se usara en el proyecto. La mencionada tabla se ilustra a continuación:

Tabla 3. 1. Tabla comparativa de los medios de comunicación

Medio de Comunicación	Costos	Fiabilidad	Dificultad de Implementación	Tiempo de Implementación
Cobre	Bajo	Buena	Alta	Largo
Fibra	Elevado	Muy Buena	Alta	Largo
Inalámbrico Wi-fi	Medio	Buena	Media	Medio
Inalámbrico Satelital	Elevado	Buena	Media	Medio

### **3.4.6. Conclusión**

De acuerdo con la constelación de la situación de cada uno de los puntos que serian los terminales de la red, se puede decir que la tecnología más apropiada de la misma seria “Inalámbrica”, en vista de que se trata de una mezcla de distribución urbana y rural, en que los puntos a ser servidos se encuentran a distancias considerables.

Se debe tener en cuenta que al tratarse de una red con una concentración rural en su mayor parte, es muy difícil pensar en otro tipo de solución (Cobre, Fibra óptica o HFC) diferente a la inalámbrica en vista de que su implementación en realidad sería muy complicada lo cual elevaría los costos de implementación de la misma.

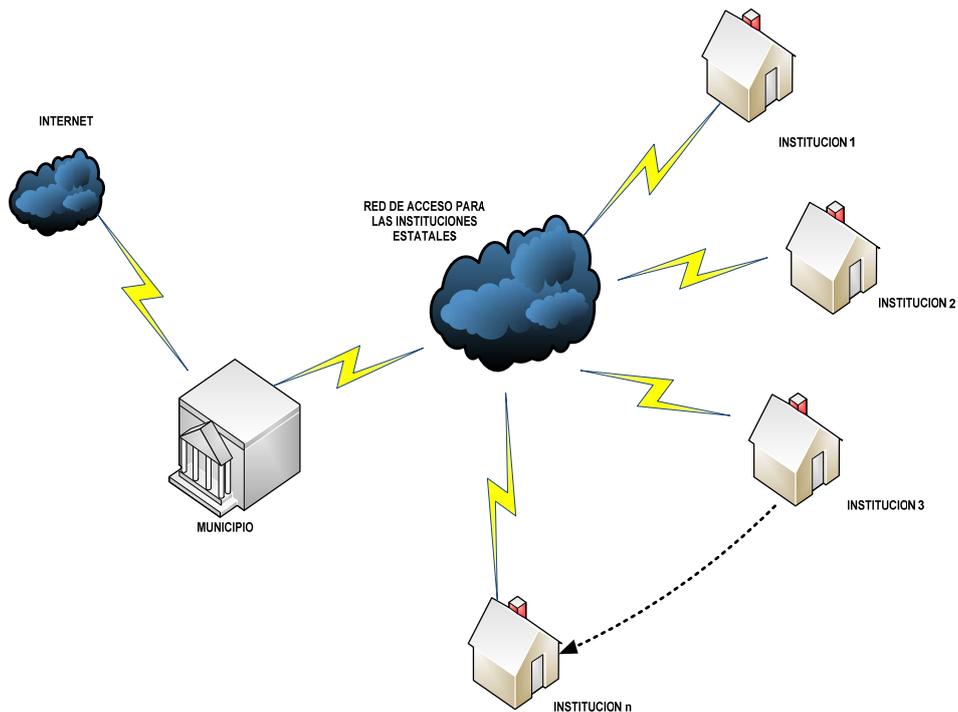
Más adelante se analizara que tipo de enlace inalámbrico resultaría más factible, radioenlace o satelital, ya que en el diseño de la red en sí, se destacara a todos y cada uno de los puntos de la red y sus respectivas líneas de vista.

### **3.5. ESTRUCTURA GENERAL DE LA RED**

Lo que se desea realizar en esencia, es interconectar todos los puntos hacia la repetidora que se encontrara en Chiles Alto, es así que todos los puntos que tengan línea de vista directa hacia esta torre lo podrán hacer sin problema alguno, por el contrario, los puntos que no tengan línea de vista directa hacia este nodo, se conectaran a través de otras repetidoras que ayudaran a llegar al punto principal.

Adicionalmente a esto, se establecerá como nodo principal al municipio del cantón Montufar, en el cual se instalaran equipos que permitan la administración y control tanto de la red de acceso como la de distribución del servicio de Internet.

Una vez implementada la red de distribución antes mencionada, se podrá establecer entre los centros estatales y el municipio de dicho cantón, una verdadera red de comunicaciones. En la Figura 3.11 se propone un esquema de la red.



**Figura 3. 11. Estructura General de la Red**

### **3.6. DISEÑO DE LA RED WAN**

Como se comento con anterioridad, todos los puntos se interconectaran a través del punto central ubicado en Chiles Alto, esto para todas las instituciones que tengan línea de vista directa hacia dicho nodo.

Con esto se puede dar como concretada la topología de la red WAN la cual será sin lugar a dudas una red tipo estrella en la cual se tendrá como concentrador principal a el municipio del cantón. Las instituciones que no presenten línea de vista directa con Chiles Alto se las enlazara a través de repetidoras ubicadas en distintas partes del cantón según convenga. En la Figura 3.12 se puede observar un esquema de la red WAN y la topología que será usada para su implementación.



### 3.6.1. Selección de puntos repetidores

Debido al relieve que se presenta en la zona de estudio, no todos los puntos beneficiarios gozan con la oportunidad de tener línea de vista directa con el cerro Chiles alto; es por esta razón que se vio necesaria la creación o asignación de puntos repetidores, que serán aquellos mediadores entre la institución en cuestión y el cerro, para de esta manera enlazarse a la red.

Este análisis se lo pudo realizar y concretar mediante el trabajo de campo realizado y con la ayuda del programa Radio Mobile; ya tratado anteriormente.

A continuación se presenta una tabla indicando cuales puntos son los seleccionados como repetidores y las instituciones que se enlazan a los mismos.

**Tabla 3. 2. Designación de Puntos Repetidores**

No.	REPETIDOR	INSTITUCIONES
1	Tanques de Agua Cristóbal Colon	Col. Cristóbal Colon, Esc. Juan Montalvo, Esc. Ricardo del Hierro, Junta Parroquial Cristóbal Colon  <i>Total: 4 Instituciones</i>
2	Tanques de Agua San Gabriel	Colegio Eloy Alfaro, Esc. 27 de Septiembre, Col. Artesano 27 de Sept., Col. Mario Oña Perdomo, Unidad Educativa San Francisco  <i>Total: 5 Instituciones</i>
3	Colegio José Julián A.	Escuela Latacunga

		<i>Total: 1 Institución</i>
<b>4</b>	Escuela Gonzalo Pizarro	Esc. Dr. Carlos Martínez A., Esc. América, Esc. Manuel Raza  <i>Total: 3 Instituciones</i>
<b>5</b>	Escuela 24 de Mayo	Col. Técnico La Paz, Esc. Mercedes Moscoso, Esc. Riobamba, Esc. Eudocio Salazar, Junta Parroquial La Paz  <i>Total: 5 Instituciones</i>
<b>6</b>	Escuela Venezuela	Esc. Gregorio Chamorro, Col. Piartal, Junta Parroquial Piartal, Junta Parroquial Chitan de Navarrete  <i>Total: 4 Instituciones</i>
<b>7</b>	Escuela Luis del Campo	Esc. Honorato Vásquez  <i>Total: 1 Institución</i>
<b>8</b>	Colegio Manuel Quiroga	Esc. Ricardo Jaramillo  <i>Total: 1 Institución</i>
<b>9</b>	Repetidor Rumichaca	Esc. Victoria Díaz de Galindo, Esc. Marco Aurelio Vega  <i>Total: 2 Instituciones</i>
<b>10</b>	Torre Principal en Cerro Chiles	Resto de Instituciones  <i>Total: 51 Instituciones</i>

### 3.6.2. Análisis de los enlaces

Como se puede observar en la Figura 3.13, existe una institución que lastimosamente no posee línea de vista con ningún otro punto, se trata de la Escuela Ulpiano Rosero, se intentó enlazarla con el repetidor de Rumichaca pero no se obtuvo resultados positivos.

Entonces, se tiene 26 instituciones que no cuentan con línea de vista directa al cerro principal, 1 institución sin línea de vista hacia ningún punto, 1 torre principal y 51 instituciones con línea de vista directa; lo cual da un total de 79 puntos.

Como se comento en el punto 3.4.6, se puede concluir que en todos los enlaces resultaría factible interconectarlos mediante radioenlaces con tecnología Wi-Fi, por el contrario, la escuela Ulpiano Rosero, institución sin línea de vista alguna, se la interconectara mediante un enlace satelital.

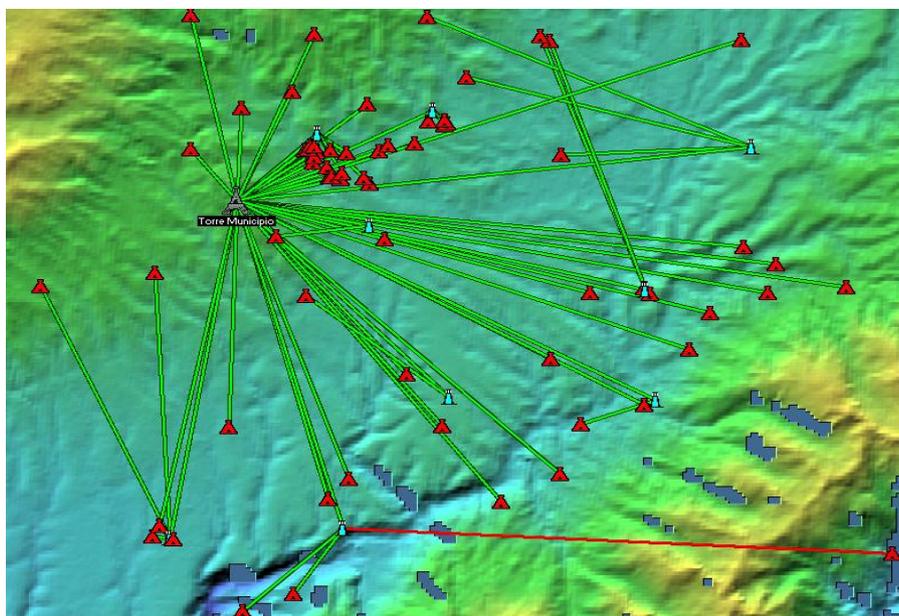


Figura 3. 13. Red WAN en Radio Mobile (las pequeñas torres representan las repetidoras)

### 3.6.3. Perfiles de los enlaces

Mediante el uso del programa Radio Mobile, se pudo realizar todo el estudio del relieve del terreno con la ubicación en el mapa de las instituciones estatales, mediante esto, se presentara todos los perfiles de las instituciones, tanto de las que se pegan directamente al cerro Chiles, como de las que no tienen línea de vista con el mismo, pero para estas, se tiene los perfiles hacia cada una de sus repetidoras.

Todos los perfiles de las instituciones estatales se los presenta en el Anexo 1 al final del presente estudio, en dicho anexo se podrá notar que no se encuentra a la biblioteca virtual, la razón es porque la edificación se encuentra en construcción y todavía no tiene infraestructura para la implementación de la red; sin embargo, se tomaran los mismos puntos del municipio del cantón ya que su ubicación es muy cerca del mismo. Pero si se tomara en cuenta el momento de realizar el análisis de costos, ya que se incluirán los equipos necesarios para la mencionada biblioteca.

En dichos perfiles se podrá identificar todos los datos relevantes de cada enlace a darse en la red (como se menciona en la descripción del software, Capítulo 2); tales como las distancias, alturas de antenas, las pérdidas que existirán en los enlaces, potencias de transmisión, niveles de recepción, etc.

### 3.6.4. Coberturas

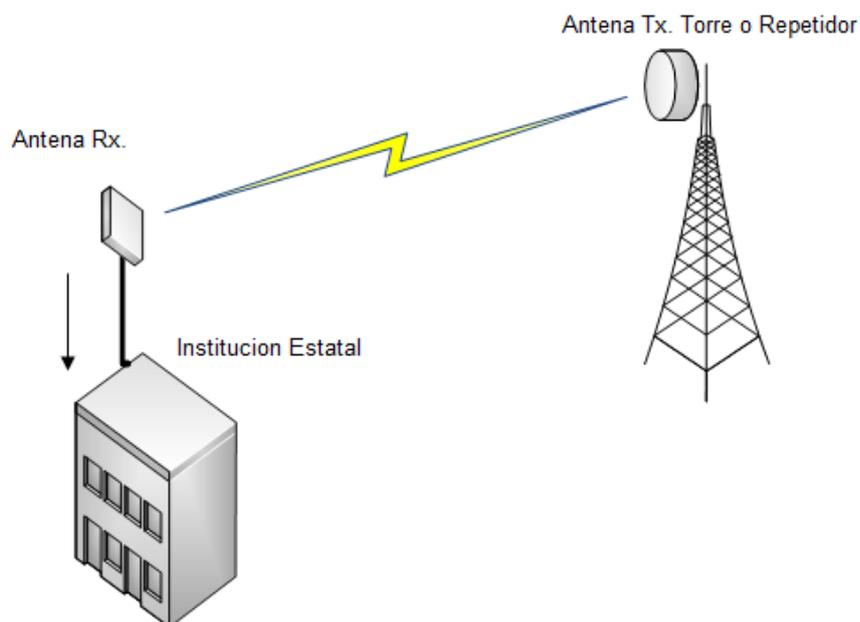
Para todos los repetidores se ha creído necesario el uso de antenas sectoriales de 90° de cobertura ya que las instituciones que se enlazaran a estas, se encuentran relativamente cerca; por otra parte también se tienen que existen algunas repetidoras a donde se enlazan tan solo una institución pero igual se piensa poner la antena sectorial mencionada, la razón es que pensando en que en un futuro se puedan enlazar más personas a la red se dejara

implementando la misma. Por otra parte, la antena de la torre principal tendrá una cobertura de 360°. Las graficas de las coberturas se las puede observar en el Anexo 2.

### 3.7. DISEÑO DE LA RED LAN

Para las redes LAN, en cada institución se colocaran antenas receptoras, las cuales tendrán asignadas dos direcciones IP, una para identificarse en la red entre la torre principal o repetidora y dicha institución, y otra para identificarse en la red LAN.

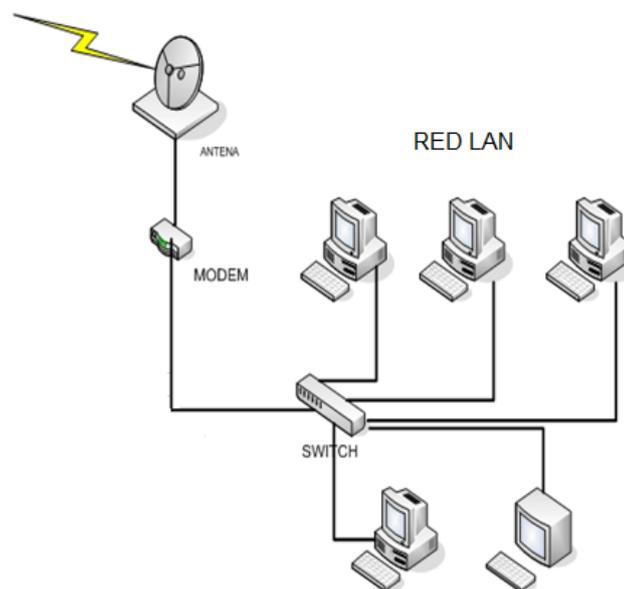
Como es el caso de casi todas las instituciones se deseara agrandar la red LAN a varias computadoras, para lo cual será necesaria la utilización de un switch o un router para lograr este cometido.



**Figura 3. 14. Parte externa de la red LAN**

Para el diseño de las redes LAN se creyó conveniente analizar dos tipos de alternativas de interconexión, la primera alternativa es interconectar a todas las PC's de las instituciones mediante un medio guiado, es decir, usando cable UTP para acceder al servicio, para esto se necesitaría de un switch que extendería la red. La segunda alternativa, y la que se tomará en cuenta para el diseño, trata de colocar un router wireless en lugar del switch, y en cada PC instalar un adaptador de red inalámbrico, con esto, se evita todo tipo de cableado, y es mucho más sencillo de instalar.

En cuanto a costos, relativamente no variaría mucho ya que en la primera alternativa se deben tomar en cuenta los metros de cable a usarse, el switch, conectores, canaletas, y demás accesorios para realizar un buen cableado; por otra parte en la segunda alternativa se tomara en cuenta tan solo el router wireless y los adaptadores de red inalámbricos.



**Figura 3. 15. Primera alternativa para la red LAN**

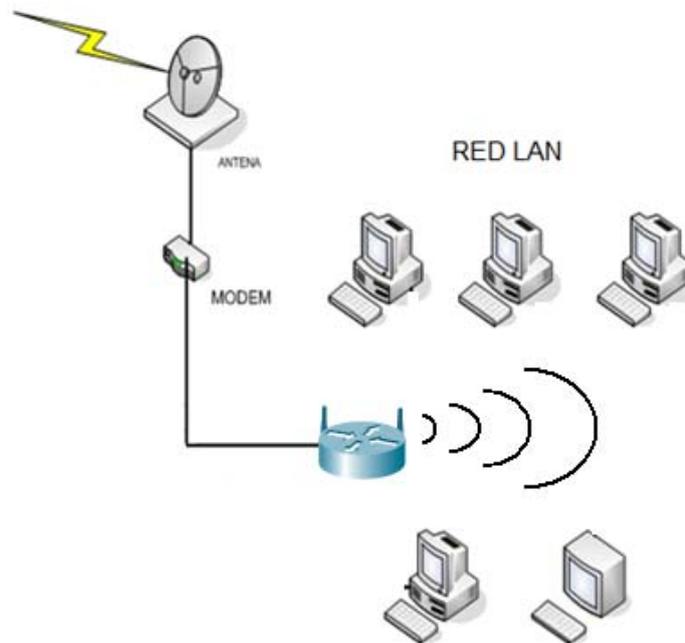


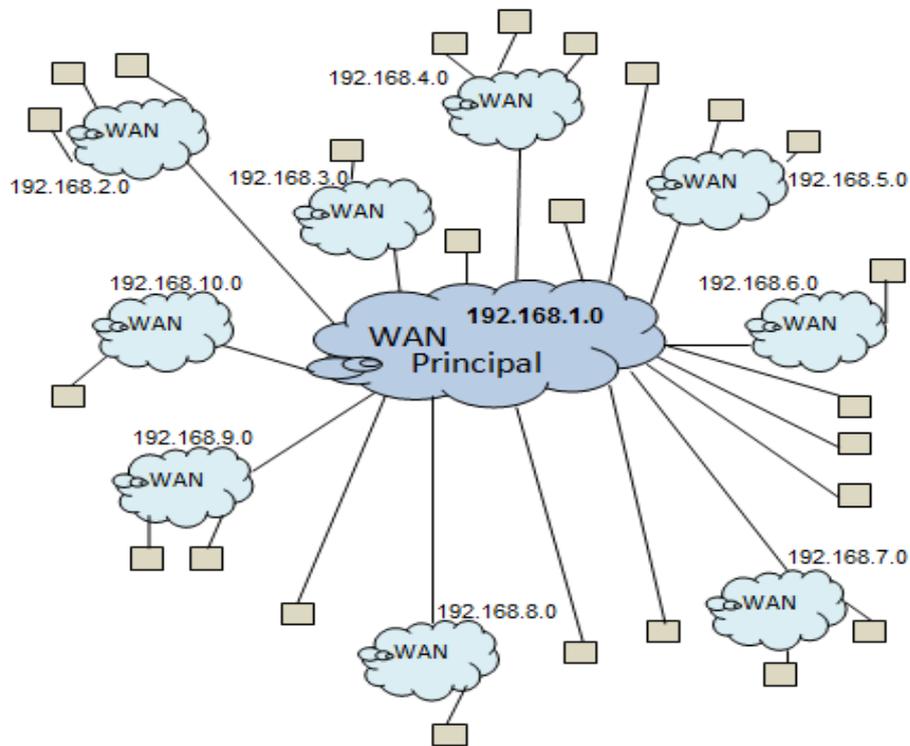
Figura 3. 16. Segunda alternativa para la red WLAN

### 3.8. ESQUEMA LOGICO DE LA RED WAN

Es necesario que todos los equipos se entiendan y sobre todo reconozcan dentro de la red, es por esta razón que a cada uno de ellos se le asignara una dirección IP, es decir cada antena poseerá una dirección privada con la cual se la identificara en la red.

Se creyó conveniente usar el intervalo de direcciones privadas estáticas 192.168.1.0 hasta la 192.168.10.0 para toda la red, es decir, para la gran red se designara la 192.168.1.0, la cual se empezara a usar desde los equipos en el municipio, en la torre principal, en las repetidoras y hasta la última institución con línea de vista directa a la torre. Para las redes conformadas con repetidoras, se empezara designando la dirección de red 192.168.2.0 y así sucesivamente hasta culminar en la novena repetidora con la dirección de red 192.168.10.0.

Estos enlaces se los puede tomar como si fuesen pequeñas WAN, esto se demuestra en la figura 3.17.



**Figura 3. 17. Grafico explicativo de la red WAN**

La dirección de red 192.168.0.0 no se la toma en cuenta ya que será ocupada en todas las redes LAN de cada institución como se analizara más adelante.

A continuación se presentan dos tablas con el esquema de direccionamiento lógico que se configuraran tanto en la gran red como en las pequeñas redes WAN.

**Tabla 3. 3. Direccionamiento lógico de la Red WAN (gran red)**

<b>No.</b>	<b>EQUIPO / INSTITUCION</b>	<b>DIRECCION</b>
<b>1</b>	Router ISP	192.168.1.1
<b>2</b>	Servidor	192.168.1.2
<b>3</b>	Router LAN Municipio	192.168.1.3
<b>4</b>	Administrador de Ancho de Banda	192.168.1.4
<b>5</b>	Antena Municipio (Punto - Punto)	192.168.1.5
<b>6</b>	Antena Torre (Punto - Punto)	192.168.1.6
<b>7</b>	Antena Torre (Omnidireccional)	192.168.1.7
<b>8</b>	Institución 1	192.168.1.8
<b>9</b>	Institución 2	192.168.1.9
<b>10</b>	Institución 3	192.168.1.10
<b>N</b>	Institución N	192.168.1.N

Tabla 3. 4. Direccionamiento WAN repetidores

DIRECCION DE RED	REPETIDOR	INSTITUCIONES	DIRECCION
192.168.2.0	Tanques de Agua Cristóbal Colon (192.168.2.1)	Col. Cristóbal Colon	192.168.2.2
		Esc. Juan Montalvo	192.168.2.3
		Esc. Ricardo del Hierro	192.168.2.4
		Junta Parroquial Cristóbal Colon	192.168.2.5
192.168.3.0	Tanques de Agua San Gabriel (192.168.3.1)	Colegio Eloy Alfaro	192.168.3.2
		Esc. 27 de Septiembre	192.168.3.3
		Col. Artesano 27 de Sept.	192.168.3.4
		Col. Mario Oña Perdomo	192.168.3.5
		Unidad Educativa San Francisco	192.168.3.6
192.168.4.0	Colegio José Julián A. (192.168.4.1)	Escuela Latacunga	192.168.4.2
192.168.5.0	Escuela Gonzalo Pizarro (192.168.5.1)	Esc. Dr. Carlos Martínez A.	192.168.5.2
		Esc. América	192.168.5.3

		Esc. Manuel Raza	192.168.5.4
<b>192.168.6.0</b>	<b>Escuela 24 de Mayo (192.168.6.1)</b>	Col. Técnico La Paz	192.168.6.1
		Esc. Mercedes Moscoso	192.168.6.2
		Esc. Riobamba	192.168.6.3
		Esc. Eudocio Salazar	192.168.6.4
		Junta Parroquial La Paz	192.168.6.5
<b>192.168.7.0</b>	<b>Escuela Venezuela (192.168.7.1)</b>	Esc. Gregorio Chamorro	192.168.7.2
		Col. Piartal	192.168.7.3
		Junta Parroquial Piartal	192.168.7.4
		Junta Parroquial Chitan de Navarrete	192.168.7.5
<b>192.168.8.0</b>	<b>Escuela Luis del Campo (192.168.8.1)</b>	Esc. Honorato Vásquez	192.168.8.2
<b>192.168.9.0</b>	<b>Colegio Manuel Quiroga (192.168.9.1)</b>	Esc. Ricardo Jaramillo	192.168.9.2
<b>192.168.10.0</b>	<b>Repetidor Rumichaca (192.168.10.1)</b>	Esc. Victoria Díaz de Galindo	192.168.10.2
		Esc. Marco Aurelio Vega	192.168.10.3

### 3.9. ESQUEMA LOGICO DE LA RED LAN

Para las redes LAN existentes, se ha creído conveniente elegir el rango de direcciones IP's privadas 192.168.0.0, la cual se repetirá en todas las redes LAN ya que en las antenas se encontrara un equipo a manera de router (característica del equipo a verse más adelante) en el cual se asignaran dos direcciones IP, la perteneciente a la red WAN y la correspondiente a la red LAN, dicho equipo permitirá a la red LAN salir hacia la WAN con la dirección que le corresponda a la antena. Este proceso de ruteo se lo conoce como NAT<sup>18</sup>.

Entonces, dentro de cada LAN se empezara a designar desde la primera dirección de host en cada red; es decir, la primera dirección se le asignará al equipo de la antena (router) que vendría a ser la 192.168.0.1; de ahí en adelante se ocupara para las PC's de cada institución; es decir el primer equipo tendrá la dirección 192.168.0.2, el segundo equipo tendría la 192.168.0.3 y así sucesivamente.

En la Figura 3.16 se muestra un esquema lógico ejemplo de la red LAN.

---

<sup>18</sup> NAT: Network Address Translate

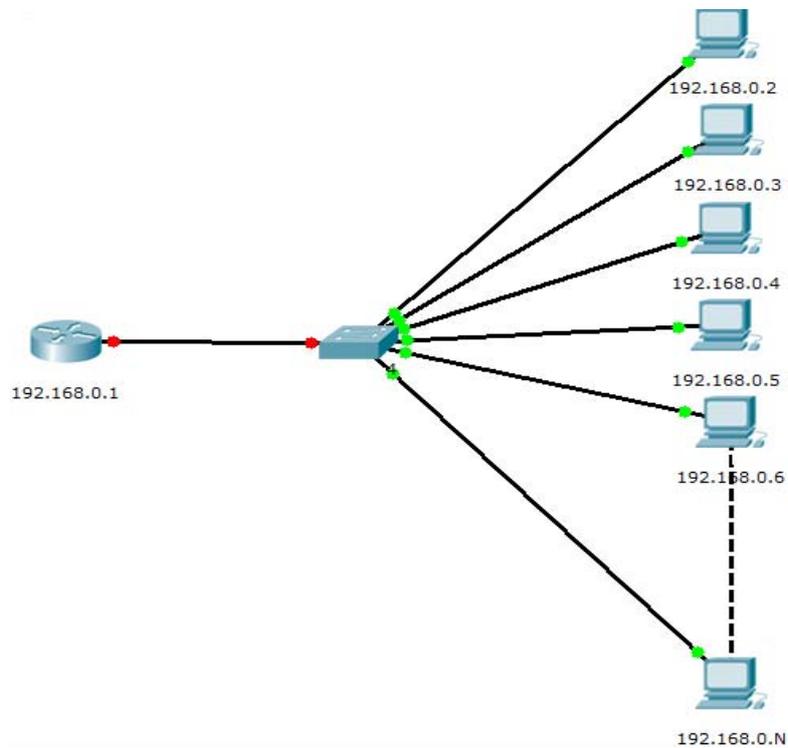


Figura 3. 18. Ejemplo del esquema lógico de la red LAN

### 3.10. ENLACE DE BACKBONE

El enlace de backbone es el tramo por el cual corre todo el tráfico de la red y por ende, en donde se encuentra todo el ancho de banda de la misma.

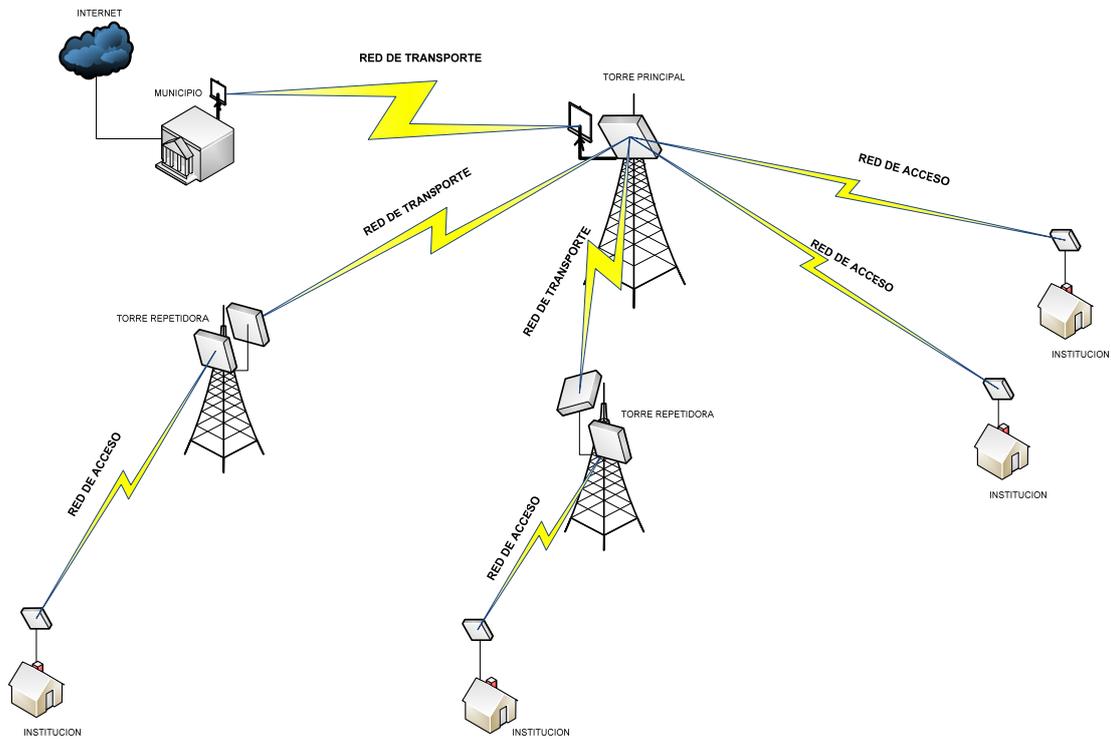
### 3.11. RED DE TRANSPORTE

La red de transporte es todo o todos los tramos de la red por donde viajen los datos para luego ser repartidos a sus destinatarios, es decir, en este caso la red de transporte vienen a ser los enlaces que se dan entre la torre principal y las repetidoras existentes en la red y además entre el municipio y la torre principal.

### 3.12. RED DE ACCESO

La red de acceso por su parte, es todo tramo final, por llamarlo de esta manera, o como su nombre lo indica, es el enlace con el cual el usuario final accede al servicio.

Todo lo expuesto hasta el momento se lo puede diferenciar de mejor manera en la Figura 3.19.



**Figura 3. 19. Red de Transporte, Acceso y Backbone Principal**

### 3.13. CONEXIONES A REALIZARSE

Para que se realice una buena interconexión, se debe tomar en cuenta algunos aspectos importantes y sobre todo tener muy en claro el esquema las conexiones que se realizaran para cuando se desee implementar la red en cuestión.

Primero, todo el tráfico del servicio de Internet llegara de alguna forma al municipio del cantón, es decir, a través del medio de comunicación que mejor le convenga al servidor ISP<sup>19</sup>, a continuación, este medio se lo conectara hacia un router que será en realidad el encargado de hacer que toda la red salga hacia la nube de Internet, también usando la función NAT, ya en el municipio existirá un cuarto de equipos en donde se encontraran equipos administradores y proveedores de seguridad de red; los cuales se interconectaran un switch, en el cual también se unirá un router adicional, que juntara la red LAN del municipio con la gran red.

A continuación, en el mismo switch del municipio se conectara el adaptador de la antena que junto con la torre formaran el backbone principal, sin olvidar que también tendrá una dirección de red.

Por otra parte, en la torre principal se encontrara una antena que receptara todo el tráfico de la red que llegara al municipio, dicha antena se conectara, al igual que la antena puesta en el municipio, a un switch en el cual también se unirá un antena omnidireccional con cobertura de 360°, la cual es la encargada de formar la gran red.

Para el caso de los repetidores, existirán dos tipos de antenas, una que receptara y enviara toda la información hacia la torre principal y otra que hará lo propio entre la institución o cliente final y dicha repetidora. Cabe recalcar que al igual que en la torre principal las dos antenas se enlazarán en un switch.

---

<sup>19</sup> ISP: Internet Service Provider

Finalmente, en cada institución, se colocara una antena que receptara toda la información requerida, a continuación de dicha antena se pasara a la red LAN mencionada ya anteriormente.

#### **3.14. ESQUEMA DE INTERCONEXION FINAL**

Con todo lo expuesto hasta el momento, se puede definir un esquema de cómo se encontrara interconectada la red para su buen funcionamiento y para lograr los objetivos propuestos. Esto se lo puede apreciar en la Figura 3.20.

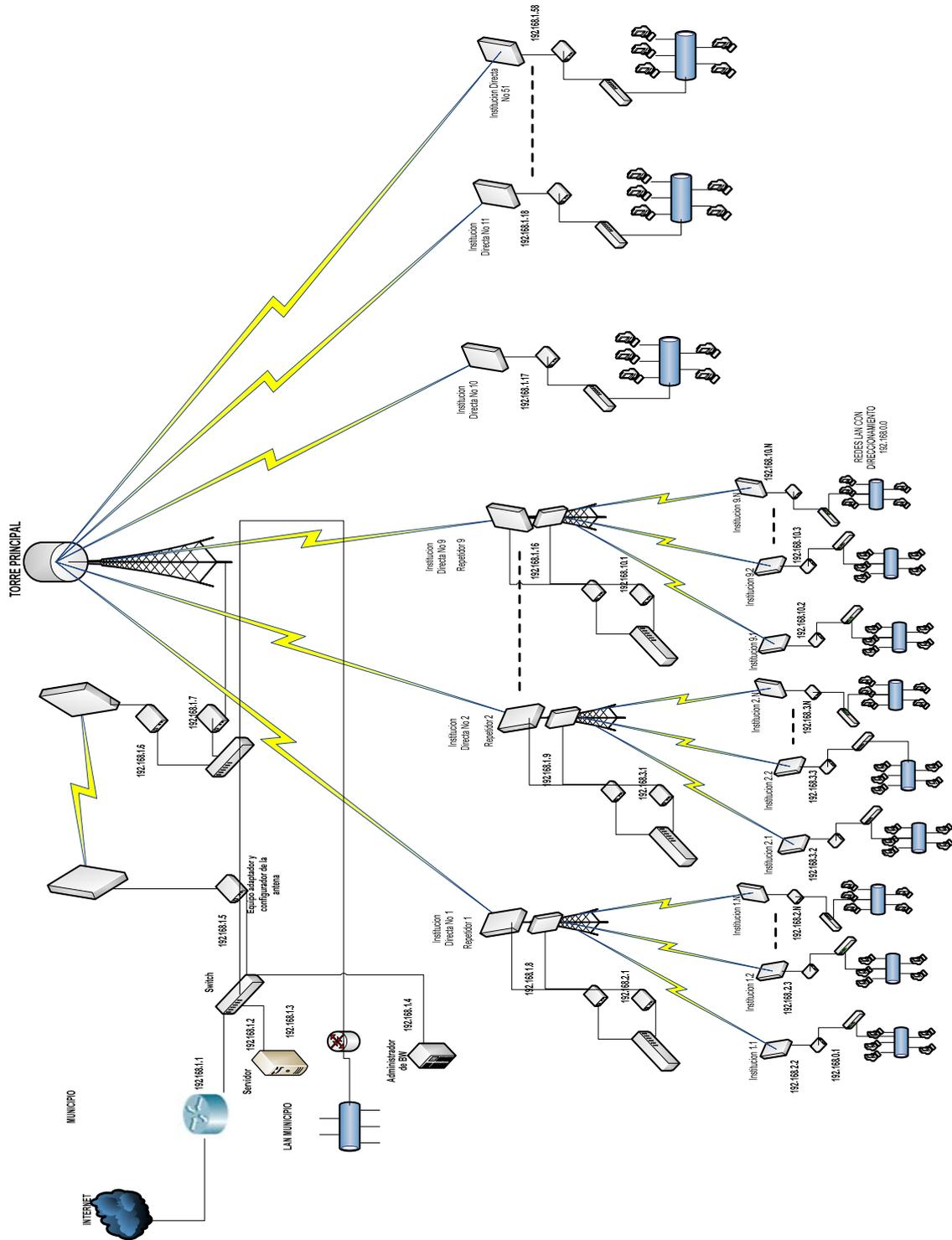


Figura 3. 20. Esquema de Interconexión Final

### **3.15. ESPECTRO RADIOELECTRICO A USARSE**

Después de haber definido el diseño de la red LAN y WAN, se debe estudiar la mejor manera para realizar una transmisión de datos óptima y obtener una buena elección del modo de transmisión a usarse, para lo cual se debe poner en consideración varios aspectos, tales como: Velocidades de transmisión, Frecuencias a usar, Ancho de Banda, Inmunidad a interferencias, Aspectos Legales, Costos, entre otros; es por esta razón, que en la situación en la que se está realizando el diseño se creyó factible elegir la técnica de transmisión de datos conocida como Spread Spectrum para toda la red exceptuando al enlace de la escuela Ulpiano Rosero, el cual usara una técnica para enlace satelital.

#### **3.15.1. Spread Spectrum**

Conocido como espectro ensanchado o espectro esparcido, es una técnica por la cual la señal transmitida se ensancha a lo largo de una banda muy ancha de frecuencias, mucho más amplia, de hecho, que el ancho de banda mínimo requerido para transmitir la información que se quiere enviar. La señal de espectro ensanchado, una vez ensanchada puede coexistir con señales en banda estrecha, ya que sólo les aportan un pequeño incremento en el ruido.

En lo que se refiere al receptor de espectro ensanchado, él no ve las señales de banda estrecha, ya que está escuchando un ancho de banda mucho más amplio gracias a una secuencia de código preestablecido. Esto quiere decir que esta técnica tiene alta inmunidad a interferencias. Otro aspecto interesante del espectro ensanchado es que usa todo el ancho de banda designado.

Los sistemas que trabajan con este tipo de modulación tienen la opción de trabajar en las siguientes frecuencias:

902 – 928            MHz

2400 – 2483,5 MHz

5725 – 5850 MHz

➤ **Ventajas**

- Resiste todo tipo de interferencias, tanto las no intencionadas como las malintencionadas
- Se puede compartir la misma banda de frecuencias con otros usuarios
- Existe confidencialidad en el envío de datos
- Los costos de los equipos son relativamente bajos
- Alta capacidad de transmisión por la característica de espectro ensanchado

### 3.15.2. Espectro para enlaces satelitales

Todos los sistemas que operan con medios satelitales trabajan en el espectro electromagnético comprendido entre las bandas C y Ku, que se definen a continuación.

- **Banda C:**

Esta banda fue la primera en ser usada para enlaces satelitales y se encuentra comprendida entre los 3.7 y los 6.4 GHz de frecuencia. En los enlaces satelitales comúnmente se envía a la frecuencia más baja y se recibe a la más alta, todo esto lo hacen con una separación de 2225 MHz. Los enlaces VSAT usan generalmente las siguientes frecuencias:

5925 – 6425 MHz para Transmisión

3625 – 4200 MHz para Recepción

La banda C es la más confiable debido a que presenta menores pérdidas en los enlaces y además no le afecta mucho las condiciones climáticas.

- **Banda Ku:**

Esta banda se encuentra comprendida en los intervalos de 10.7 a 12.75 GHz de frecuencia, aquí, a cada región se le asigna un rango que utilizara para su conexión satelital distinto al de otra región, por ejemplo, a la región Americana se le ha asignado la región 2 y se encuentra en el rango de frecuencias entre 11.7 a 12.2 GHz para VSAT, este intervalo será distinto para la región Europea y para las demás regiones. Las regiones las designa la UIT.

### 3.15.3. Conclusión

Con todo lo antes expuesto se puede resaltar que el diseño será eficiente ocupando Spread Spectrum debido a la gran cantidad de información que se desea transmitir, pero por sobre todo debido a que por las ubicaciones de ciertas repetidoras podría existir interferencias, lo cual conllevaría a tener problemas en la interconexión a la red y a la larga, costos, debido a que se tendría que pagar por mantenimiento; y con esta tecnología se podría evitar en cierto modo dichos inconvenientes.

Es así que para el diseño, se usara las bandas de frecuencias no licenciadas (ya que las licenciadas tienen un costo adicional) en los canales de 5,8 GHz, para los puntos con línea de vista directa al cerro Chiles, y 2,4 GHz, para los puntos que no tengan línea de vista directa al cerro y se conecten mediante una repetidora. Se creyó conveniente elegir las frecuencias de

esta manera ya que si bien es cierto el rango de frecuencias en 2,4 GHz es más robusto a interferencias, también es el más usado y por ende a la larga, podrían aparecer serios inconvenientes con interferencias con otras redes; por otra parte la banda de frecuencias en 5,8 GHz es menos usada y lógicamente no existirá mucha interferencia en un futuro. De igual manera, se puede concluir que para el enlace satelital, se puede usar las bandas de frecuencias C y Ku, lo cual se pondrá a consideración el momento de la implementación.

### 3.16. DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES

Para realizar el estudio de tráfico y los dimensionamientos de cada una de las redes, es decir, los anchos de banda que se proveerá, se pondrá en consideración algunas normas que el FODETEL ha creado para proyectos de esta índole, en donde se designan los anchos de banda requeridos por una institución según el número de computadores que posee y el número de alumnos con los que cuenta. Dichas normas se presentan en la Tabla 3.5.

**Tabla 3. 5. Normas establecidas por el FODETEL sobre el ancho de banda requerido según el numero de computadoras (Fuente: FODETEL)**

Alumnos	Computadoras:	Internet Requerido (Kbps)
10 a 30	2	128
31 a 100	3	128
101 a 300	10	128
301 a 600	15	256
601 a 1000	20	512
1001 a 3000	40	512
3001 o más	40	1.024

Todos los dimensionamientos para cada institución dependiendo de las normas presentadas se los puede apreciar en la Tabla 3.6, en donde también se indican los números de PC's que faltan en los casos que lo ameriten, ya que esto se deberá tomar en cuenta el momento de realizar el análisis de costos.

**Tabla 3. 6. Dimensionamiento de ancho de banda para cada institución**

No.	SITIO	NUM. ALUMNOS	# COMPUT. EXISTENTES	# COMP. FALTANTES	ANCHO DE BANDA
1	Escuela Gregorio Chamorro	96	8		128
2	Escuela María Montessori	11	1	1	128
3	Inst. Pedagógico Ciudad de San Gabriel y escuela	144	21		512
4	Colegio Cristóbal Colón	11	15		256
5	Escuela Juan Montalvo	81	8		128
6	Escuela Dr. Carlos Martínez Acosta	28	2		128
7	Escuela América	14	1	1	128
8	Rep. Tanques de Agua Cristobal Colón	0	1		
9	Escuela Manuel Raza	28	1	1	128
10	Rep. Tanques de Agua San Gabriel	0	0		
11	Escuela Ricardo del Hierro	185	8	2	128
12	Escuela Alberto Guerra N	30	2		128
13	Escuela Juan Jacobo Rosseau	38	4		128
14	Escuela Luz María Carrera	60	5		128
15	Escuela Rep. Gonzalo Pizarro	68	12		128
16	Escuela Fiscal A. Calderón	521	21		512
17	Escuela Dario Egas Grijalva	119	18		128
18	José Julian A. Bachillerato	700	20		512
19	Escuela Secundino Chamorro	350	25		512
20	Biblioteca Virtual Municipio	0	11		128
21	Unidad Pablo Muños Vega	563	12	3	256
22	Colegio Popular Eloy Alfaro	164	6	4	128
23	Colegio Agropecuario Jorge Martínez Acosta	150	14		128
24	Escuela FAE "Mayor Arturo Guevara"	78	6		128
25	Escuela Neptalí Guerrero	27	2		128
26	Escuela García Tulcanaza	55	2	1	128
27	Escuela Luis Reyes Morales	8	1	1	128
28	Escuela Ibarra	39	3		128
29	Escuela Febres Cordero	60	3		128
30	Escuela Carlos Oña Benavides	51	1	2	128

31	Escuela Amable Navarrete	45	2	1	128
32	Colegio Nacional Técnico la Paz	180	18		256
33	Escuela 24 De Mayo	126	7	3	128
34	Escuela Mercedes Moscoso	138	7	3	128
35	Escuela Riobamba	33	2	1	128
36	Escuela Eudocio Salazar	36	2	1	128
37	Escuela Cuenca	20	1	1	128
38	Escuela Ulpiano Rosero	45	2	1	128
39	Victoria Diaz de Galindo	62	3		128
40	Luis Antonio Mantilla	7	2		128
41	Escuela Salomón Cabezas	9	2		128
42	Escuela Pio Quinto Guzmán	13	1	1	128
43	Escuela Amazonas	55	2	1	128
44	Escuela Briseño Auz	35	1	2	128
45	Escuela Diego de Almagro	34	1	2	128
46	Escuela Venezuela	65	7		128
47	Colegio Nacional Piartal	28	9		128
48	Torre Municipio	0	0		
49	Municipio	0	35		512
50	Escuela 27 de Septiembre	185	9	1	128
51	Escuela Acosta Soberón	522	15		256
52	Unidad Educativa Pio 12	226	15		256
53	Escuela José Reyes	345	16		256
54	Colegio José Julián A. (Básico)	1600	15	25	512
55	Colegio Artesano 27 de Septiembre	53	2	1	128
56	Colegio Mario Oña Perdomo	640	17	3	512
57	Escuela Fiscal Gran Colombia	90	2	1	128
58	Escuela Honorato Vásquez	57	1	2	128
59	Escuela Luis del Campo	60	1	2	128
60	Escuela Manuel Benjamín Carrión	8	1	1	128
61	Escuela Ecuador	138	8	2	128
62	Colegio Manuel Quiroga	36	9		128
63	Escuela Ángel Polibio Córdova	58	2	1	128
64	Escuela Carlos Mantilla	30	1	1	128
65	Escuela Latacunga	22	1	1	128
66	Escuela Ricardo Jaramillo	42	3		128
67	Centro Artesanal la Paz	16	2		128
68	Oficina Junta Parroquial La Paz	0	1		128
69	Escuela Marco Aurelio Venegas	7	1	1	128
70	Oficina Junta Parroquial Fernandez Salvador	0	2		128
71	Oficina Junta Parroquial Piartal	0	4		128

72	Oficina Junta Parroquial Cristobal Colón	0	1		128
73	Oficina Junta Parroquial Chitan de Navarrete	0	2		128
74	Oficina UTE N3	0	2		128
75	Centro de Información Juvenil	0	0		128
76	Jardín Manuel j. Bastidas	27	0	2	128
77	Jardín Fernando Pozo	54	0	3	128
78	Repetidor de Rumichaca	0	0		
79	Unidad Educativa San Francisco	90	6		128
TOTAL		8916	477	80	13056

Como se puede observar, el total de ancho de banda a necesitarse según los cálculos y aplicando las normas sería de 13 Mb, pero en realidad, contratar esta cantidad resultaría muy costoso, es por esta razón que se cree conveniente hacer una contratación 4 a 1, es decir, contratar dicha cantidad pero compartiéndola con otros tres canales.

En definitiva, la red contaría con 3,264 Mb propios pero pensando a futuro, la red podría extenderse y por ende se necesitara más ancho de banda, es por esta razón que se creyó conveniente adquirir un 20% extra de dicho ancho de banda, es así que se necesitara 3,92 Mb y realizando una aproximación se puede concretar diciendo que el ancho de banda en un clear channel<sup>20</sup> necesitado será de 4 Mb.

### 3.17. SEGURIDAD EN LA INTERNET

Todos los mecanismos de seguridad analizados con anterioridad en el Capítulo 1 se los puede configurar en los equipos a usarse para la interconexión de la red, lo cual hará el administrador de la red dependiendo de los protocolos que use para el enlace.

<sup>20</sup> Clear Channel: Canal dedicado, obtención de datos sin compartición

Además de dichos mecanismos de seguridad, se pueden tomar otros tipos de seguridad para las conexiones ya que a la red le llegaran amenazas de intrusos con frecuencia, debido a que se encontrara conectada a la Internet gran parte del día, y no es novedad, de que muchos virus maliciosos y demás amenazas corren por la red y mucha veces sin poder hacer nada al respecto, para lo cual se debe apoyar en un sin número de Antivirus que ayuden a contrarrestar dicha amenaza. Algunas de estas amenazas son:

- Spam.- e-mail comercial no solicitado, molesta y puede estafar.
- Virus.- programa enviado como un archivo adjunto que puede dañar el sistema.
- Worms.- virus que se replican solos. Se detectan cuando consume los recursos del sistema haciéndolo lento.
- Troyanos.- programa con código malicioso dentro de datos que no parecen dañinos, y luego hace el daño para el cual fue diseñado.
- Spyware.- código instalado en el PC para monitorear la actividad del usuario.
- Botnet.- red de equipos controlados remotamente para el reenvío de Spam o Virus.
- Phishing.- implementada a través de Spam, termina en un robo de datos del usuario.
- Explotación a menores.- publicación o intercambio de videos y fotos de pornografía infantil.

A parte de los mecanismos de seguridad tratados, también se pueden realizar prohibiciones en el explorador de Internet de cada PC, o en el equipo administrador de la red,

para controlar el acceso a ciertas paginas que perjudican la conciencia de jóvenes que tal vez por curiosidad ingresan a sitios con contenidos poco o nada provechosos en el aprendizaje y como se comento, más bien perjudiciales.

Es así que el administrador de la red puede bloquear ciertas páginas que declaren sus contenidos, así como por ejemplo una página puede declarar en la red de que su contenido implica información para adultos, o que tal vez introduzca violencia, drogas, etc.

Lastimosamente no todos los creadores de dichas paginas publican su contenido en la red y por esta razón no se las puede bloquear, pero si se conoce la dirección de la página, se puede bloquear dicho link para de esta manera quedar más tranquilo.

La opción de bloquear paginas en las que se encuentre alguna palabra de identificación sobre su contenido también es una opción, pero al hacer este proceso se podrían bloquear todas las paginas en las que se encuentre dicha palabra; como por ejemplo, si el administrador bloquea todas las paginas que incluyan la palabra sexo podría bloquear la página [www.sexo.com](http://www.sexo.com) y a su vez [www.sexologia.com](http://www.sexologia.com) lo cual tal vez no sea tan buena idea que ocurra.

En fin, se puede concluir diciendo que mientras las personas sigan buscando más seguridad en sus redes de comunicación y en el envío de su información, siempre existirá alguien que desee irrumpir en sus datos para sacarle provecho de los mismos o simplemente para complacerse enfermamente; lo cierto es que la lucha de la tecnología por vencer este tipo de circunstancias nunca dejara de cesar.

Sin embargo, se pueden considerar algunos métodos para intentar defenderse de todos los peligros que se corren al navegar en Internet, los cuales pueden ser usando Firewalls (contrafuegos) o Servidores Proxy.

### 3.17.1. Firewall

Un firewall es simplemente un filtro que controla todas las comunicaciones que pasan de una red a la otra y en función de lo que sean permite o deniega su paso. Para permitir o denegar una comunicación el firewall examina el tipo de servicio al que corresponde, como pueden ser el web, el correo o el IRC (Internet Relay Chat<sup>21</sup>). Dependiendo del servicio, el firewall decide si lo permite o no. Además, el firewall examina si la comunicación es entrante o saliente y dependiendo de su dirección puede permitirla o no.

De este modo un firewall puede permitir desde una red local hacia Internet servicios de web, correo y ftp, pero no a IRC que puede ser innecesario para el trabajo cotidiano. También se puede configurar los accesos que se hagan desde Internet hacia la red local y se puede denegar todos o permitir algunos servicios como el de la web. Dependiendo del firewall con el que se cuente se podrá permitir algunos accesos a la red local desde Internet si el usuario se ha autenticado como usuario de la red local.

Un firewall puede ser un dispositivo software o hardware, es decir, un equipo que se conectara entre la red y el cable de la conexión a Internet, o bien un programa que se instala en la máquina que tendrá el modem que conecta con Internet. Incluso se pueden encontrar ordenadores computadores muy potentes y con softwares específicos que lo único que hacen es monitorizar las comunicaciones entre redes.

### 3.17.2. Proxy

Proxy es sinónimo de intermediario, y en redes, es común tratar este término cuando se necesita que uno de los elementos realice una acción por otro. La finalidad más habitual es la de servidor Proxy que sirve para permitir el acceso a Internet a todos los equipos de una

---

<sup>21</sup> IRC: Protocolo de comunicación que permite debates en grupos

organización cuando solo se puede disponer de un único equipo conectado, esto es una única dirección IP.

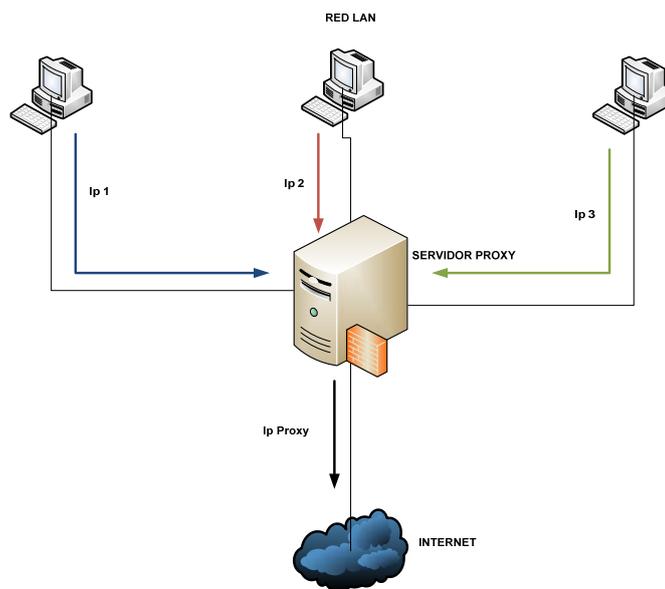
Un proxy sirve para administrar y manejar la navegación de los clientes en la Web por varios motivos tales como: seguridad, rendimiento, anonimato, etc. Usar un servidor proxy conlleva algunas ventajas como por ejemplo:

- *Control*: se puede limitar y restringir los derechos de los usuarios y dar permisos solo al proxy.
- *Ahorro*: solo el proxy ha de estar equipado para realizar el trabajo real
- *Velocidad*: el proxy guarda la respuesta de una petición para darla directamente cuando otro usuario la pida.
- *Filtrado*: el proxy puede negar algunas peticiones que no están permitidas
- *Anonimato*: si todos los usuarios se identifican como uno solo es difícil que el recurso accedido pueda diferenciarlos.
- *Carga*: un proxy tiene que hacer el trabajo de muchos usuarios.

El funcionamiento de un proxy es relativamente sencillo, cuando un usuario desea conectarse a Internet, manda una petición (mediante un navegador Web) de un recurso de Internet especificado por una URL; entonces es el servidor proxy quien realiza en realidad la comunicación y la traslada al usuario inicial.

Cuando esto ocurre, el proxy busca dicha petición en su memoria cache y si la encuentra envía el resultado al usuario caso contrario busca la dirección requerida en Internet, guarda una copia y se la envía, siempre y cuando no se encuentre restringida por el propio proxy.

Básicamente un firewall y un proxy filtran información pero el firewall lo hace por protocolo y el proxy lo hace por aplicación; además, el firewall filtra la información de los ataques que se dan hacia el usuario desde ciertas direcciones y lo guarda en un log, por otra parte, el proxy básicamente se usa para navegar anónimamente dentro de Internet, existen miles de servidores proxys en la Internet.



**Figura 3. 21. Esquema de un Servidor Proxy**

### 3.18. EQUIPAMIENTO A USARSE EN LA RED

Para llevar a cabo el presente proyecto se debe analizar las posibilidades tecnológicas que puedan cumplir con los requerimientos de una red del tipo que se está tratando. Es por esta razón que se presenta a continuación las características de los equipos que se pretenden usar en la red en cuestión.

Las antenas que el proveedor elegido ofrece para la realización del proyecto poseen incorporado el equipo para ganancias hasta de 20 dBi's, es por esta razón que para ganancias de 24 y 32 dBi's se necesitara antena y equipo; además estos equipos ofrecen la posibilidad de manipularlos como routers, es decir, tienen una función de ruteamiento.

Cabe recalcar que siendo el presente un proyecto conjunto con una entidad gubernamental, no se pueden dar algunos datos específicos de los equipos y de los proveedores tales como el nombre de los mismos, es por esta razón que se presentan solo algunas características específicas de los equipos a usarse, sobre todo las mas importantes.

- **Equipos a usarse en el municipio**

Servidor con sistema operativo libre (Linux) con proxy

Router, 2 puertos Ethernet

Switch, 5 puertos Ethernet

Administrador de ancho de banda

- **Equipos backbone principal**

2 Antenas punto – punto con equipo incorporado

Ganancia 16 dBi

Frecuencia 5,8 GHz

- **Equipo torre**

Antena omnidireccional

Cobertura 360°

Ganancia 16 dBi

Switch, 5 puertos Ethernet

Frecuencia 5,8 GHz

- **Equipos instituciones con línea de vista directa**

Antenas punto – multipunto con equipo incorporado

Ganancias 12, 16, 20 dBi

Frecuencia 5,8 GHz

- **Equipos en Repetidores e instituciones**

Antenas sectoriales cobertura 90°

Ganancia 16 dBi

Switch, 5 puertos Ethernet

Antenas punto – multipunto con equipo incorporado

Ganancias 10, 12, 16, 20, 32 dBi

Frecuencia 2,4 GHz

- **Equipos para redes LAN**

Switch, 10 puertos Ethernet

PC's en caso de necesitar

Routers inalámbricos

Tarjetas de red inalámbricas para PC's

- **Otro equipamiento**

Cable UTP cat-5e

Cable coaxial

Mástiles

Torres auto-soportadas

Torres de viento

Conectores RJ-45

Equipo para trabajo en redes

- **Características específicas de los equipos AP/CPE**

Diseño impermeable para uso al aire libre.

Frecuencia de Operación 2.4 y 5,8 GHz (Programable de acuerdo a las regulaciones de cada país).

Integra equipo de radio y router.

Completa compatibilidad con IEEE 802.11a/b/g que permite la inter-operación entre múltiples proveedores.

Potencia de hasta 30dBm/1000mW para largas distancias (hasta 50 Km) sin amplificado.

Tasa de transferencia de datos de hasta 54Mbps.

Power over Ethernet - PoE.

Soporta 64/128/152 WEP, WPA y WPA2.

Administrable vía Web.

Control de Ancho de Banda.

Firewall SPI y packet/URL filtering.

Sensibilidad: -93dBm a 1Mbps / -75dBm a 54 Mbps.

### 3.19. ASPECTOS LEGALES

Para llevar a cabo la implementación de una red WAN en distintos sectores se deben tomar en cuenta y cumplir algunas normas regulatorias en lo que respecta al aspecto legal. En el Ecuador existen tres entidades que manejan todo lo referente al aspecto legal en cuanto a redes; estas son: *CONATEL*.- Consejo Nacional de Telecomunicaciones, es el encargado de la creación de las normas y leyes; *SENATEL*.- Secretaria Nacional de Telecomunicaciones, encargada de regular el uso de los distintos tipos de tecnologías y sus frecuencias; y *SUPTEL*.- Superintendencia de Telecomunicaciones, que es la institución encargada de realizar el control y la supervisión.

Para el presente proyecto se deben tomar en cuenta algunas normas que se deberán cumplir al momento de empezar con la implementación de la misma, las cuales se las puede encontrar fácilmente en la página web de una de las entidades regulatorias, las siguientes fueron tomadas de la página oficial del Conatel ([www.conatel.gov.ec](http://www.conatel.gov.ec)), y son las reglas que servirán para llevar a cabo el diseño en cuestión.

Para empezar, se examinará el reglamento vigente del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales. Dicho reglamento establece que los principales objetivos del FODETEL son los siguientes:

- a) Financiar proyectos, estudios y la fiscalización de estos que estén destinados a mejorar el acceso a las telecomunicaciones en zonas rurales y urbano marginales a fin de cumplir con el Plan de Servicio Universal.
- b) Aumentar el acceso de la población a los servicios de telecomunicaciones a fin de mejorar el acceso a conocimientos e información y contribuir con los servicios de educación, salud y emergencias.
- c) Dar prioridad a las áreas que no cuenten con ningún servicio de telecomunicaciones.
- d) Promover la participación de empresas privadas en los proyectos.

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

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

Para realizar la contratación de proyectos se llamará a un concurso público mediante publicaciones de prensa realizadas por el CONATEL y esta convocatoria estará sujeta al Reglamento de Ejecución de Proyectos y Contratación de Servicios del FODETEL, en el cual se determinará si los proyectos requieren o no de un concurso público y establecerá los mecanismos para su contratación y ejecución.

Al ganador del concurso público se le otorgará la concesión del proyecto y recibirá los fondos necesarios que deberán ser utilizados exclusivamente para el financiamiento total o parcial del proyecto, estos recursos podrán abarcar la adquisición de equipos, materiales, accesorios, obras civiles, instalación, pruebas, seguros y transporte.

La fiscalización de los proyecto será realizada por FODETEL o mediante la contratación de terceros y comprenderá la supervisión de equipos, materiales, instalación y pruebas de operación, condiciones de conexión e interconexión, fiscalización financiera y legal.

Además de estos, todos los proyectos que deseen implementar sistemas con técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha (MDBA), como es el caso del uso de Espectro ensanchado deberán cumplir los siguientes términos:

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

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

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

Los sistemas MDBA pueden operar en tres configuraciones diferentes: punto – punto, punto – multipunto o móviles y su potencia máxima de operación se establece para cada una de las bandas en el Anexo 1 de la Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha, los anexos de esta norma se pueden encontrar en la página Web de CONATEL.

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

Para solicitar el registro de operación de este tipo de sistemas se deberá presentar la información legal y técnica en los respectivos formularios que son:

- Formulario RC-1B. Formulario para información legal (Sistemas de MDBA).
- Formulario RC-2A. Formulario para la información de la infraestructura del sistema de radiocomunicaciones.
- Formulario RC-3A. Formulario para información de antenas.

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

Además de otros documentos que la SENATEL solicite.

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

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

En el caso de que se requiera realizar algún cambio en el proyecto en lo que se respecta a alguna característica técnica como frecuencia, potencia, ganancia o la ubicación de los sitios de transmisión se deberá realizar una solicitud de la modificación a la SENATEL para que sea autorizada por dicha entidad.

Finalmente, para establecer tarifas para el uso de frecuencias se han creado distintos reglamentos, los cuales se debe tomar en consideración para el momento de analizar los costos del proyecto. Es así, que se han de tomar en cuenta tres tipos de tarifas que se las presenta a continuación:

**• Tarifa B**

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

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

Donde:

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

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

**$\alpha_6$**  = Coeficiente de valoración del espectro para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha (De acuerdo a la Tabla 1, Anexo 5 de la página oficial del conatel).

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

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

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

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

Para el presente proyecto, los valores que se tienen son  $K_a=1$ ,  $\beta_6 =1$ ,  $\alpha_6 = 0,5333$  y  $B = 12$ , todos estos datos son presentados en las tablas y anexos correspondientes. El valor de NTE es el número de terminales existentes en los enlaces punto – punto que existan en la red; en el

diseño presentado consta tan solo de un sistema punto – punto que es el de backbone principal, es así que este valor es igual a 2. Con esto se tiene:

$$T (\text{US\$}) = 1*05.333*1*12*NTE$$

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

$$TA (\text{US\$}) = 2*6.4 = \$12.80$$

Para el caso de sistemas punto – multipunto se han creado dos tipos de tarifas, la tarifa A que depende de la frecuencia que se usara y la tarifa C que depende del número de estaciones fijas y móviles. Para los dos casos también se tienen formulas para su cálculo y además sus respectivas tablas.

#### • Tarifa A

$$T (\text{US\$}) = K_a * \alpha^4 * \beta^4 * A * D^2$$

Donde:

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

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

**$\alpha^4$**  = Coeficiente de valoración del espectro para el servicio fijo y móvil (multiacceso)(de acuerdo a tabla 1, anexo 4).

**$\beta^4$**  = Coeficiente de corrección para la tarifa por estación de base o estación central fija.

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

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

Entonces, el valor de  $K_a$  es 1, y con esto se puede obtener los valores de la tarifa A dependiendo de las frecuencias usadas, esto se muestra en la tabla 3.7.

**Tabla 3. 7. Valores de la Tarifa A**

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

#### •Tarifa C

Como se dijo anteriormente, esta tarifa depende del número de estaciones fijas y móviles que se encuentren en cada sistema punto – multipunto y se la calcula mediante la ecuación presentada en la parte inferior del presente párrafo, para esto se propone que  $K_a$  y  $\alpha_5$  sean igual a 1 por lo que el valor de la tarifa C será igual al valor de  $F_d$ , y estos valores se pueden apreciar en la tabla 3.8.

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

Donde:

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

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

**$\alpha 5$**  = Coeficiente de valoración del espectro por estaciones de abonado móviles y fijas para el Servicio Fijo y Móvil (multiacceso) (De acuerdo a la tabla 2, anexo 4).

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

**Tabla 3. 8. Valores de la Tarifa C**

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

## **CAPITULO 4**

### **ANALISIS DE COSTOS**

En todo proyecto, siempre es conveniente determinar la cantidad que se tendrá que invertir para llevarlo a cabo y además saber en cuanto tiempo dicha inversión podrá ser recuperable. Realizar este análisis también influye de manera significativa al momento de decidir si llevar a cabo la implementación del proyecto será beneficioso o no, es decir, si será un gasto o una inversión recuperable.

En el siguiente análisis se realizara un completo estudio a manera de plan de negocios en el que se identificaran los ingresos y egresos que se presentaran a futuro tomando un plazo de 5 años de duración que es lo que dura el contrato de concesión entre FODETEL y el Municipio del cantón Montufar.

Algunos costos presentados en este capítulo serán tomados de precios referenciales que posee el personal del FODETEL, los cuales ya han sido usados en otros proyectos de gran importancia.

## 4.1. COSTOS DE LA INVERSIÓN

### 4.1.1. Costo de los equipos para red WAN

Como se comento en el punto 3.6.2 se tienen 26 instituciones que no cuentan con línea de vista directa a la torre principal, es decir, estas trabajarán en la banda de frecuencias de 2,4 GHz y serán equipos punto – multipunto o también conocidos como CPE, junto con estas, se tomarán en cuenta las 9 antenas sectoriales de 90°, también se tienen 50 puntos o CPE's que trabajarán en la banda de frecuencia de 5,8 GHz, los cuales se enlazarán hacia la torre principal en donde se encuentra una antena omnidireccional de 360°. A parte de estos enlaces también se considerarán los equipos del enlace del backbone principal, es decir, 2 equipos punto – punto que también trabajarán en 5,8 GHz.

Los valores de todos estos equipos se los presenta en la tabla 4.1

**Tabla 4. 1. Costo de la red WAN**

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario US\$</b>	<b>Precio Total US\$</b>
Antena Omnidireccional y equipo 360° - 16 dBi - 5,8GHz	1	390,00	390,00
Antena sectorial 90° y equipo - 16 dBi - 2,4 GHz	9	209,00	1881,00
CPE con antena integrada 5,8GHZ - 12dBi	17	180,00	3060,00

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario US\$</b>	<b>Precio Total US\$</b>
CPE con antena integrada 5,8GHZ - 16dBi	8	180,00	1440,00
CPE con antena integrada 5,8GHZ - 20dBi	24	180,00	4320,00
CPE con antena integrada 2,4GHZ - 10dBi	17	149,00	2533,00
CPE con antena integrada 2,4GHZ - 12dBi	4	165,00	660,00
CPE con antena integrada 2,4GHZ - 16dBi	2	165,00	330,00
CPE con antena integrada 2,4GHZ - 20dBi	2	173,00	346,00
Antena y equipo CPE 2,4GHZ - 32dBi	1	228,00	228,00
Antena Punto – Punto 5,8GHz – 16dBi	2	683,20	1366,40
Antena VSAT	1	1950,00	1950,00
<b>TOTAL</b>			<b>18504,40</b>

#### 4.1.2. Costo del equipamiento informático y red LAN

Como se menciona en el Capítulo 3 en el diseño de la red LAN, se implementaran redes inalámbricas, es por esta razón que se necesitara obtener routers inalámbricos y tarjetas de red inalámbricas para las computadoras de cada institución. Por otra parte se necesitara en el municipio un servidor con sistema operativo Linux, un administrador de ancho de banda, entre otras cosas.

Además de los equipos mencionados, no se debe olvidar el numero de PC's que se deben dotar a las instituciones dependiendo de la norma creada por FODETEL ya analizada en el punto 3.16 y mostrada en la tabla 3.6.

**Tabla 4. 2. Costos de equipos informáticos y redes LAN**

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario US\$</b>	<b>Precio Total US\$</b>
Servidor con sistema operativo Linux	1	1740,00	1740,00
Router	1	60,00	60,00
Switch 5 puertos Ethernet	11	15,00	165,00
Router Inalámbrico	79	80,00	6320,00
Tarjeta de red inalámbrica	557	25,00	13925,00
Computador	80	442,75	35420,00
<b>TOTAL</b>			<b>57630,00</b>

### 4.1.3. Costos de Infraestructura

Para llevar a cabo el presente proyecto se necesita de la ayuda de varias torres de viento y una torre auto-soportada que será la de la torre principal; además, en cada torre se necesitara la debida puesta a tierra para evitar cualquier inconveniente en un futuro.

Aparte de lo mencionado se usara en cada institución final un mástil de distintas alturas, en el cual se colocara cada antena receptora. Todo esto se aprecia en la tabla 4.3.

**Tabla 4. 3. Costos de Infraestructura**

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario US\$</b>	<b>Precio Total US\$</b>
Torre auto soportada de 30m	1	1290,25	1290,25
Torre de viento 15m	1	806,40	806,40
Torre de viento 11m	1	784,00	784,00
Torre de viento 9m	2	373,00	746,00
Mástil 4m	5	90,72	453,60
Mástil 2m	68	30,45	2070,60
Base de hormigón	1	300,00	300,00
Instalación y configuración	79	134,40	10617,60
Sistemas de tierra en torres	5	500,00	2500,00
Sistemas de tierra en CPE's	74	200,00	14800,00

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario US\$</b>	<b>Precio Total US\$</b>
Sistema de respaldo de energía	1	1885,00	1885,00
UPS's	79	132,00	10428,00
<b>TOTAL</b>			<b>46681,45</b>

Todo el costo de la inversión se lo presenta en la tabla 4.4 y como es lógico es la suma de los costos por equipamiento de red WAN, equipamiento informático y el costo por infraestructuras.

**Tabla 4. 4. Costo total de la inversión**

<b>Material a invertir</b>	<b>Precio Total US\$</b>
Equipos de red WAN	18504,40
Equipos informáticos y de red LAN	57630,00
Infraestructura	46681,45
<b>TOTAL</b>	<b>122815,85</b>

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

En los costos de operación y mantenimiento se tomaran en cuenta los servicios prestados por los ISP's, tanto para la red inalámbrica Wi-fi como para la satelital; además se tomaran en consideración los costos regulatorios que se deben cancelar por la implementación y uso del

espectro radioeléctrico y finalmente también se toman en cuenta los costos que tendrá el mantenimiento de la red.

Como se comento con anterioridad, el proyecto se lo analizara para un lapso de tiempo de 5 años, es por esta razón que los valores se los multiplicara por 60, ya que en 5 años se tienen 60 meses.

#### **4.2.1. Costo de arrendamiento e instalación del servicio de Internet**

Como se comento en el dimensionamiento de la red, en el capítulo 3, se necesitaran 4Mb de ancho de banda, es por esta razón que se vio necesario contratar 4096 Kbps que se estima en un costo mensual de \$2400, al valor del internet se le tendrá que añadir el costo por la instalación del sistema. Además hay que tomar en cuenta que el costo de internet satelital tiene otros valores y se tiene que contratar 64 Kbps para la escuela Ulpiano Rosero.

$$\text{Internet} = (2400) * (60) = 144000$$

$$\text{Instalación} = \$500,00$$

$$\text{Total} = (\text{Internet}) + (\text{Instalación}) = (144000) + (500)$$

$$\text{TOTAL} = \$144500,00$$

$$\text{Internet Satelital (64 Kbps)} = \$280,00$$

$$\text{Total} = (\text{Internet Satelital}) * (60) = (280) * (60)$$

$$\text{TOTAL} = 16800$$

#### 4.2.2. Costo del uso del espectro radioeléctrico

En el proyecto existe solo un enlace punto – punto, pero en 3 enlaces punto – multipunto (Colegio José Julián A.; Escuela Luis del Campo y Colegio Manuel Quiroga) existen solo dos puntos, la razón es que se pensó a futuro e igual se puso antenas sectoriales en dichas instituciones para que después se puedan beneficiar más personas y unirse a la red pero para el cálculo de estas tarifas se las tomara como punto – punto; es por esta razón que el valor a pagar mensualmente en un enlace P-P es de \$12,80 y a este, se lo tendrá que multiplicar por los cuatro enlaces P-P que se supone se tienen y para un tiempo de 5 años se tiene que:

$$\text{Mensualidades Punto-Punto} = (\$12,80) * (4) = \$51,20$$

$$\text{Total en 5 años} = (12,80) * (4) * (60)$$

$$\text{TOTAL} = \$3072,00$$

Por otra parte, se tienen 10 sistemas de enlace punto – multipunto, contando con las 9 repetidoras y la torre principal, y como se dijo anteriormente se tienen que sumar dos tarifas para calcular las mensualidades. Esto se lo presenta en la tabla 4.5.

**Tabla 4. 5. Costos de sistemas Punto – Multipunto**

Enlace	Número de Puntos	Tarifa A	Tarifa C	Costo Mensual US\$	Costo en 5 Años US\$
Tanques de agua Cristóbal Colon	5	23,00	3,00	26,00	1560,00
Tanques de agua San Gabriel	6	23,00	3,00	26,00	1560,00
Escuela Gonzalo Pizarro	4	23,00	3,00	26,00	1560,00
Escuela 24 de Mayo	6	23,00	3,00	26,00	1560,00

Escuela Venezuela	5	23,00	3,00	26,00	1560,00
Rumichaca	3	23,00	3,00	26,00	1560,00
Torre Principal Cerro Chiles	51	12,50	25	37,5	2250,00
<b>TOTAL</b>				<b>193,50</b>	<b>11610,00</b>

El costo total del arrendamiento por el uso del espectro radioeléctrico es la suma de las mensualidades entre los sistemas P-P y los sistemas P-MP, y se los presenta en la tabla 4.6.

**Tabla 4. 6. Costo total del uso del Espectro Radioeléctrico**

<b>Sistema</b>	<b>Mensualidades US\$</b>	<b>Costo a 5 años US\$</b>
Enlaces Punto - Punto	51,20	3072,00
Enlaces Punto - Multipunto	193,50	11610,00
<b>TOTAL</b>	<b>244,70</b>	<b>14682,00</b>

#### 4.2.3. Costos por mantenimiento

Debido a que el proveedor elegido para los equipos y la infraestructura es el mismo que va a dar el debido mantenimiento de la red, se estima que el valor a pagar de forma anual es el 1% del costo total de la inversión. Es así, que se prevé que el valor a pagarse viene dado por:

$$\text{Costo anual por mantenimiento} = (122815,85) * (0,01) = \$1228,16$$

$$\text{Costo TOTAL por mantenimiento} = (1228,16) * (5) = \$6140,80$$

Con todos los cálculos obtenidos hasta el momento se puede obtener el costo total que conllevará la operación y el mantenimiento de la red, estos datos se los presenta en la tabla 4.7; y de la misma manera en la tabla 4,8 se presenta el costo total que la red presentará para su implementación.

**Tabla 4. 7. Total de costos de operación y mantenimiento**

Servicio a Pagar	Mensualidades US\$	Costo a 5 años US\$
Internet	2400,00	144500,00
Internet Satelital	280,00	16800,00
Espectro Radioeléctrico	244,70	14682,00
Mantenimiento	102,35	6140,80
<b>TOTAL</b>	<b>3027,05</b>	<b>182122,80</b>

**Tabla 4. 8. Costo total del proyecto**

Servicio a Pagar	Costo US\$
Costo de la Inversión	122815,85
Operación y mantenimiento	182122,80
<b>TOTAL</b>	<b>304938,65</b>

### 4.3. INGRESOS

Sin duda el principal ingreso que el proyecto tendrá es el aporte del FODETEL que se estimo en \$195400,00, dinero con el cual se piensa implementar la red, es decir cubrir los gastos en cuanto a equipamiento.

Como se menciona en el capítulo 2, el Ilustre Municipio del Cantón Montufar (I.M.C.M.), en su afán de dar agilidad a que el proyecto se concrete, realizo una junta entre todas las parroquias para comentar sobre los beneficios que traerá implementar una red de tal magnitud, y se llego a un acuerdo común: Se cobrara la cantidad de \$0,25ctvs de dólar por cada medidor existente en el cantón para de esta manera aportar de alguna manera con el proyecto en estudio, y este será el primer paso que se tendrá en el plan de sostenibilidad de la red.

Gracias a datos proporcionados por el municipio del cantón Montufar se pudo realizar el siguiente análisis de los ingresos que se tendrá:

**Numero de medidores** = 8400 usuarios del servicio eléctrico

**Valor a aportar por medidor** = \$0,25 ctvs. de dólar

**TOTAL ingresos mensuales** =  $(8400) * (0,25) = \$2100$

**TOTAL ingresos anuales** =  $(2100) * (12) = \$25200$

**TOTAL ingresos en 5 años** =  $(25200) * (5) = \$126000$

#### 4.4. EGRESOS

A los egresos se los considera como todos los gastos que la red tendrá tanto mensual como anualmente para poder llevar de manera correcta a todos los enlaces. Para este caso se tienen que los egresos generados hasta el momento es el valor correspondiente al costo total del proyecto, sin embargo, como se comentó con anterioridad, la red estará dispuesta al público en general todo el tiempo, es por esta razón que se tendrá que dar una remuneración o salario a las personas que se encarguen de los salones de computo al menos en los 66 centros educativos ya que ahí tendrían que trabajar medio tiempo. No se toma en cuenta al resto de instituciones ya que en estas, las personas trabajan tiempo completo.

El salario estimado será de \$150 para cada persona en los 66 centros educativos, entonces se tiene finalmente que los egresos de la red es el total entre el costo final y los salarios.

**Tabla 4. 9. Egresos de la red**

<b>Egresos</b>	<b>Costo Mensual US\$</b>	<b>Costo Anual US\$</b>
Internet	2400,00	28800,00
Internet Satelital	280,00	3360,00
Uso del Espectro Radioeléctrico	244,70	2936,40
Mantenimiento	96,25	1155,00
Salario del personal	9900,00	118800,00
<b>TOTAL</b>	<b>12920,95</b>	<b>155051,4</b>

#### **4.5. PLANES DE SOSTENIBILIDAD**

Como ya se sabe el contrato de concesión entre el municipio del cantón Montufar y el FODETEL es de 5 años, después de dicho tiempo, el FODETEL queda liberado de mantener a dicha red y todos los gastos consiguientes correrán netamente por parte del municipio.

Como ya se dijo anteriormente, el municipio ya dio el primer paso, y se tendrá un ingreso para el proyecto de \$2100 mensuales, pero esto solo es el comienzo ya que también se puede encontrar la ayuda de empresas privadas tales como restaurantes, balnearios, hosterías, etc. y a cambio se les puede dar el servicio de Internet, estos aportes pueden ser de \$200 mensuales entre todas las empresas privadas que aporten al proyecto, es decir 2400 dólares al año.

Otro tipo de plan a realizarse seria implantar en cada institución un centro de copiado e impresiones ya que con este dinero se tendría un buen ingreso, y de igual manera se tomaran en cuenta para iniciar solo a los 66 centros educativos, es así que se estima que al mes se podrían llegar a conseguir aproximadamente \$200 por cada institución, lo cual daría un total de \$13200 mensuales y \$158400 anuales.

#### **4.6. FLUJO EFECTIVO**

El flujo de efectivo de un proyecto corresponde al análisis económico de todos los ingresos que presente el mismo vs los egresos del mismo. Para el presente proyecto se destacaran como egresos a los costos de operación y mantenimiento; y los ingresos corresponden a los valores ya tratados anteriormente junto con el plan de sostenibilidad, también se tomara como principal ingreso, al aporte del FODETEL que es de \$195400, dinero que fue destinado para el proyecto en disputa.

Además, en el análisis económico se calcularán los valores de las variables VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno), las cuales determinan la rentabilidad del proyecto dependiendo, o tomando como referencia a la tasa pasiva de los bancos, la cual se refiere al porcentaje de ganancia que se obtiene por retener un capital en el banco y que será tomada como el 16%; entonces mientras mayores sean los valores de VAN y TIR el proyecto será mucho más rentable, esto se lo puede entender mejor de la siguiente manera:

**Si VAN > 0** El proyecto es rentable

**Si VAN = 0** El proyecto es indiferente

**Si VAN < 0** El proyecto no es rentable

**Si TIR > Tasa Pasiva** El proyecto es rentable

**Si TIR = Tasa Pasiva** El proyecto es indiferente

**Si TIR < Tasa Pasiva** El proyecto no es rentable

Mediante los cálculos pertinentes y con respecto al flujo de caja, que se presenta en la parte inferior, se tienen que los valores de las variables VAN y TIR son los siguientes:

**Valor Actual Neto (VAN) [US\$] = 4,015**

**Tasa Interna de Retorno (TIR) [%] = 23,2%**

Como se puede observar, el valor de la tasa interna de retorno si cumple con las expectativas y los valores límites impuestos al igual que el valor actual neto, lo cual quiere decir que el proyecto es totalmente viable; sin embargo los valores de TIR y VAN no son muy aplicables para los proyectos de carácter social ya que no se espera con estas redes una retribución económica sino una retribución social. Cabe recalcar que la relación ingresos vs egresos empiezan a ser positivos a partir del quinto año, lo cual indica que la red es sustentable desde este periodo; esto se debe a que los costos de internet se prevé que disminuirán con el tiempo.

A continuación se presenta el flujo de caja para la red del cantón Montufar en la provincia del Carchi en la tabla 4.10.

Tabla 4. 10. Flujo de Caja Efectivo para el proyecto de red en el Cantón Montufar

<b>VARIABLES INGRESOS Y EGRESOS</b>	<b>0 2009</b>	<b>1 2010</b>	<b>2 2011</b>	<b>3 2012</b>	<b>4 2013</b>	<b>5 2014</b>
<b>1 Ingresos</b>		<b>381400,00</b>	<b>186000,00</b>	<b>186000,00</b>	<b>186000,00</b>	<b>186000,00</b>
Pago extra en medidores de luz		25200,00	25200,00	25200,00	25200,00	25200,00
Aporte por auspicios de empresas privadas		2400,00	2400,00	2400,00	2400,00	2400,00
Ingreso del centro de copiado e impresiones		158400,00	158400,00	158400,00	158400,00	158400,00
Aporte FODETEL		195400,00				
<b>2 Costos</b>		<b>-194751,40</b>	<b>-194751,40</b>	<b>-190491,40</b>	<b>-190491,40</b>	<b>-184991,40</b>
Internet		-28900,00	-28900,00	-25000,00	-25000,00	-20000,00
Internet Satelital		-3360,00	-3360,00	-3000,00	-3000,00	-2500,00
Uso del Espectro Radioeléctico		-2936,40	-2936,40	-2936,40	-2936,40	-2936,40
Mantenimiento de la red		-1155,00	-1155,00	-1155,00	-1155,00	-1155,00
Salarios		-158400,00	-158400,00	-158400,00	-158400,00	-158400,00
<b>MARGEN OPERACIONAL BRUTO</b>		<b>186648,60</b>	<b>-8751,40</b>	<b>-4491,40</b>	<b>-4491,40</b>	<b>1008,60</b>
<b>3 Gastos no desembolsables</b>		<b>-6167,52</b>	<b>-6167,52</b>	<b>-6167,52</b>	<b>-6167,52</b>	<b>-6167,52</b>
Depreciación equipos		-6167,52	-6167,52	-6167,52	-6167,52	-6167,52
<b>MARGEN OPERACIONAL FINAL</b>		<b>180481,08</b>	<b>-14918,92</b>	<b>-10658,92</b>	<b>-10658,92</b>	<b>-5158,92</b>
<b>4 Ajuste por Gastos no desembolsables</b>		<b>6167,52</b>	<b>6167,52</b>	<b>6167,52</b>	<b>6167,52</b>	<b>6167,52</b>
Depreciación por equipamiento		6167,52	6167,52	6167,52	6167,52	6167,52
<b>5 Inversión</b>	<b>-122815,85</b>			<b>-35420,00</b>		
	<b>122815,85</b>					
Equipos de red WAN	18504,40					
Infraestructura	46681,45					
Equipamiento Informático y redes LAN	57630,00			-35420,00		
<b>Total US\$</b>	<b>-122815,85</b>	<b>186648,60</b>	<b>-8751,40</b>	<b>-39911,40</b>	<b>-4491,40</b>	<b>1008,60</b>

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- **CONCLUSIONES**

Se pudo terminar de una manera satisfactoria con el diseño de una red benéfica, la cual permitirá que varias instituciones estatales ubicadas en la provincia del Carchi, cantón Montufar en la ciudad de San Gabriel, puedan acceder a la herramienta del Internet.

Proyectos de esta índole, traerán a la larga provechosos resultados, ya que en un país en crecimiento como es el caso de Ecuador, las telecomunicaciones juegan un papel muy importante en el desarrollo tecnológico del mismo; a su vez, se incentivara a muchos alumnos y docentes a intervenir en el campo de la tecnología que hasta el momento se les ha sido esquivo. De esta manera se espera tener profesionales mucho mejor preparados y competentes en las distintas áreas laborales.

Las visitas técnicas a cada institución comprenden un aspecto demasiado importante para poder llevar a cabo todos los objetivos propuestos al inicio del proyecto, ya que mediante estas, se pueden obtener todos los datos necesarios para poder concluir con un diseño que cumpla con los requerimientos necesarios para satisfacer las necesidades de la red.

Los costos que se manejan para llevar a cabo un proyecto de esta magnitud son demasiado elevados, razón por la cual siempre será necesaria la ayuda del gobierno para financiar la inversión inicial que se tendrá, ya que las personas que serán beneficiadas por el mismo, jamás podrían cubrir un gasto de tal magnitud.

La tecnología inalámbrica siempre será la mejor opción para implementar una red en lugares que se encuentren en zonas rurales y urbano marginales, ya que en estas regiones es muy complicado implementar medios guiados por que no siempre se tienen las facilidades necesarias para hacerlo, tal como alambrado publico o carreteras que permitan trabajar de una manera rápida y segura.

- **RECOMENDACIONES**

En otros países de Sudamérica tal como es el caso de Argentina, el Internet es un derecho que todas las personas tienen y por esta razón que cierta cantidad de ancho de banda es gratuita, la recomendación para el gobierno es que estudie estas posibilidades para incrementar el número de acceso a este gran servicio como es Internet, o que por lo menos en un futuro reduzca los costos para que los involucrados en este tipo de proyectos puedan mejorar la sustentabilidad del mismo.

Se recomienda el uso de UPS's en todos los puntos ya que mediante estos se puede resguardar la seguridad de los equipos y además en muchas ocasiones se ayuda a que los datos no se pierdan cuando surge algún percance.

Es recomendable realizar dos mantenimientos al año de los equipos ya que siempre factores externos como el polvo que se suele generar en el medio puede causar daños al equipamiento. De igual manera, se recomienda que los lugares en donde se deseen instalar los equipos exista suficiente ventilación ya que son equipos que transfieren calor al medio ambiente y una temperatura no adecuada puede causar daños irreparables.

En cada visita técnica a las instituciones es necesario tomar muy bien hasta el último dato necesario, ya que si faltase algo se tendría que volver hasta el sitio, y como se pudo observar existen lugares muy alejados lo cual traería una pérdida de recursos y sobre todo de tiempo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Apuntes de Séptimo Nivel – Fundamentos de Redes – Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.
- Apuntes de Octavo Nivel – Comunicación Digital – Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.
- Apuntes de Octavo Nivel – Comunicación de Datos – Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.
- Apuntes de Octavo Nivel – Radioenlace Analógico – Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.
- Apuntes de Noveno Nivel – Sistemas Avanzados de Telecomunicaciones (SAT) – Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
- Apuntes de Noveno Nivel – Radioenlace Digital – Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.
- Apuntes y Presentaciones programa CISCO - Curso de CCNA Cisco Networking
- Asqui Arroba, Adolfo Ottomar, *Diseño de un sistema automático de consulta vía Internet para la cooperativa de ahorro y crédito textil” 14 de Marzo”*, Primera edición, Quito, Enero 2004
- Geocities.com, [http://www.geocities.com/ingenieria\\_redes/](http://www.geocities.com/ingenieria_redes/), 14/08/08
- Manual de usuario del programa Radio Mobile <http://www.lw1drj.com.ar/users/docs/RADIO%20MOBILE.pdf>, 24/08/08
- Rincón del vago.com, Técnicas de modulación Spread Spectrum, <http://html.rincondelvago.com/spread-spectrum.html>, 17/09/08
- Wikipedia, Modulación Spread Spectrum [http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_ensanchado](http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_ensanchado), 20/09/08
- Uma.es, Seguridad en redes, <http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/presentacion/seguridad.html>, 29/09/08

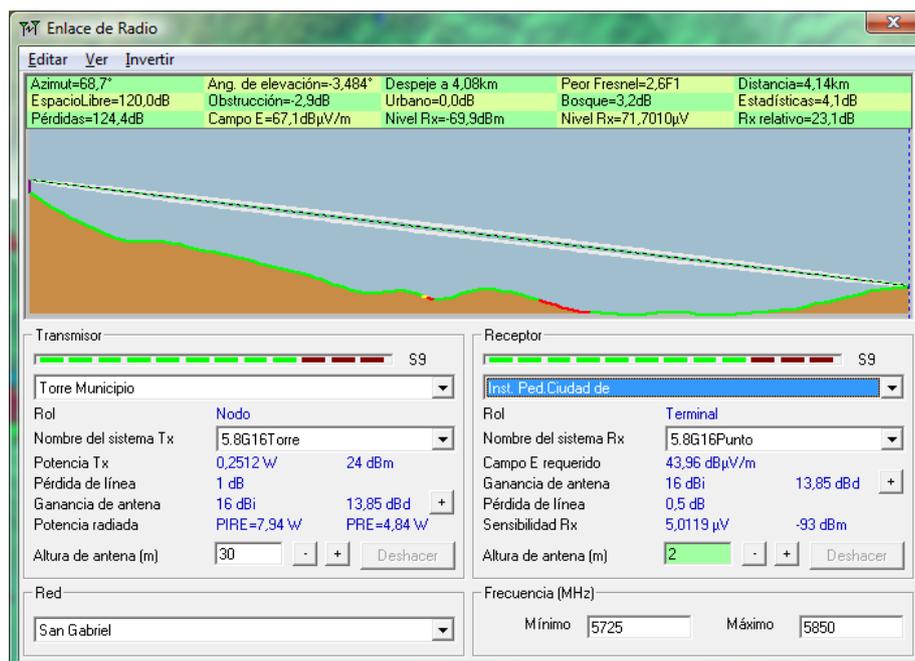
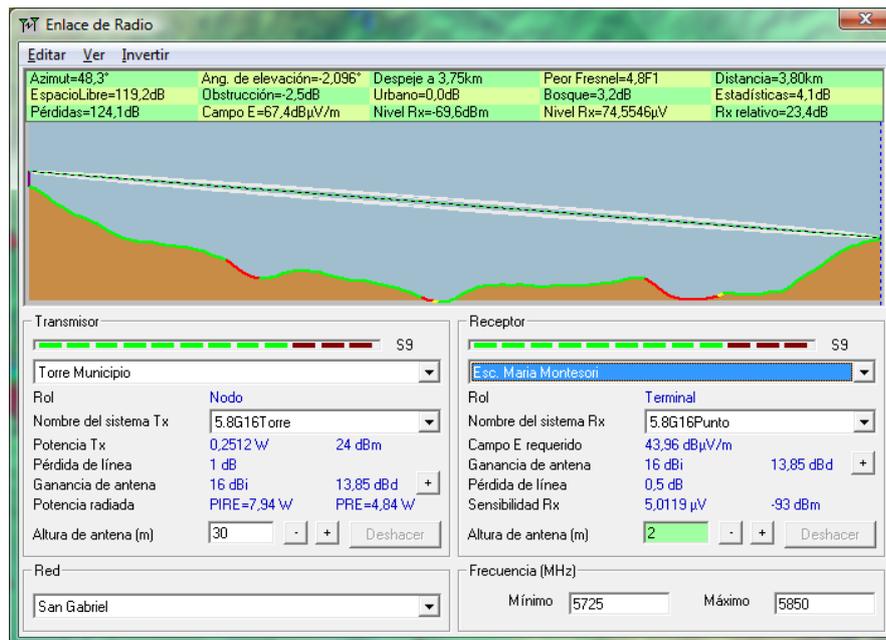
- Seguridad en redes, <http://www.iec.csic.es/CRIPToNOMICon/seguridad/>, 29/09/08
- Monografias.com, Tipos y clases de redes LAN, MAN y WAN <http://www.monografias.com/trabajos14/tipos-redes/tipos-redes.shtml>, 12/10/08
- Wikipedia, El acceso a internet, [http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso\\_a\\_Internet](http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_a_Internet), 29/07/08
- Blogspot.com, El internet en el Ecuador <http://internetenecuador.blogspot.com/2005/08/estadsticas-del-internet-en-ecuador.html>, 29/07/08
- Cobertura digital.com, Acceso a internet en el Ecuador <http://www.cobeturadigital.com/2008/05/22/internet-en-ecuador-2008-del-millon-de-usuarios-mas-60-son-de-quito/>, 29/07/08
- Suptel.com Estadísticas sobre internet en el Ecuador, [http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/v\\_agregado/estadisticas/internet.htm](http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/v_agregado/estadisticas/internet.htm), 30/07/08
- Suptel.com, Estadísticas de usuarios de internet en el Ecuador, [http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/v\\_agregado/estadisticas/usuarios%20internet%20provincias%20porcentaje.htm](http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/v_agregado/estadisticas/usuarios%20internet%20provincias%20porcentaje.htm), 30/07/08
- Estadísticas del cantón Montufar, [http://ecuador.ded.de/cipp/ded/lib/all/lob/return\\_download,ticket,g\\_u\\_e\\_s\\_t/bid,1937/check\\_table,it\\_chap\\_downl\\_embed/~GUIA\\_MONTUFAR\\_para\\_la\\_peque\\_a\\_y\\_mediana\\_produccion.pdf](http://ecuador.ded.de/cipp/ded/lib/all/lob/return_download,ticket,g_u_e_s_t/bid,1937/check_table,it_chap_downl_embed/~GUIA_MONTUFAR_para_la_peque_a_y_mediana_produccion.pdf), 15/11/08
- Datos sobre el cantón Montufar, <http://www.ciudad.org.ec/custom/publicaciones/32/DOC%20BALANCE%20CRITICO.pdf>, 18/11/08
- Provincia de Carchi, Pagina principal de la Provincia del Carchi [http://www.carchi.gov.ec/spanish/page.php?sec\\_id=1&pgid=6](http://www.carchi.gov.ec/spanish/page.php?sec_id=1&pgid=6), 18/11/08
- Ilustre Municipio del Cantón Montufar

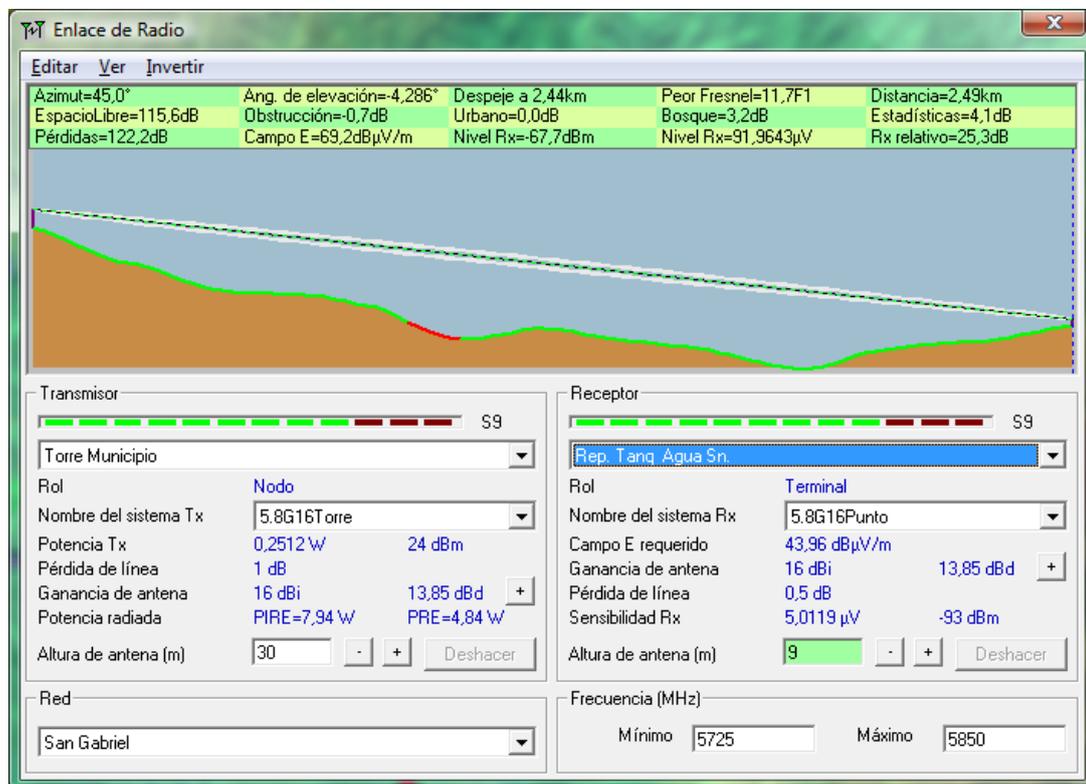
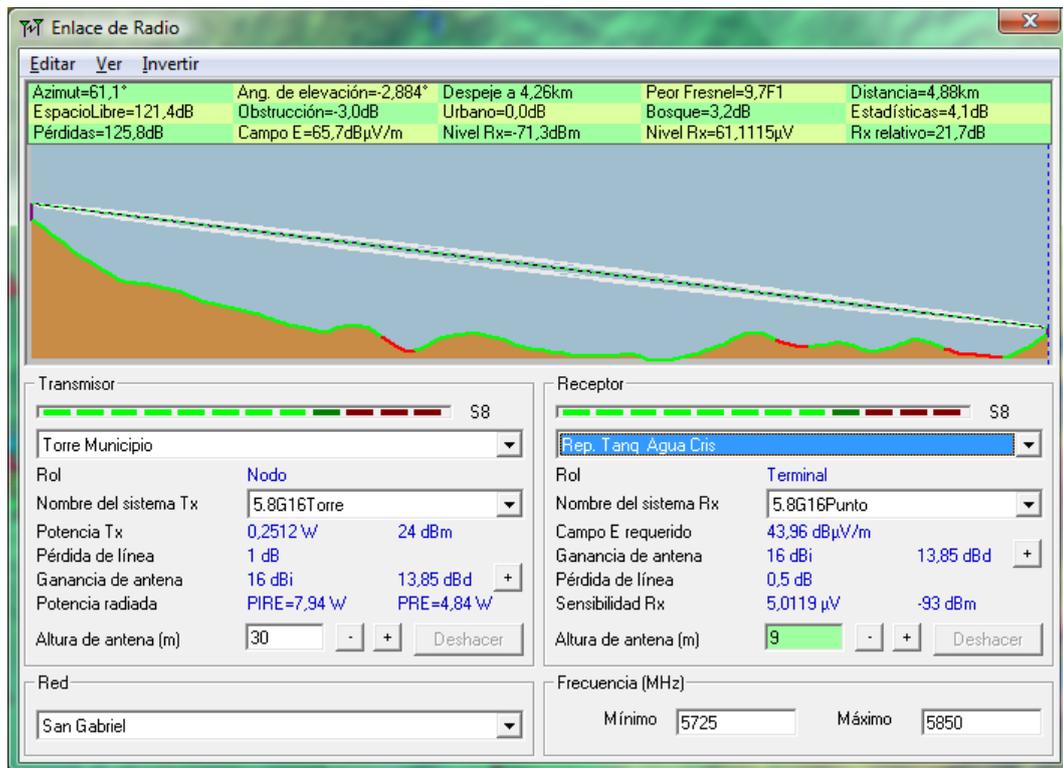
# **ANEXOS**

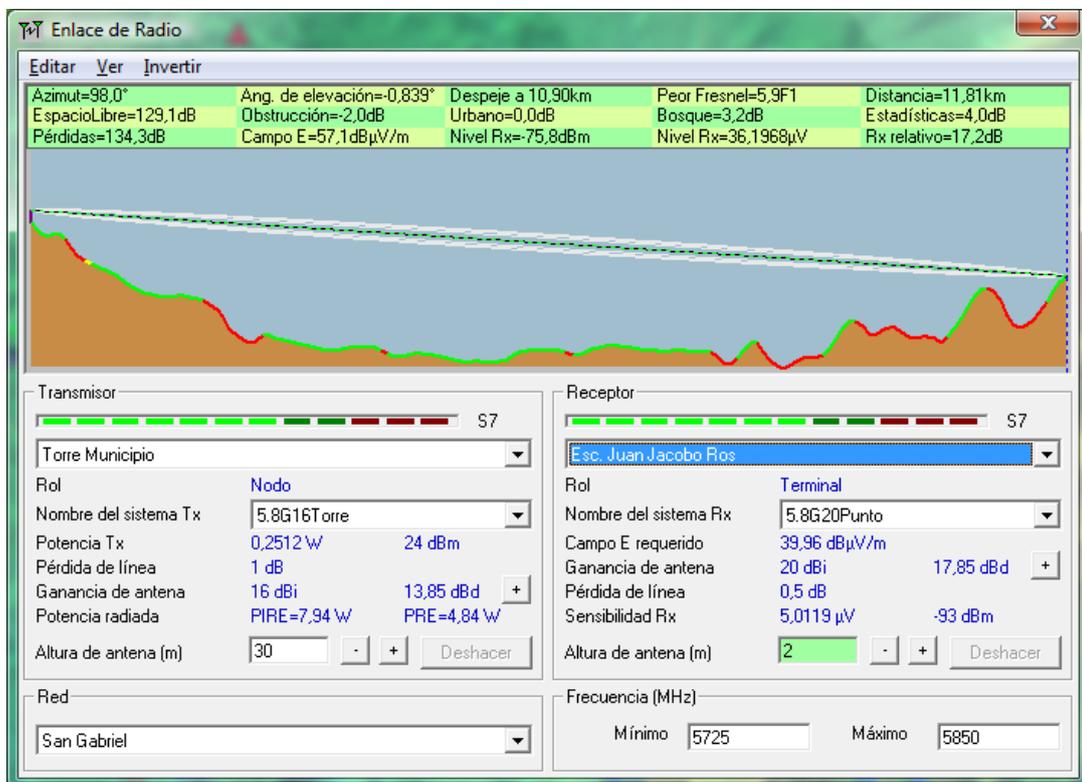
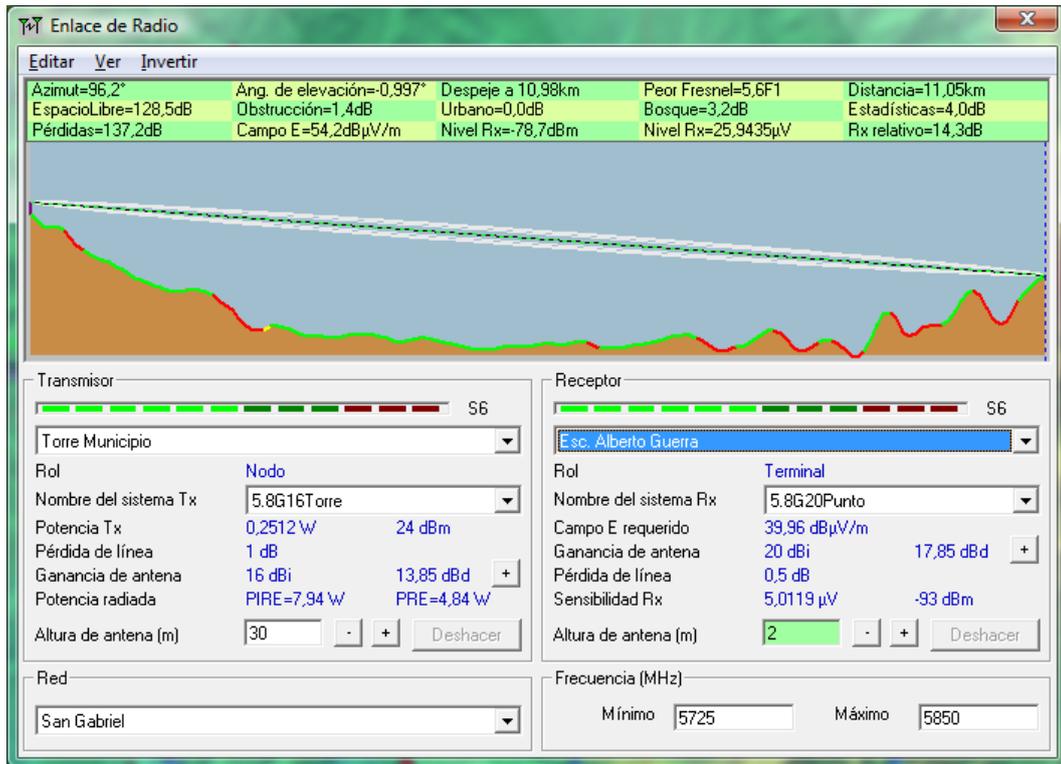
## Anexo 1: Perfiles de los Enlaces

### ENLACES DIRECTOS

#### Repetidor Principal: Torre del Municipio (Cerro Chiles)







**Enlace de Radio**

Editar Ver Invertir

Azimut=99,6°	Ang. de elevación=-0,218°	Despeje a 0,34km	Peor Fresnel=13,9F1	Distancia=13,42km
EspacioLibre=130,2dB	Obstrucción=4,0dB	Urbano=0,0dB	Bosque=3,2dB	Estadísticas=4,0dB
Pérdidas=141,4dB	Campo E=50,0dμV/m	Nivel Rx=-82,9dBm	Nivel Rx=15,9596μV	Rx relativo=10,1dB

**Transmisor**

Torre Municipio

Rol: Nodo

Nombre del sistema Tx: 5.8G16Torre

Potencia Tx: 0,2512 W 24 dBm

Pérdida de línea: 1 dB

Ganancia de antena: 16 dBi 13,85 dBd +

Potencia radiada: PIRE=7,94 W PRE=4,84 W

Altura de antena (m): 30 - + Deshacer

**Receptor**

Esc. Luz Maria Carre

Rol: Terminal

Nombre del sistema Rx: 5.8G20Punto

Campo E requerido: 39,96 dμV/m

Ganancia de antena: 20 dBi 17,85 dBd +

Pérdida de línea: 0,5 dB

Sensibilidad Rx: 5,0119 μV -93 dBm

Altura de antena (m): 2 - + Deshacer

**Red**: San Gabriel

**Frecuencia (MHz)**: Mínimo 5725 Máximo 5850

**Enlace de Radio**

Editar Ver Invertir

Azimut=82,8°	Ang. de elevación=-1,216°	Despeje a 11,11km	Peor Fresnel=11,2F1	Distancia=11,25km
EspacioLibre=128,7dB	Obstrucción=-1,8dB	Urbano=0,0dB	Bosque=3,2dB	Estadísticas=4,0dB
Pérdidas=134,1dB	Campo E=57,4dμV/m	Nivel Rx=-75,6dBm	Nivel Rx=37,1945μV	Rx relativo=17,4dB

**Transmisor**

Torre Municipio

Rol: Nodo

Nombre del sistema Tx: 5.8G16Torre

Potencia Tx: 0,2512 W 24 dBm

Pérdida de línea: 1 dB

Ganancia de antena: 16 dBi 13,85 dBd +

Potencia radiada: PIRE=7,94 W PRE=4,84 W

Altura de antena (m): 30 - + Deshacer

**Receptor**

Esc. Rep. Gonzalo Pi

Rol: Terminal

Nombre del sistema Rx: 5.8G20Punto

Campo E requerido: 39,96 dμV/m

Ganancia de antena: 20 dBi 17,85 dBd +

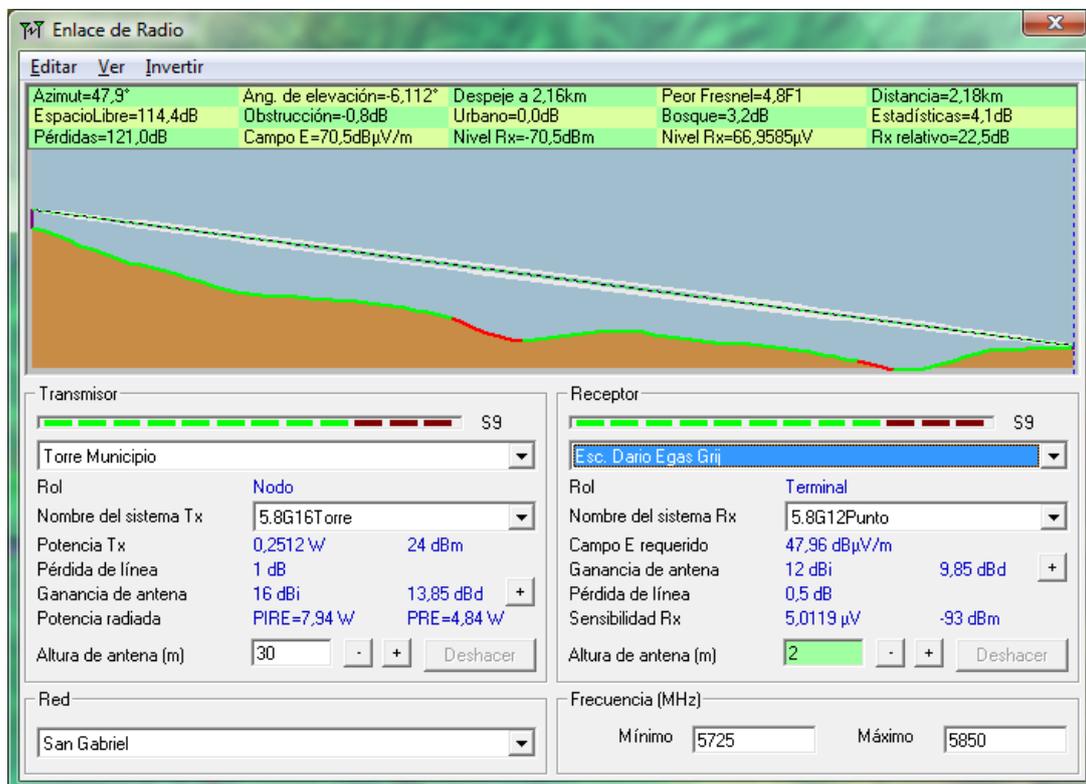
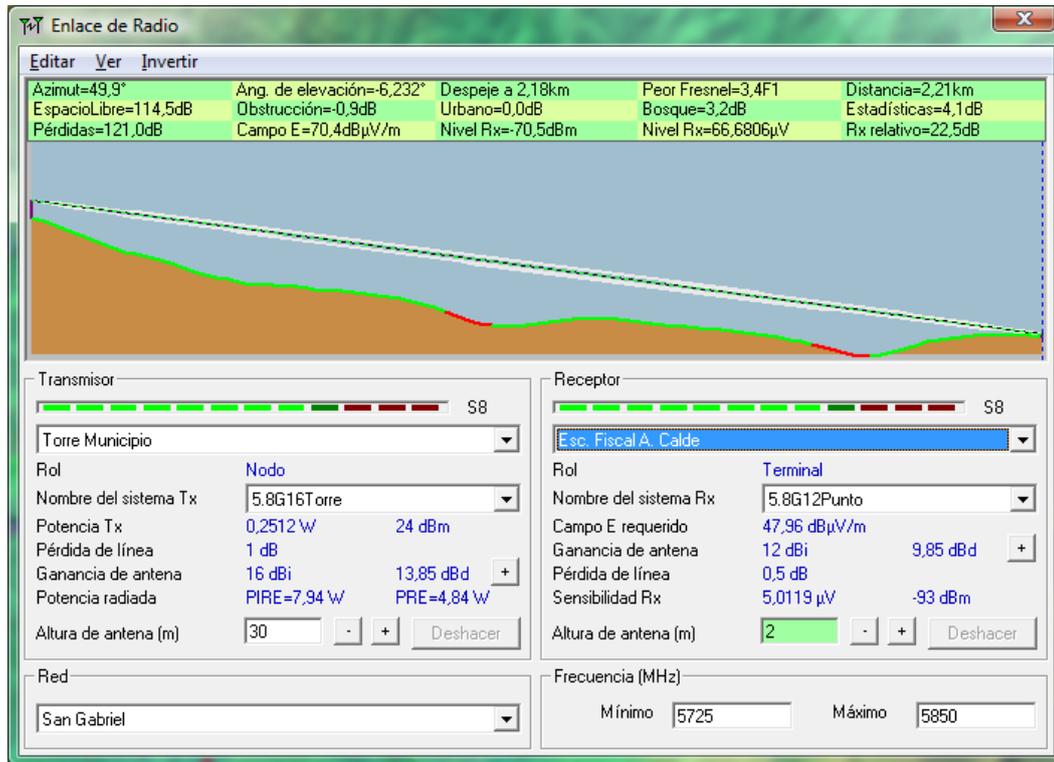
Pérdida de línea: 0,5 dB

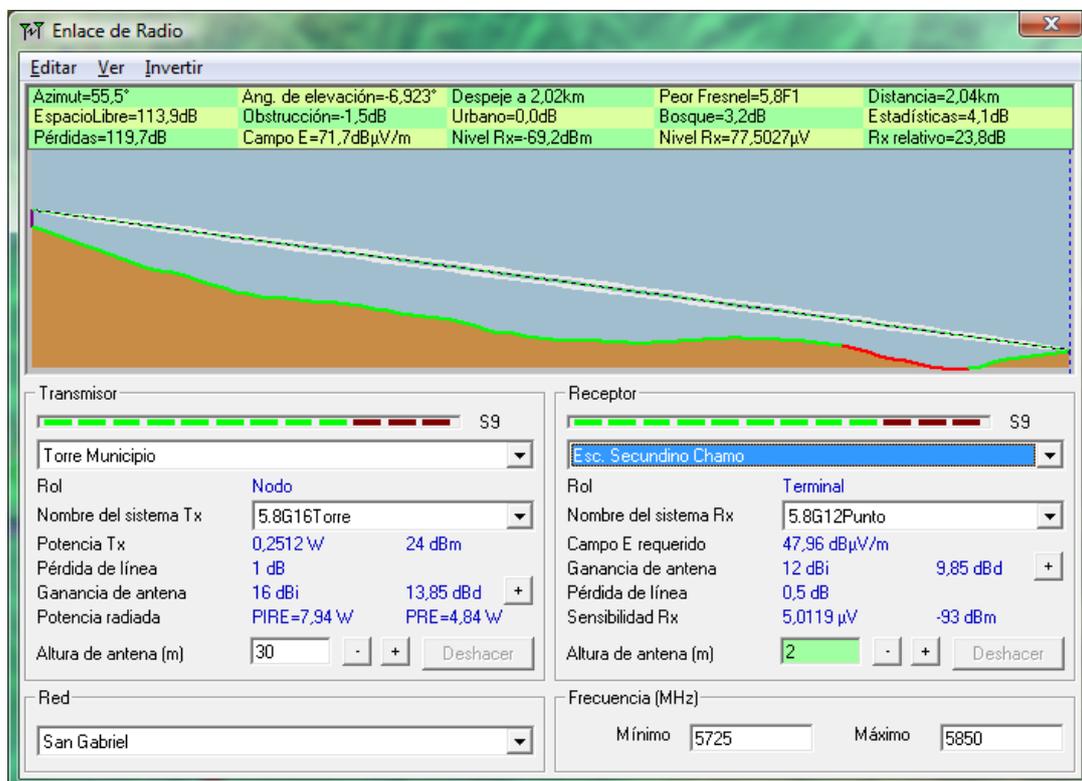
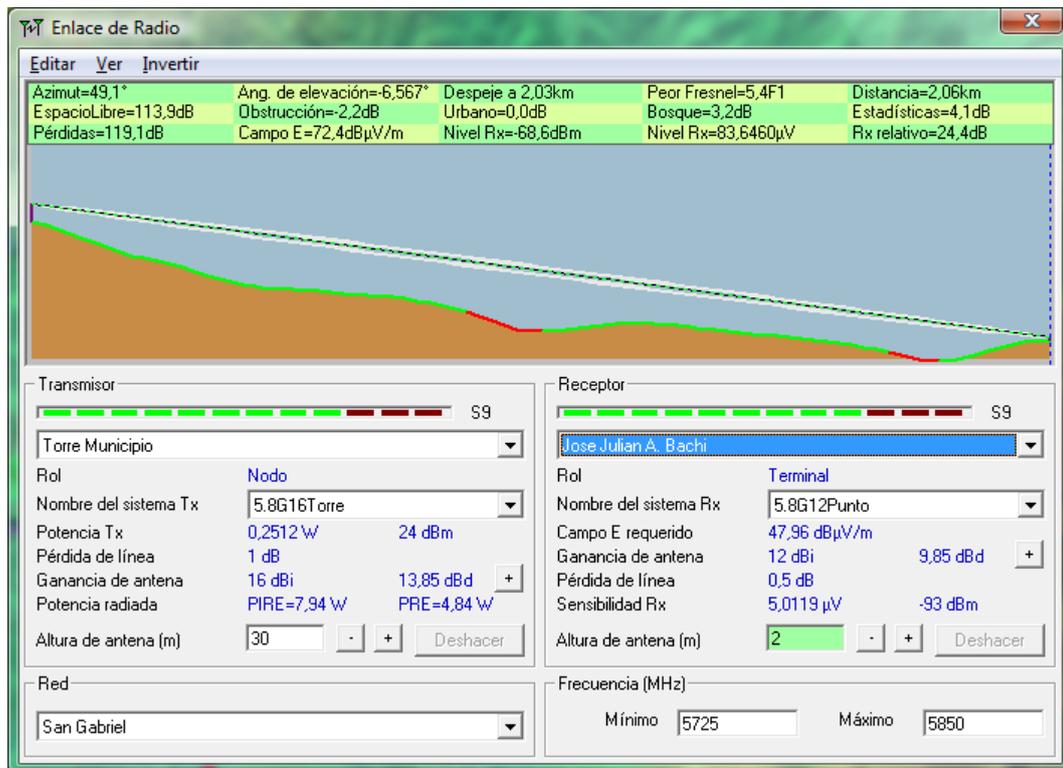
Sensibilidad Rx: 5,0119 μV -93 dBm

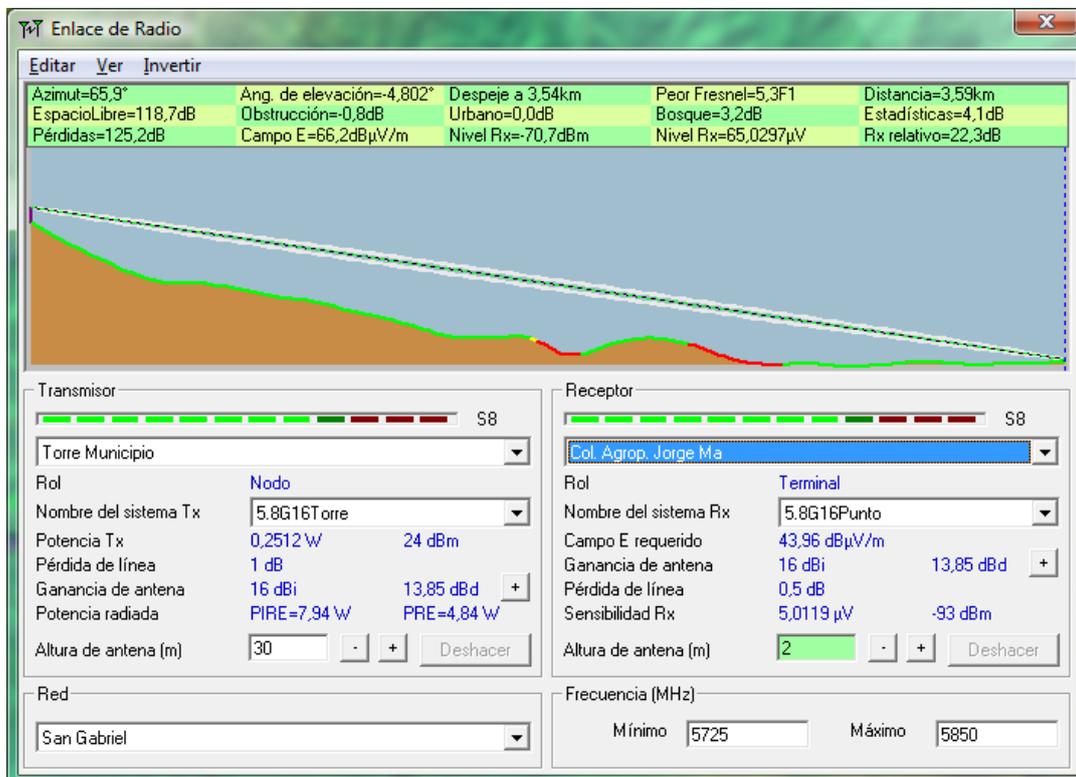
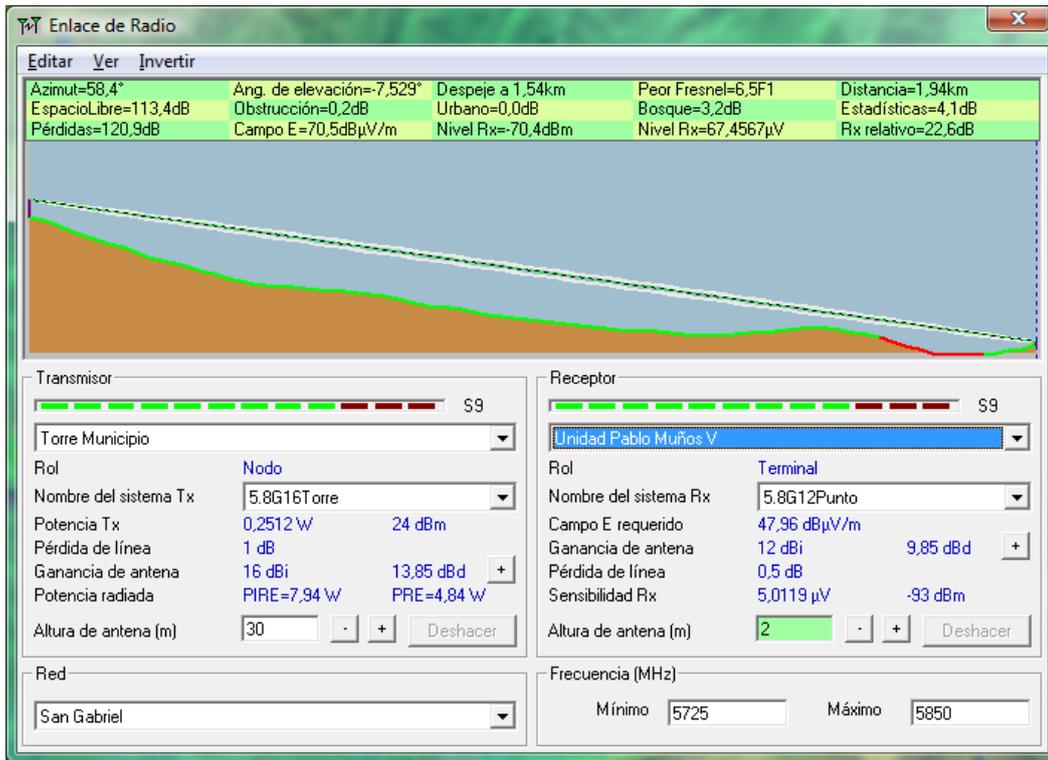
Altura de antena (m): 2 - + Deshacer

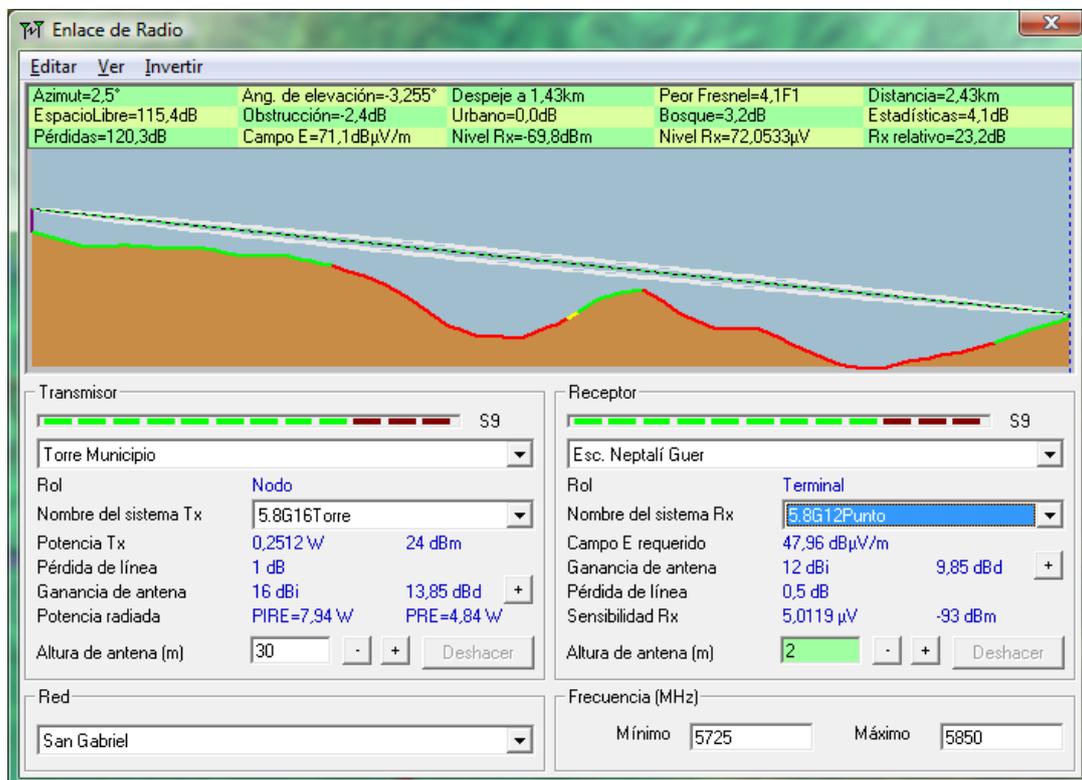
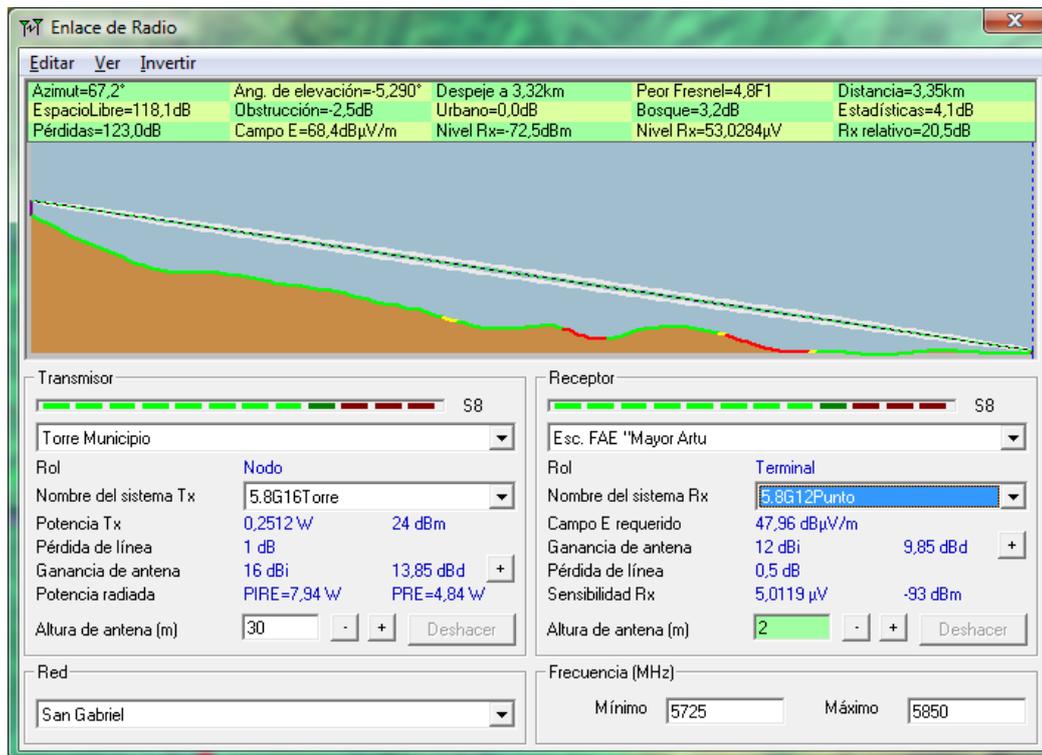
**Red**: San Gabriel

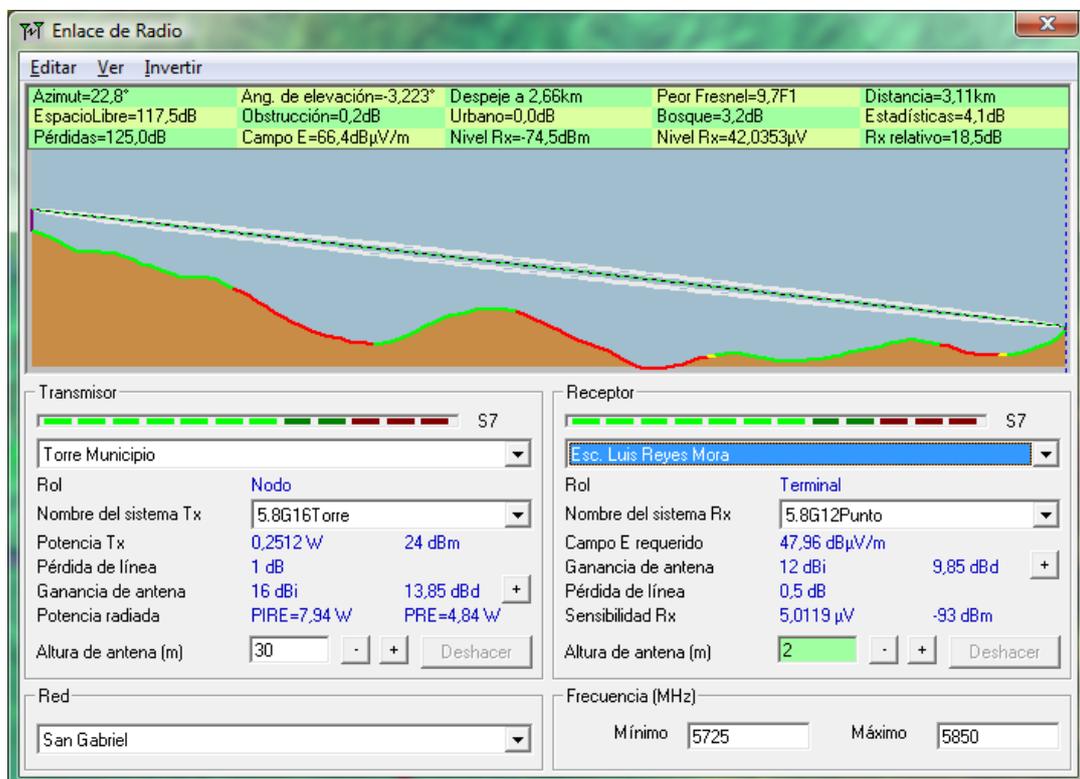
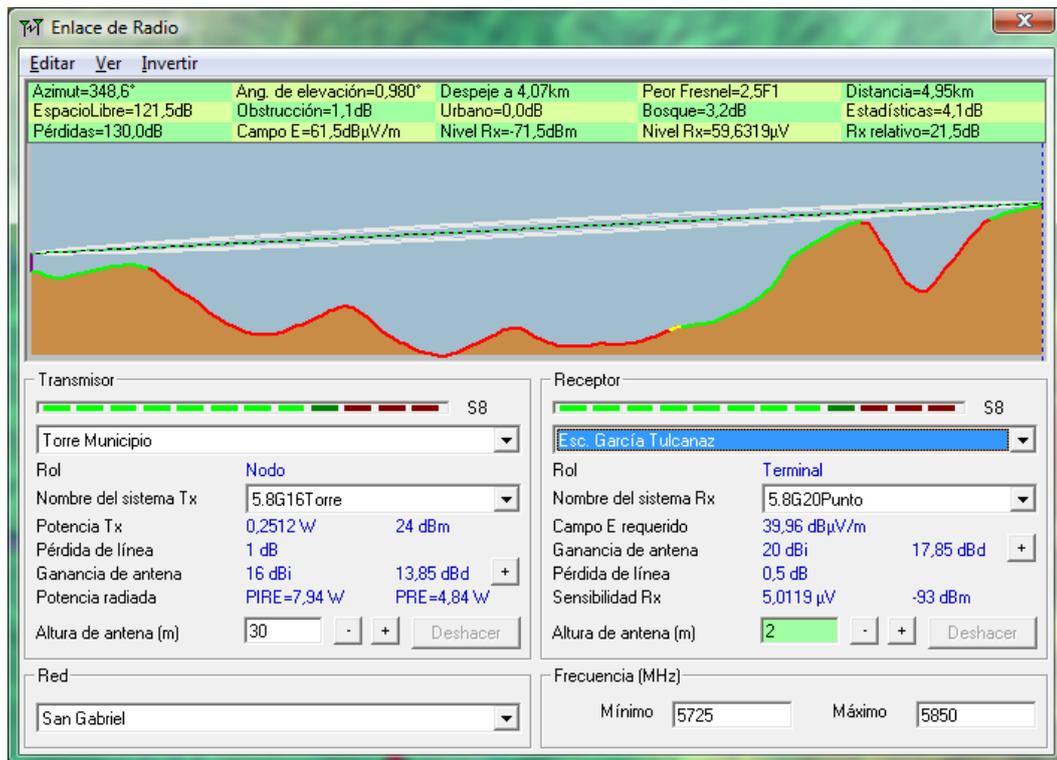
**Frecuencia (MHz)**: Mínimo 5725 Máximo 5850

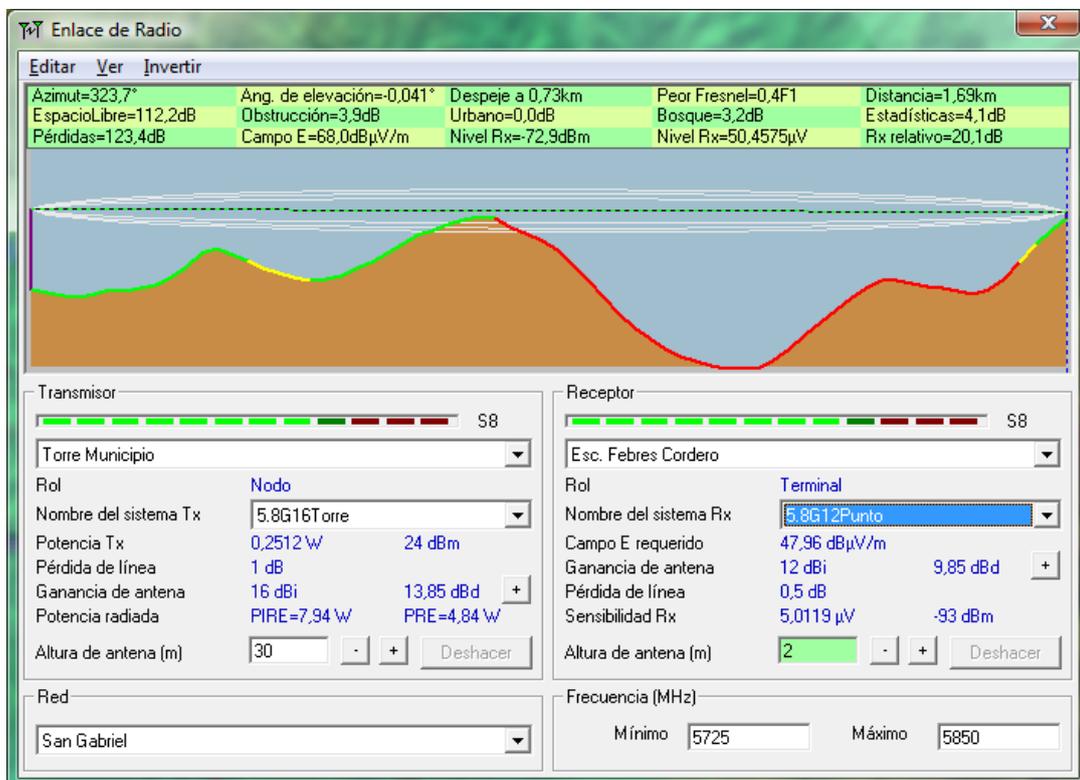
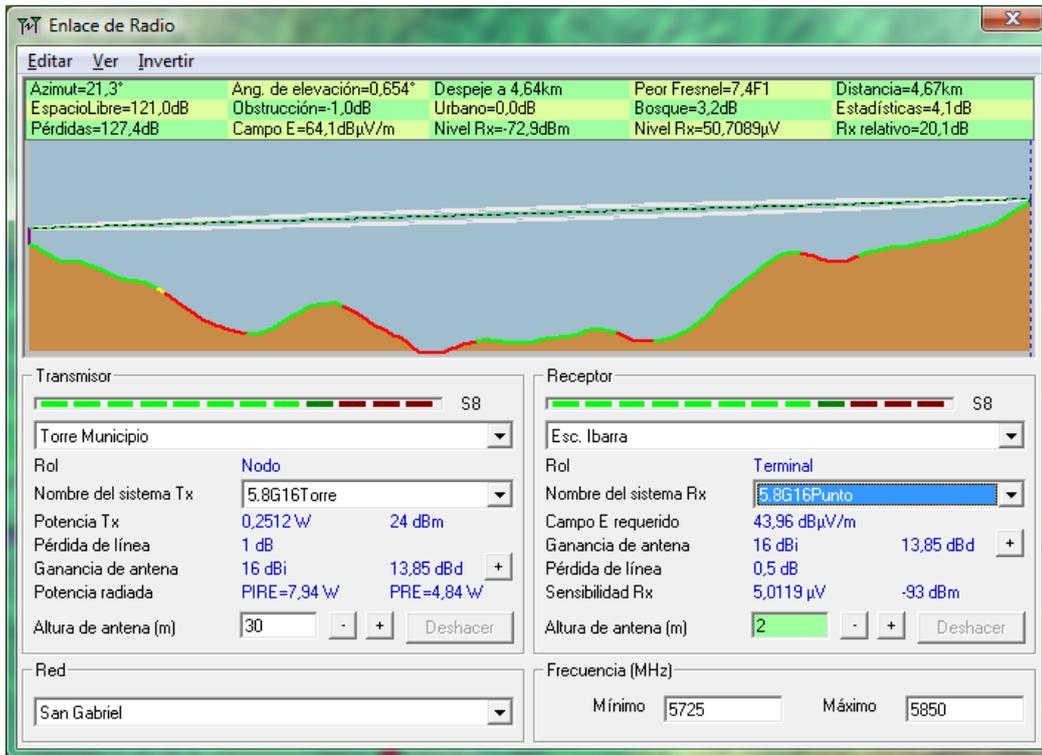


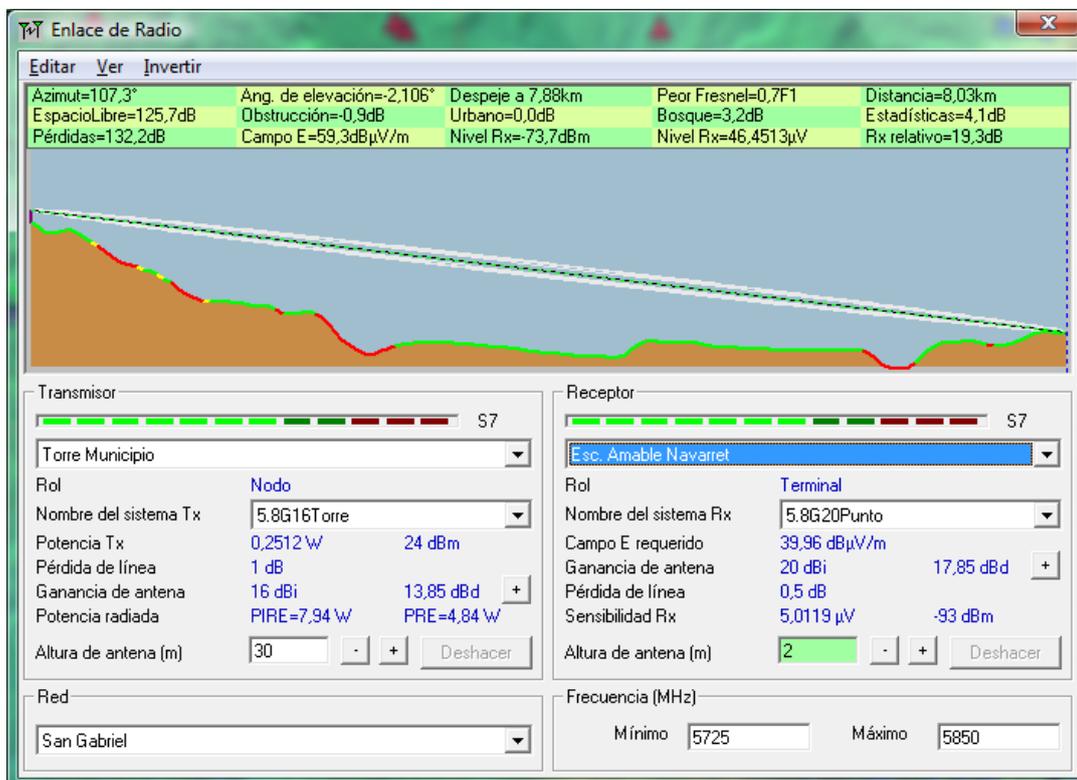
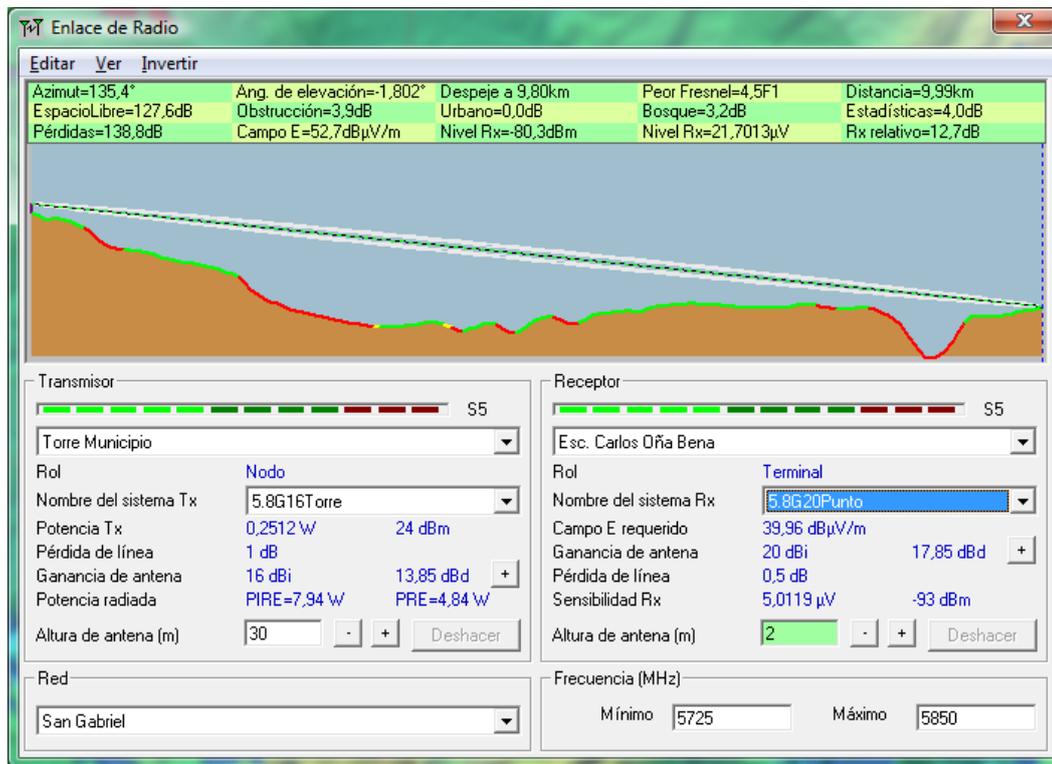


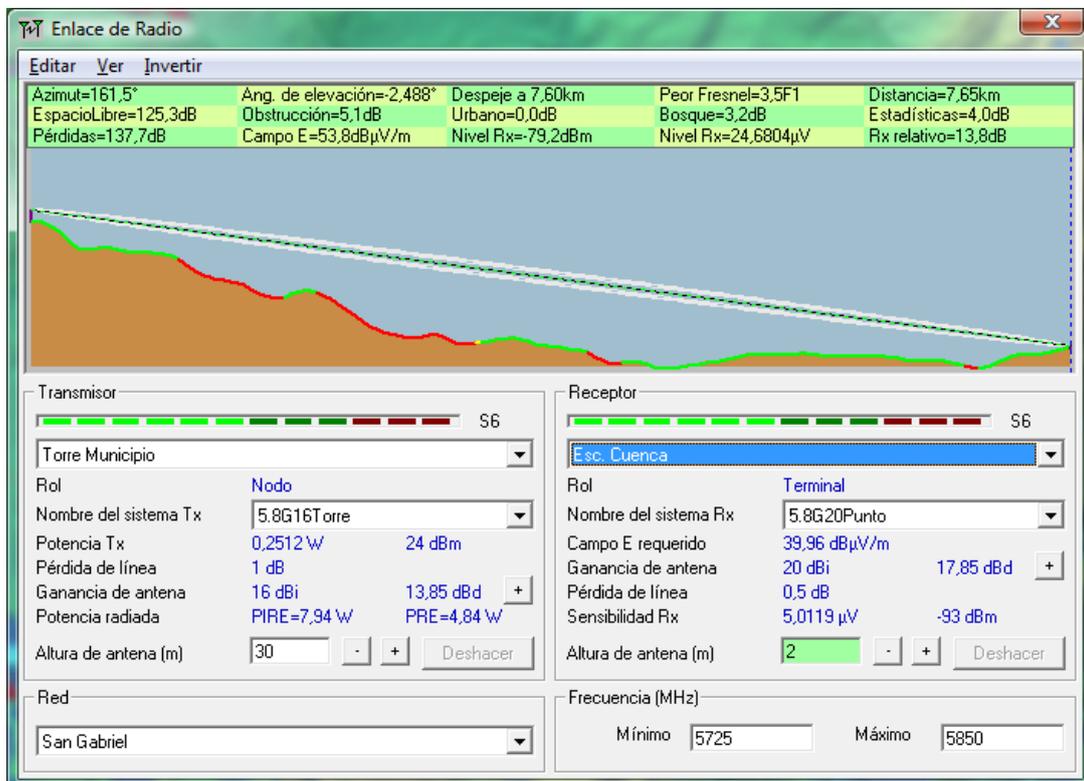
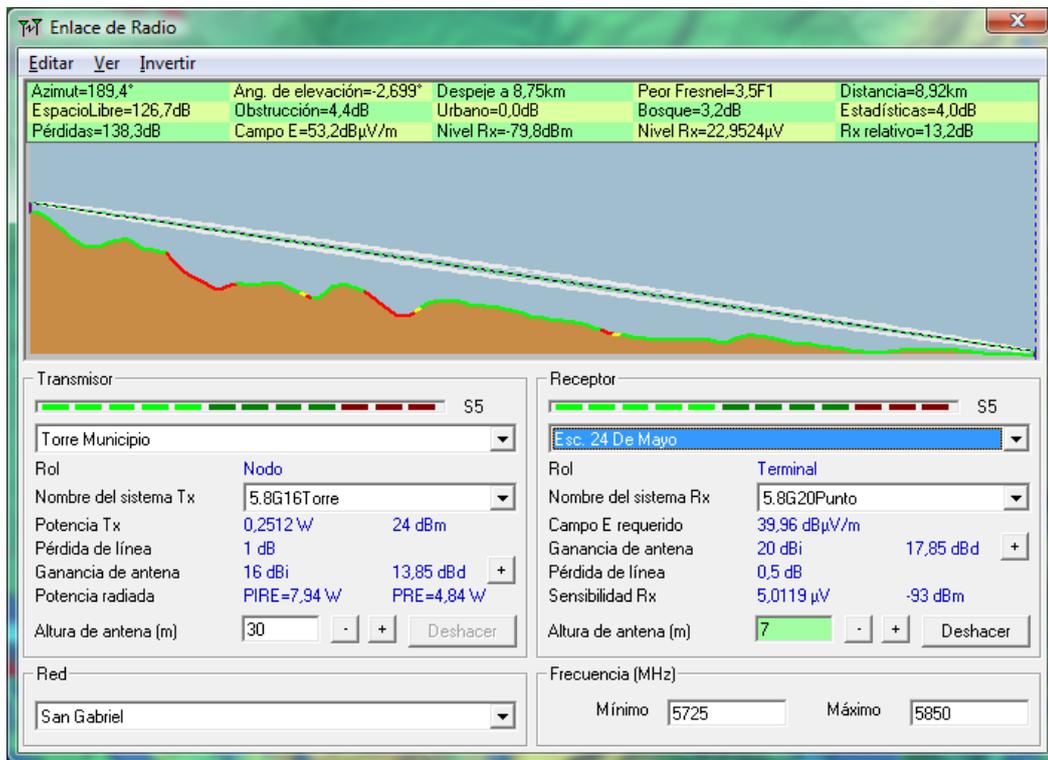


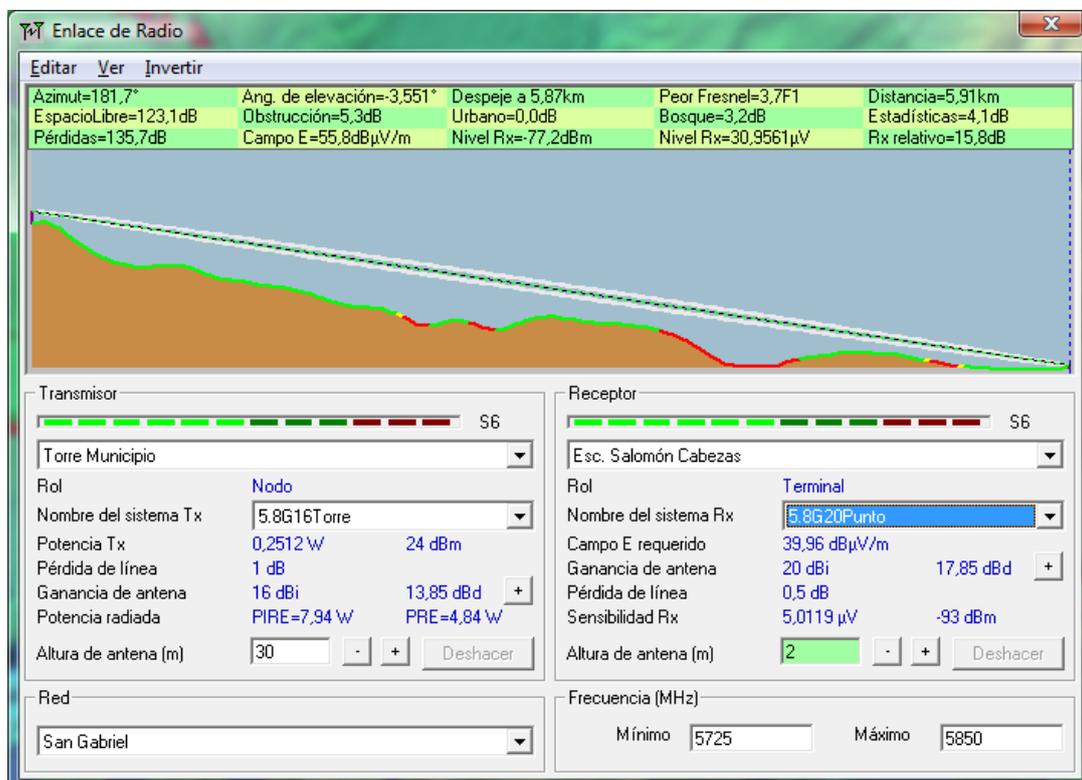
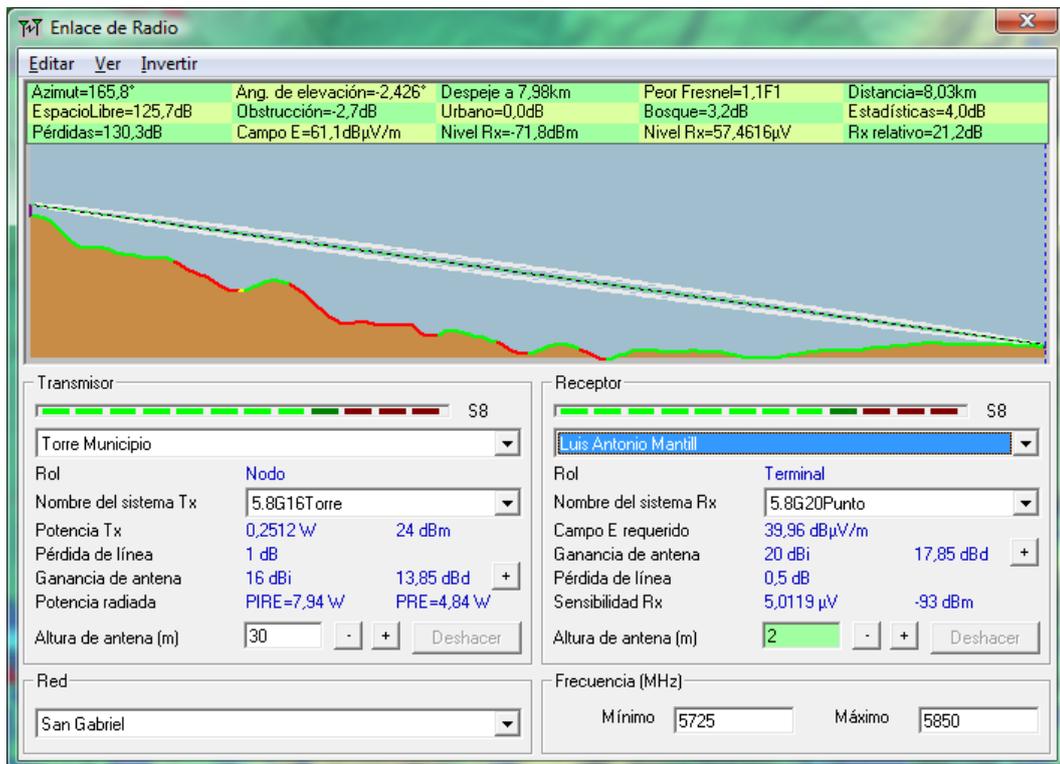


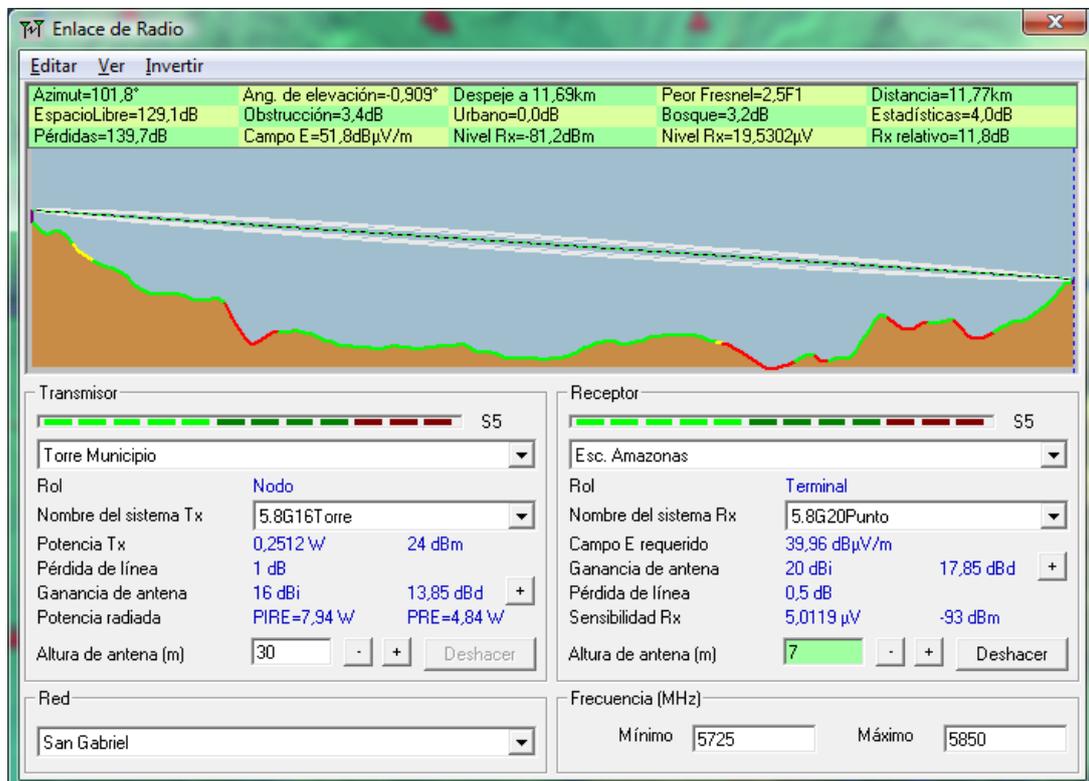
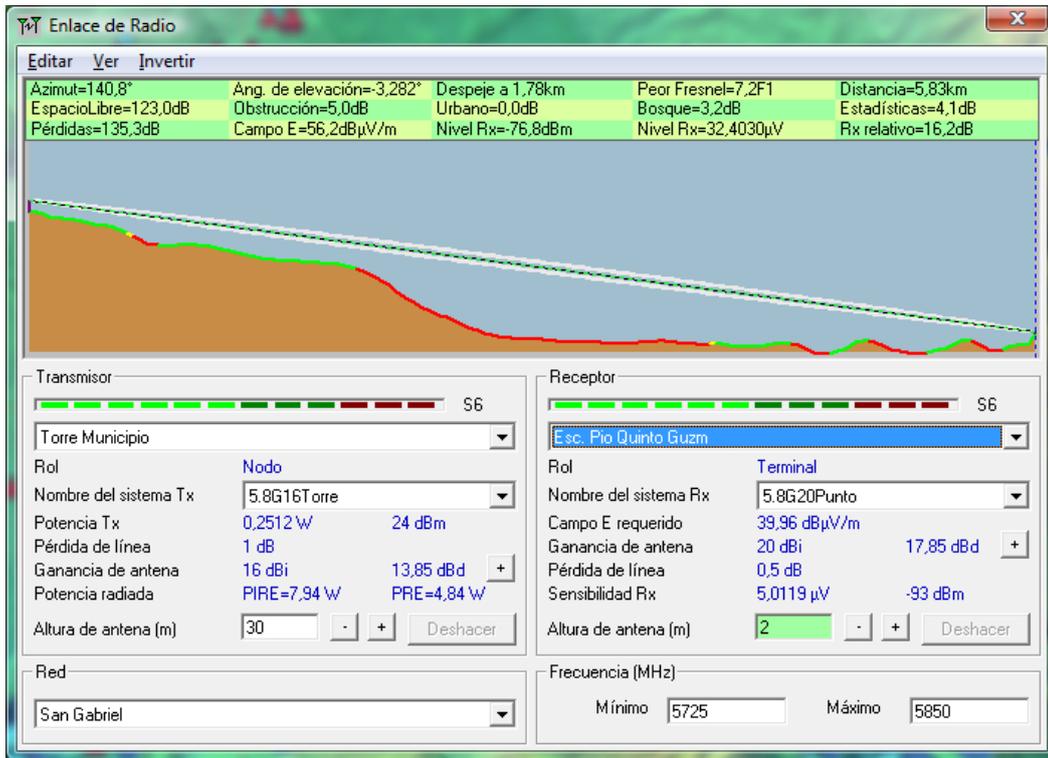


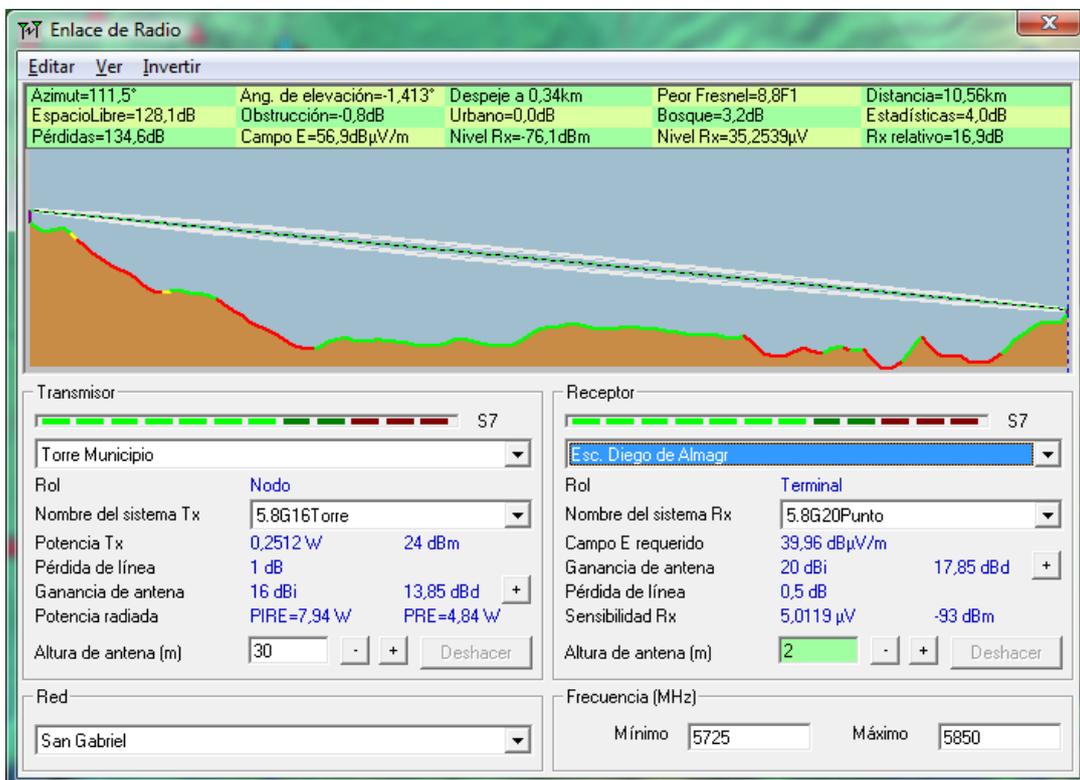
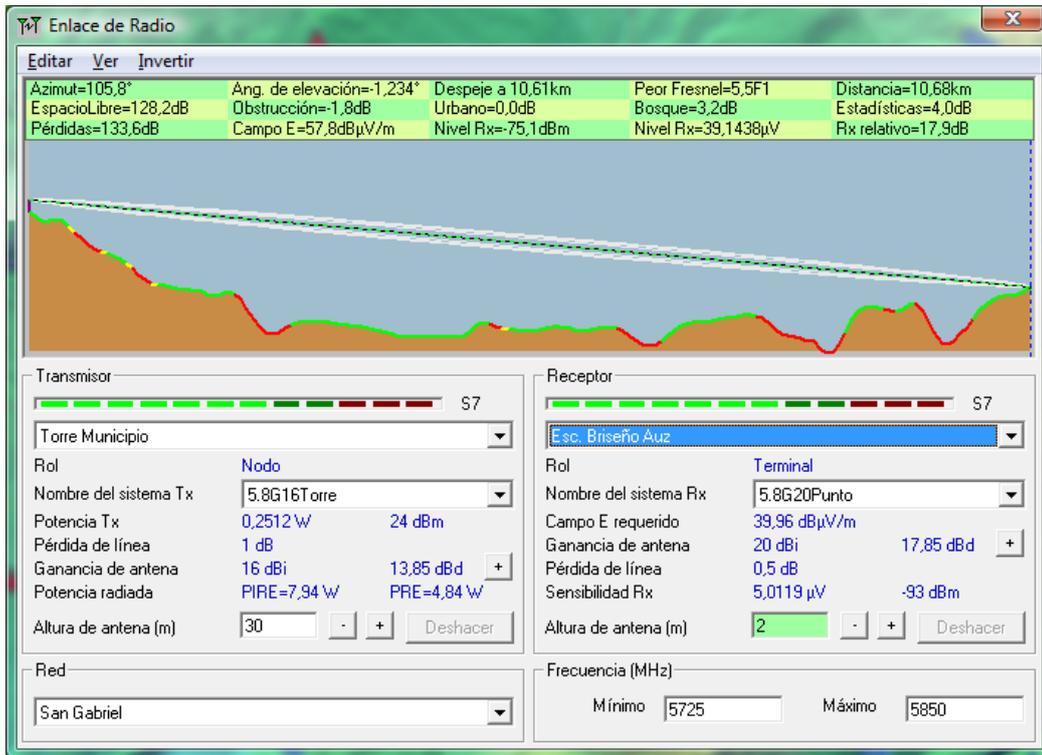


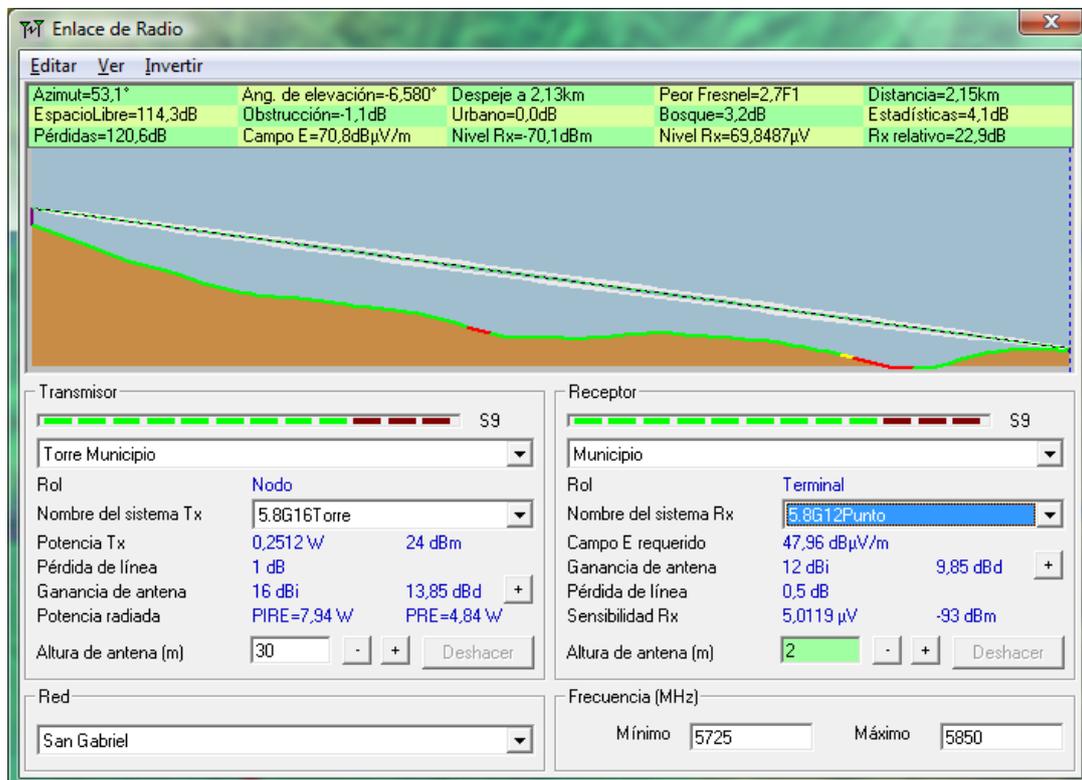
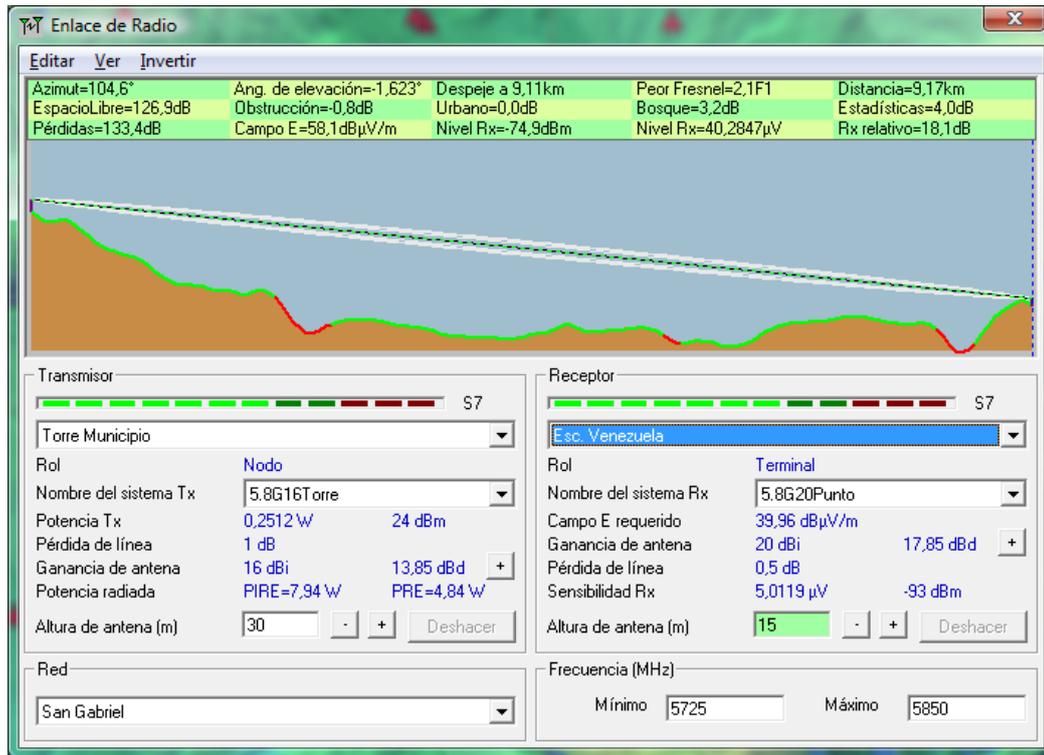


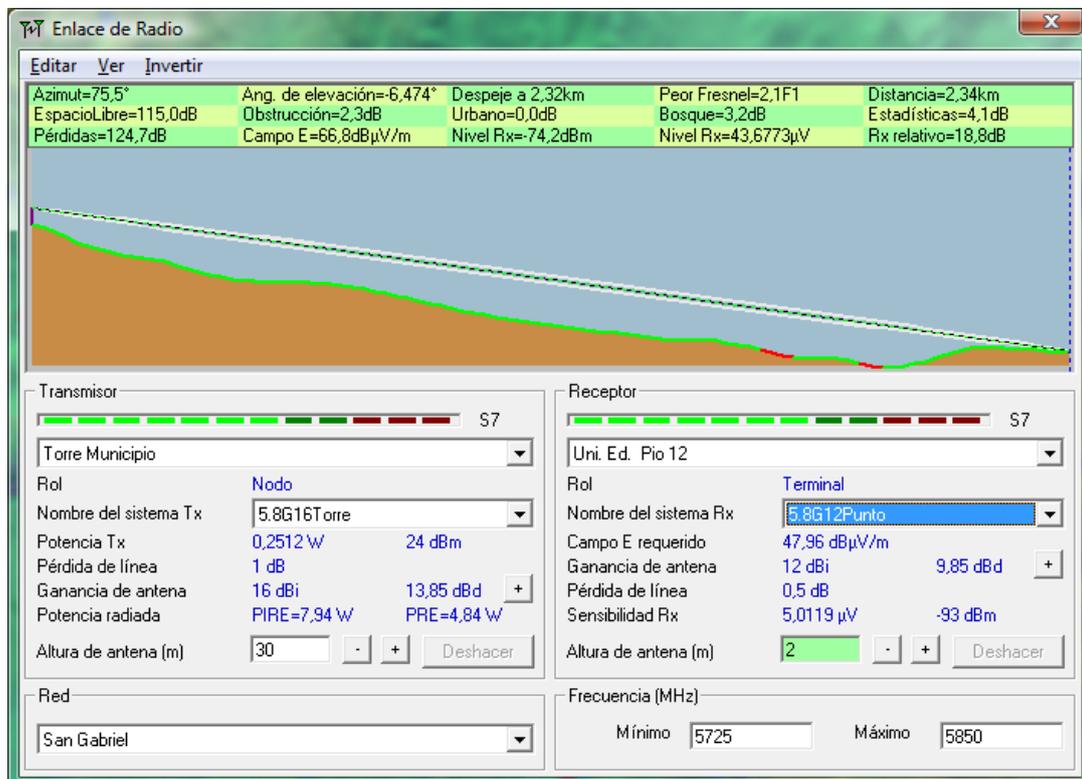
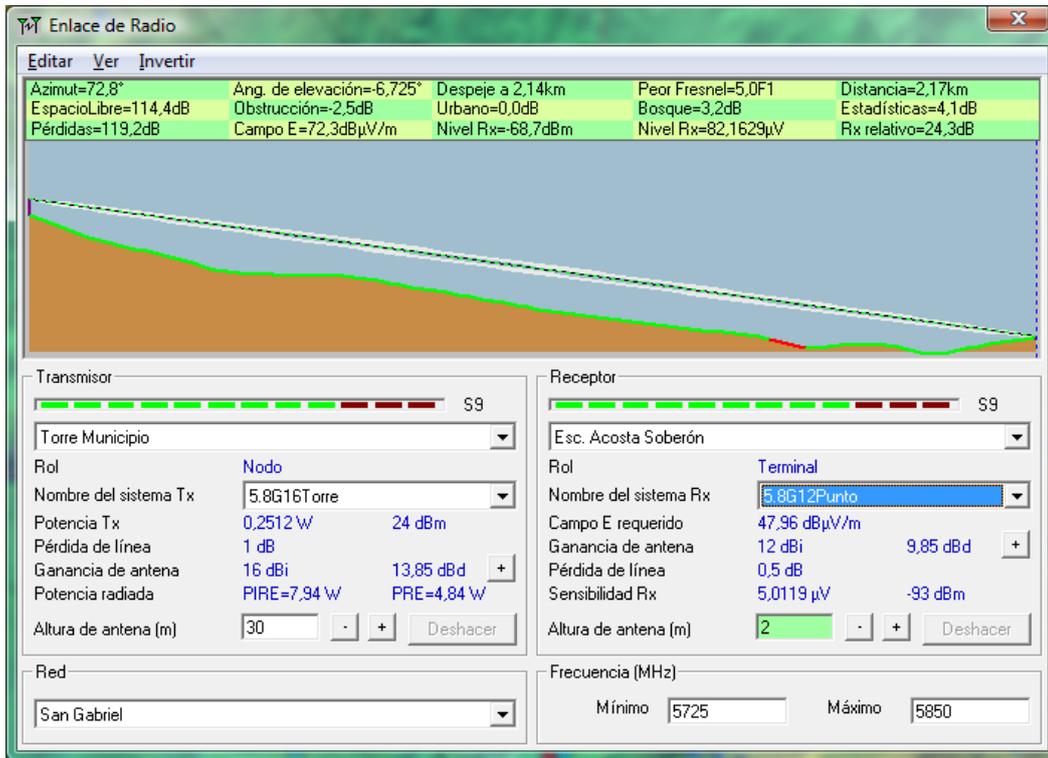


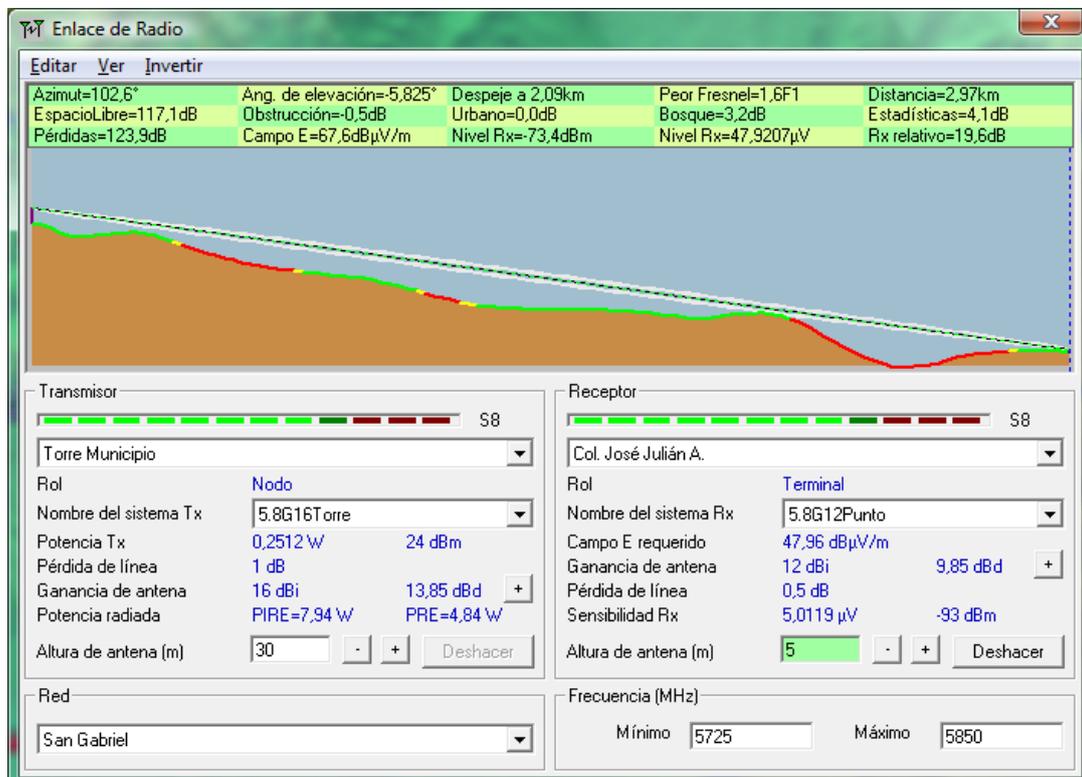
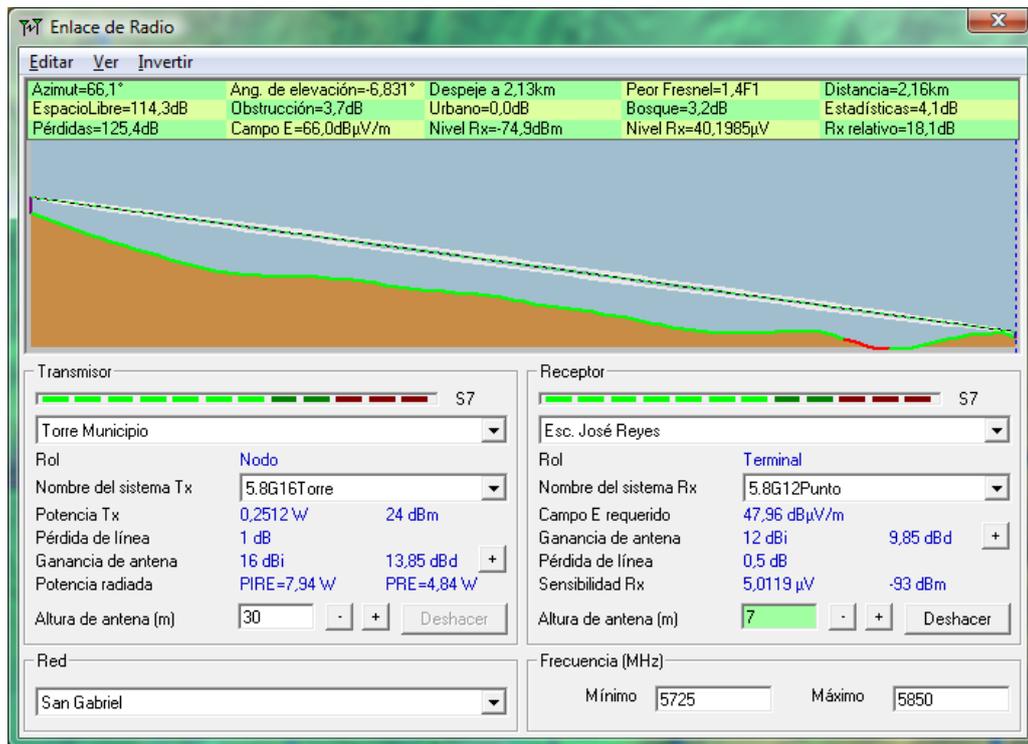


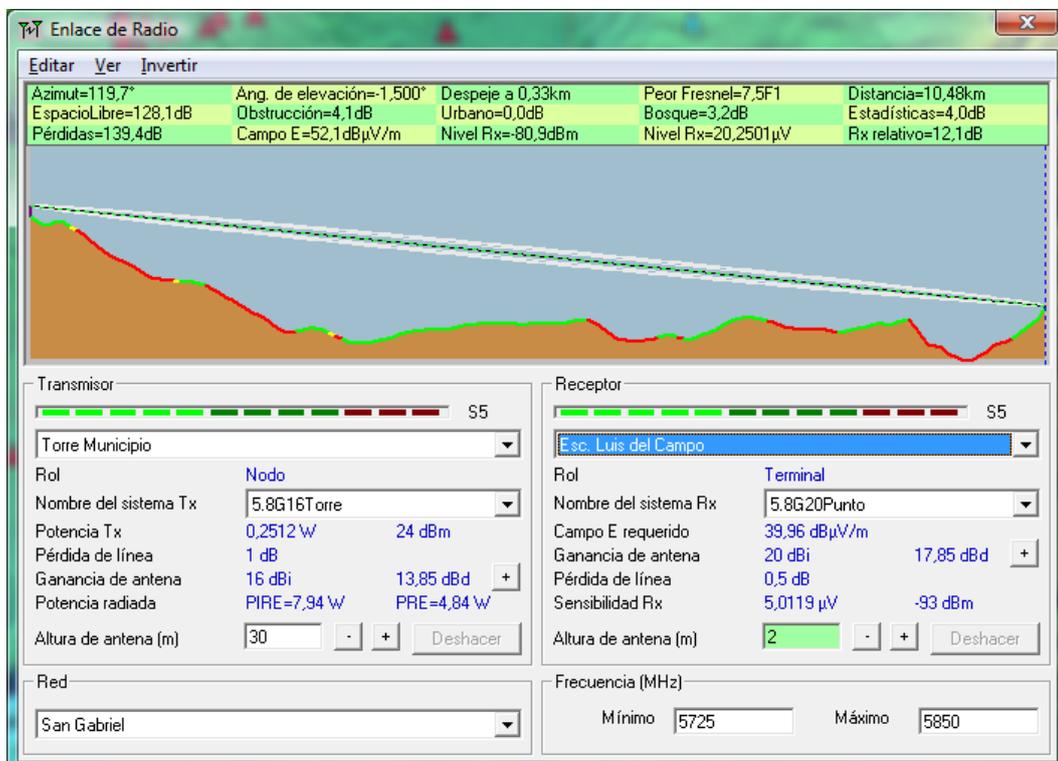
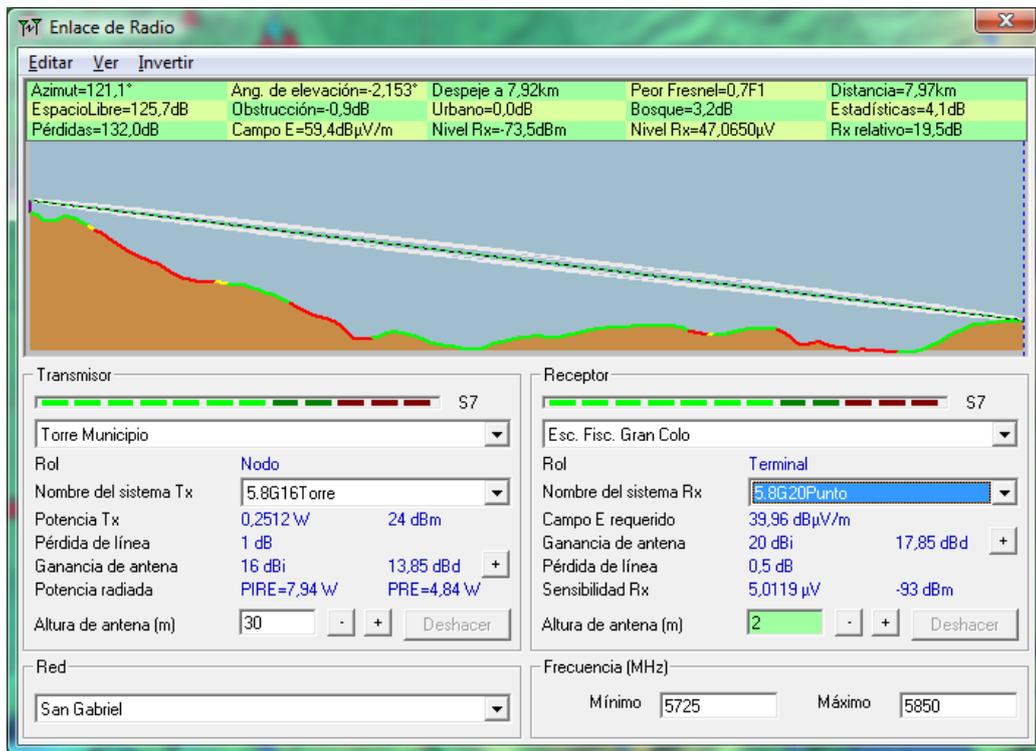


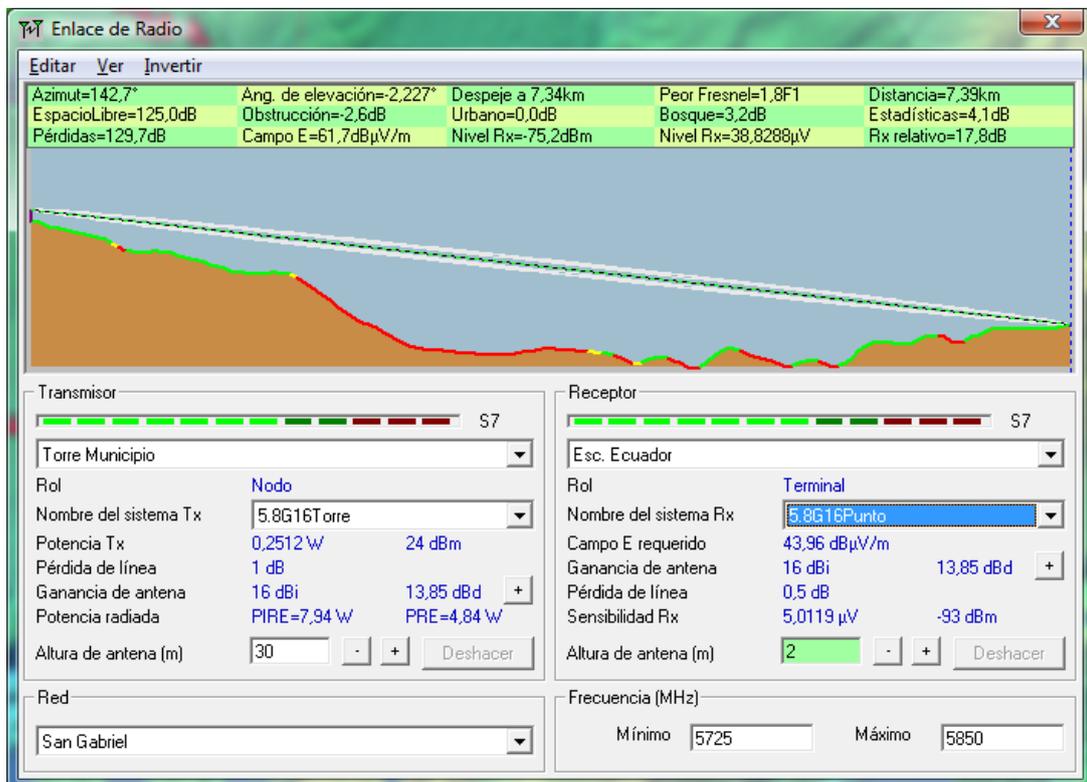
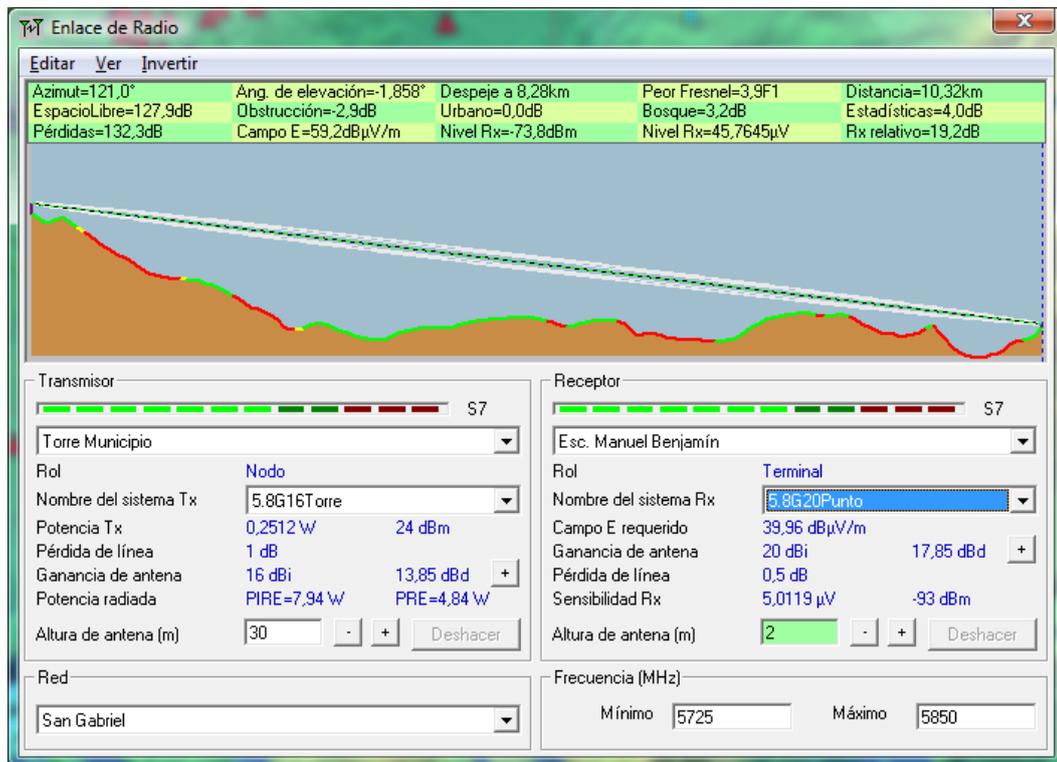


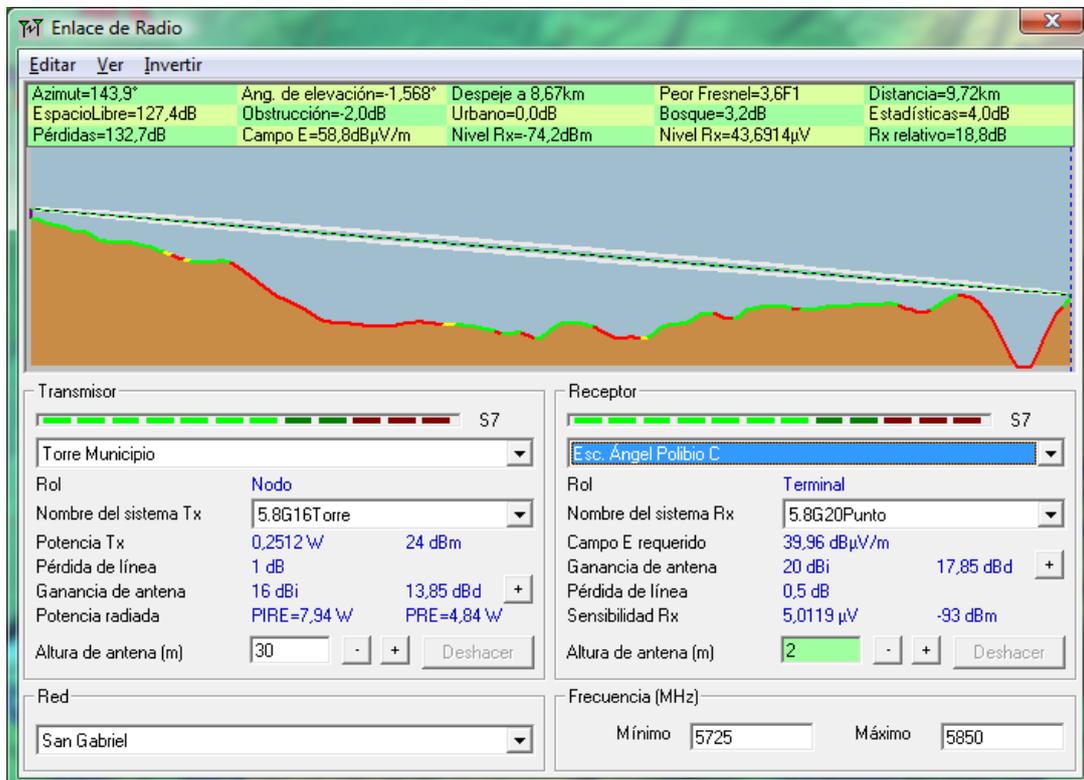
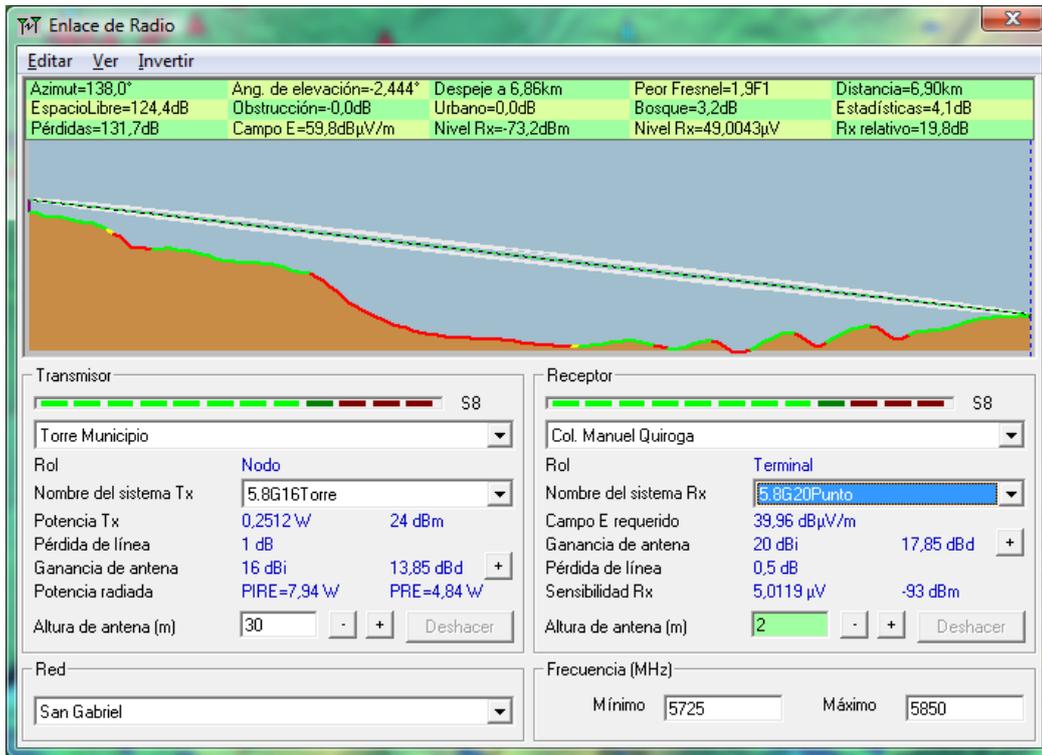


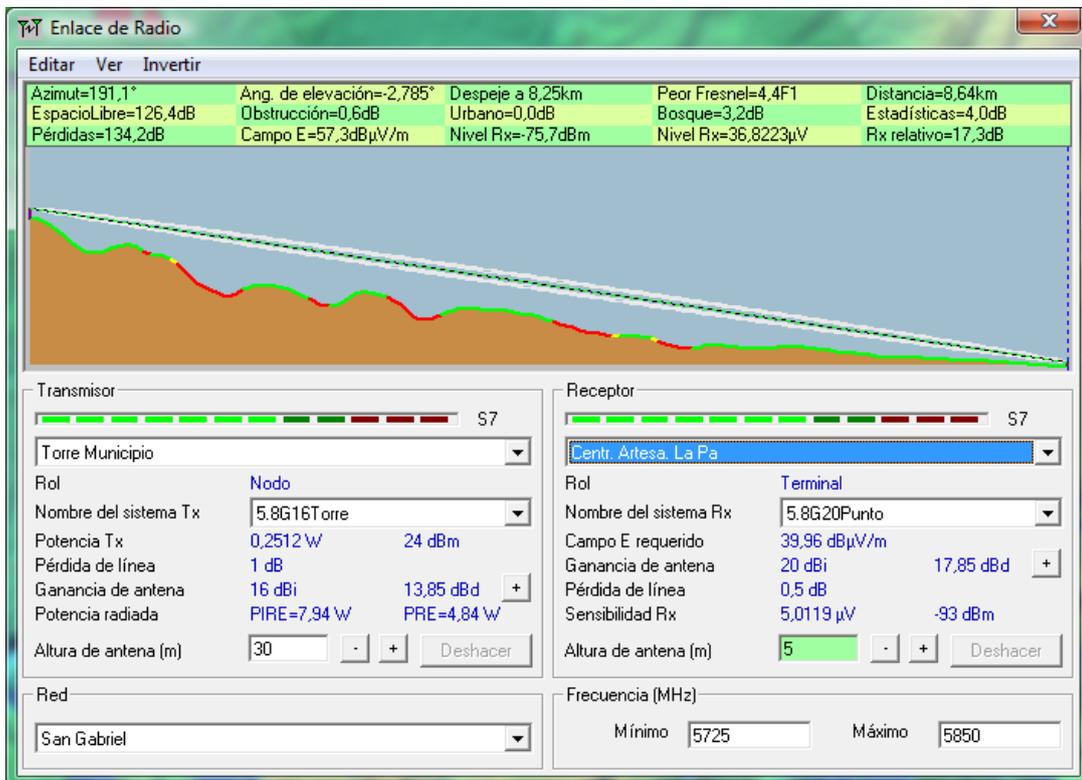
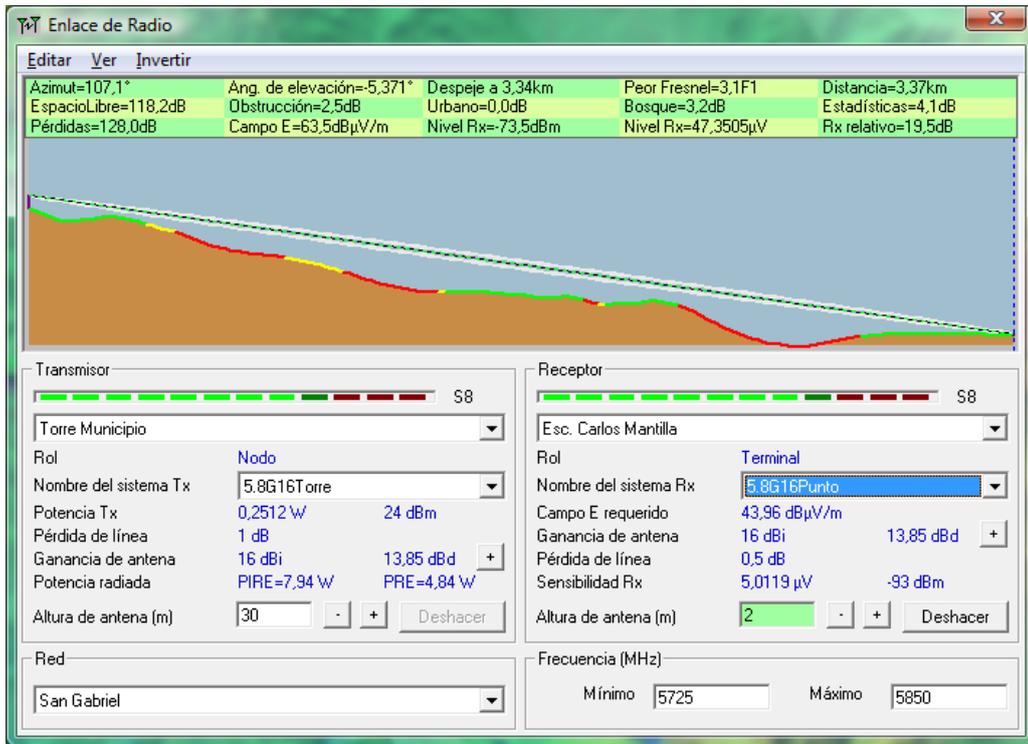


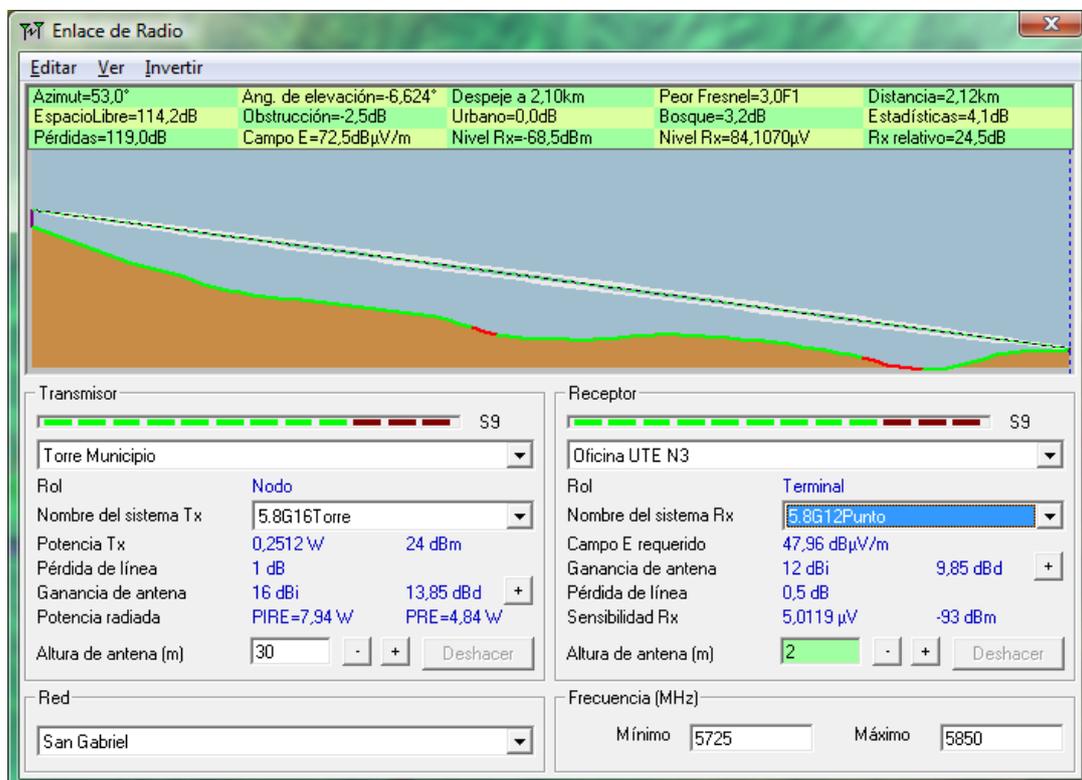
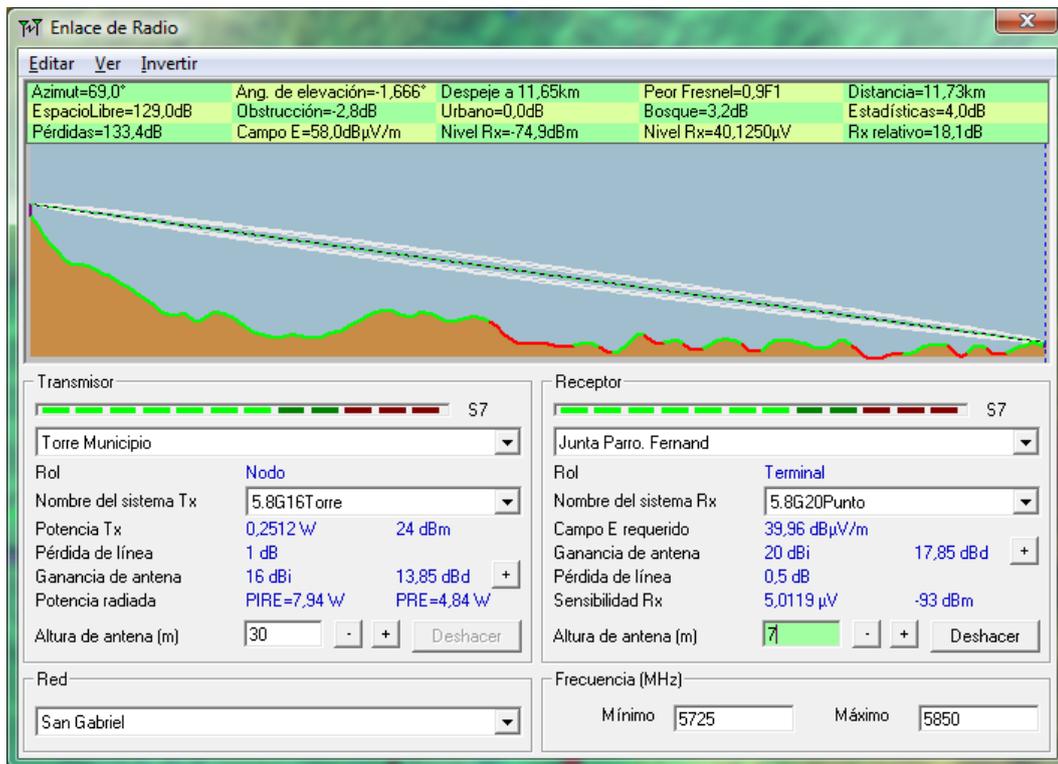


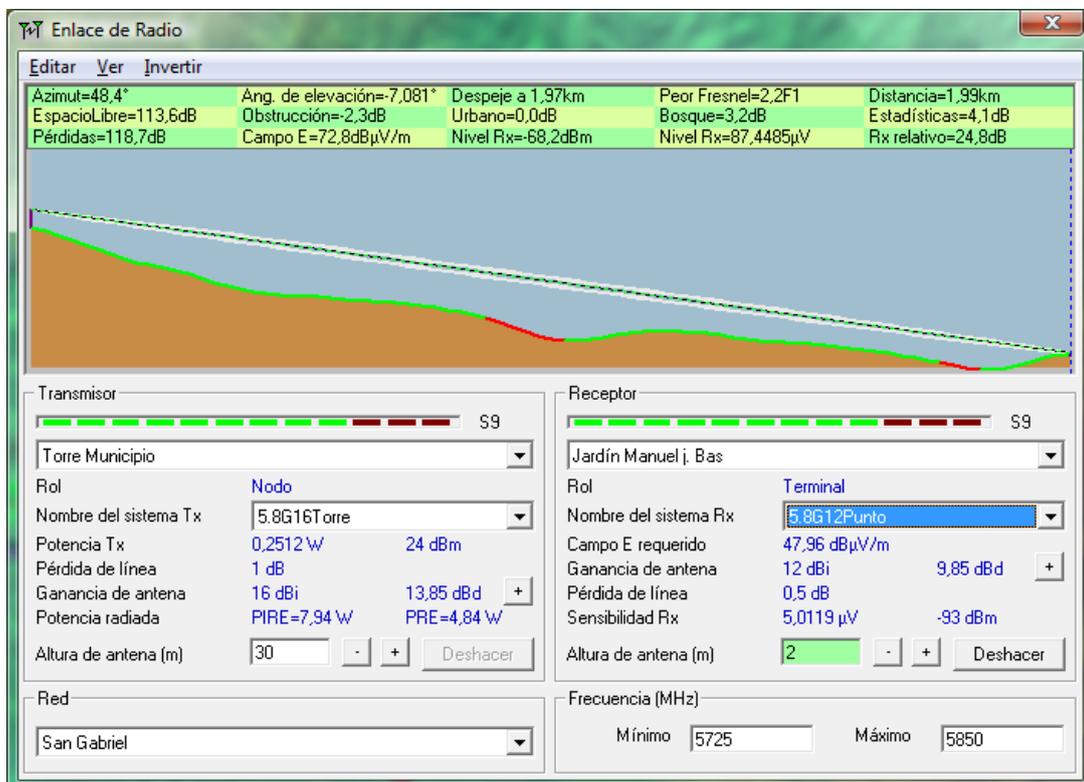
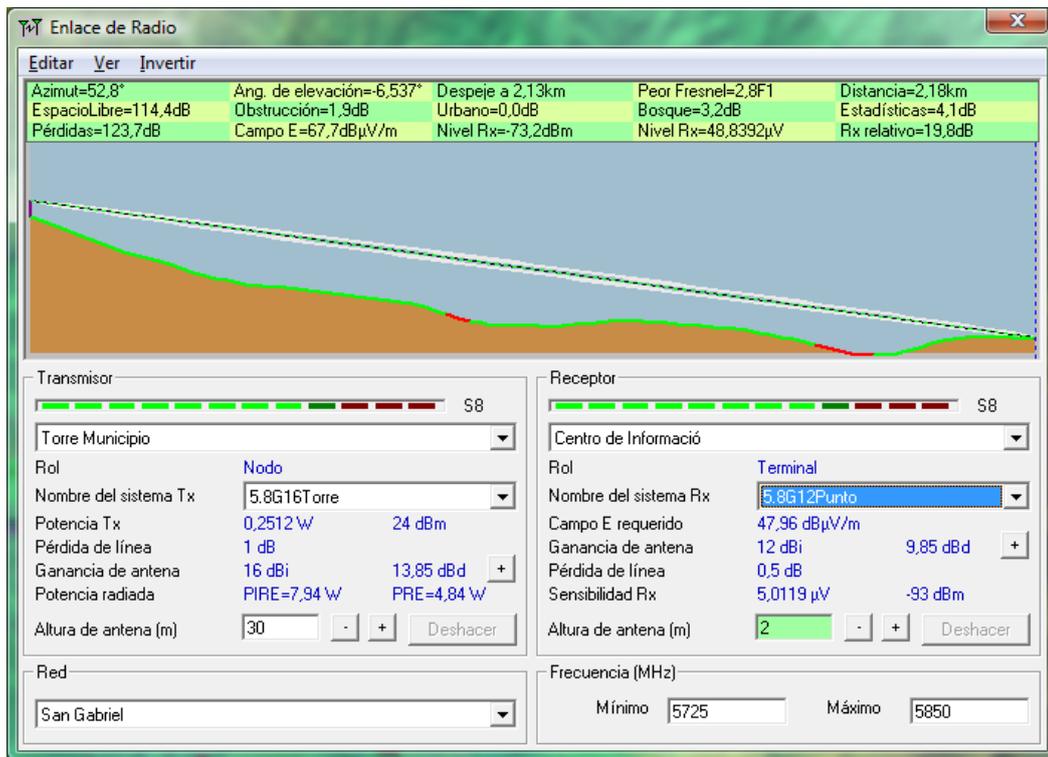


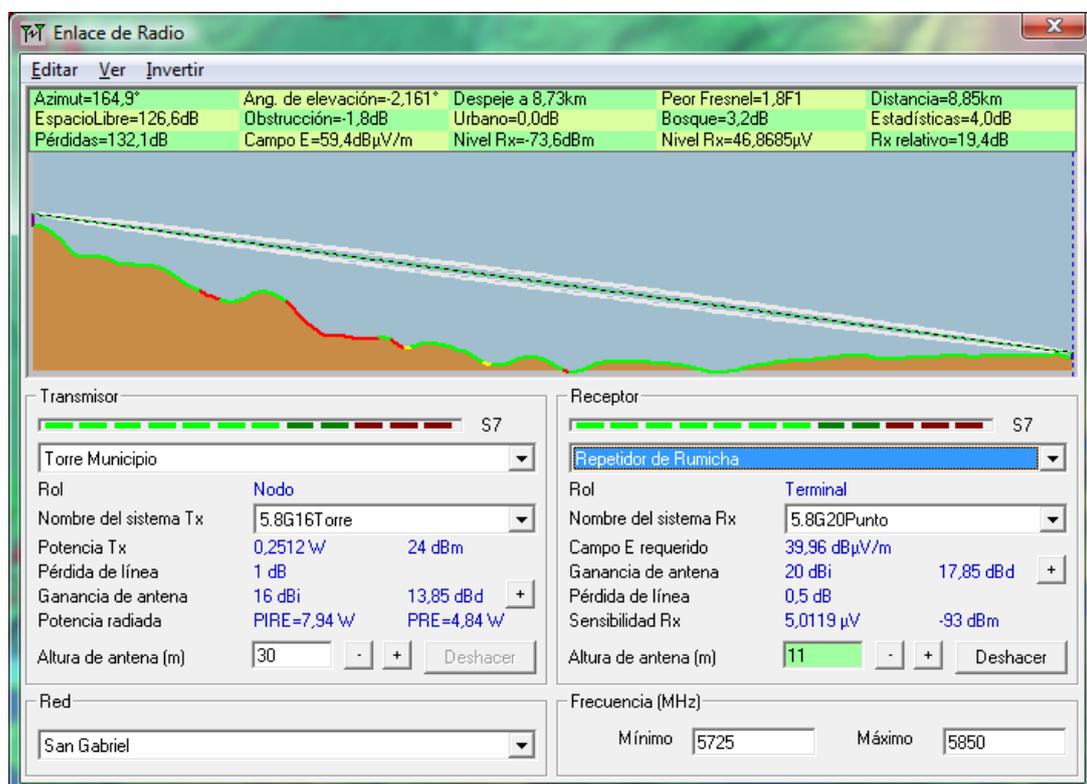
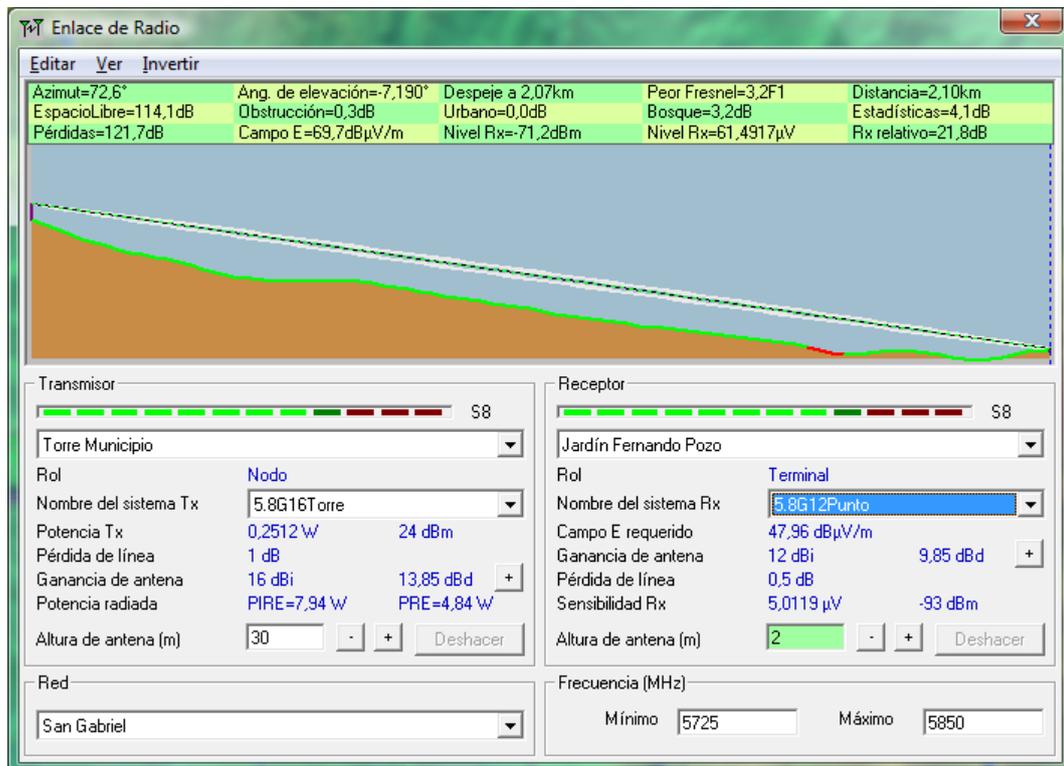






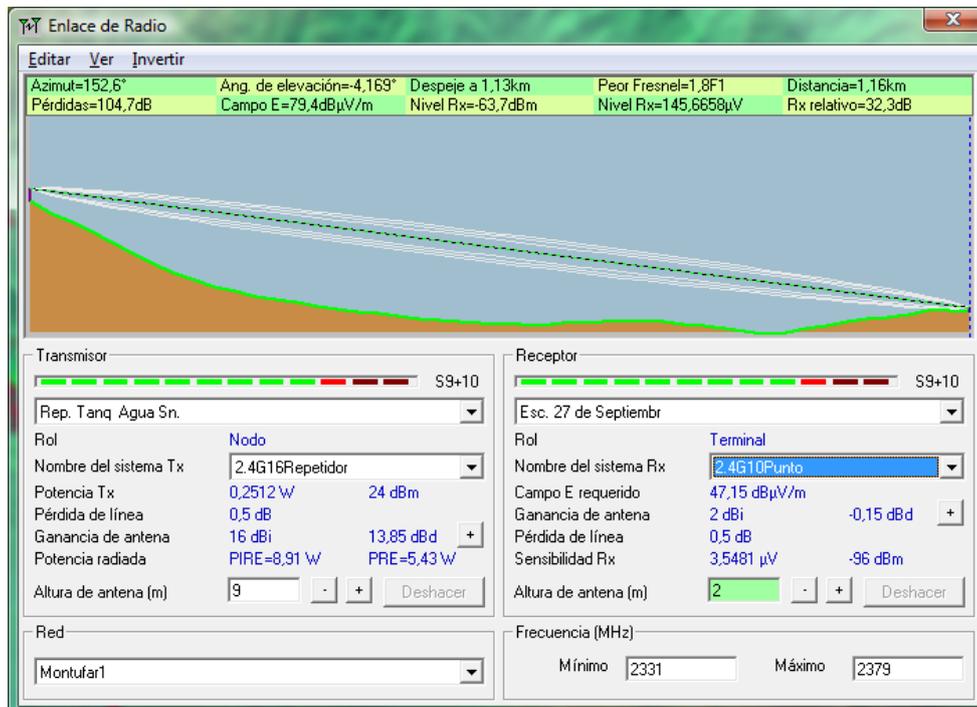
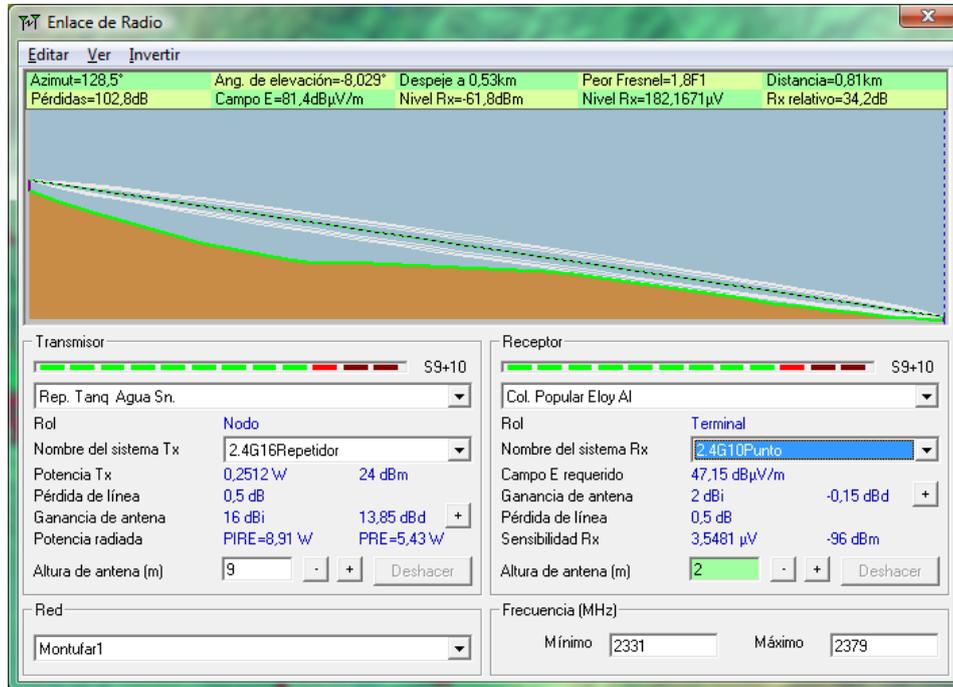


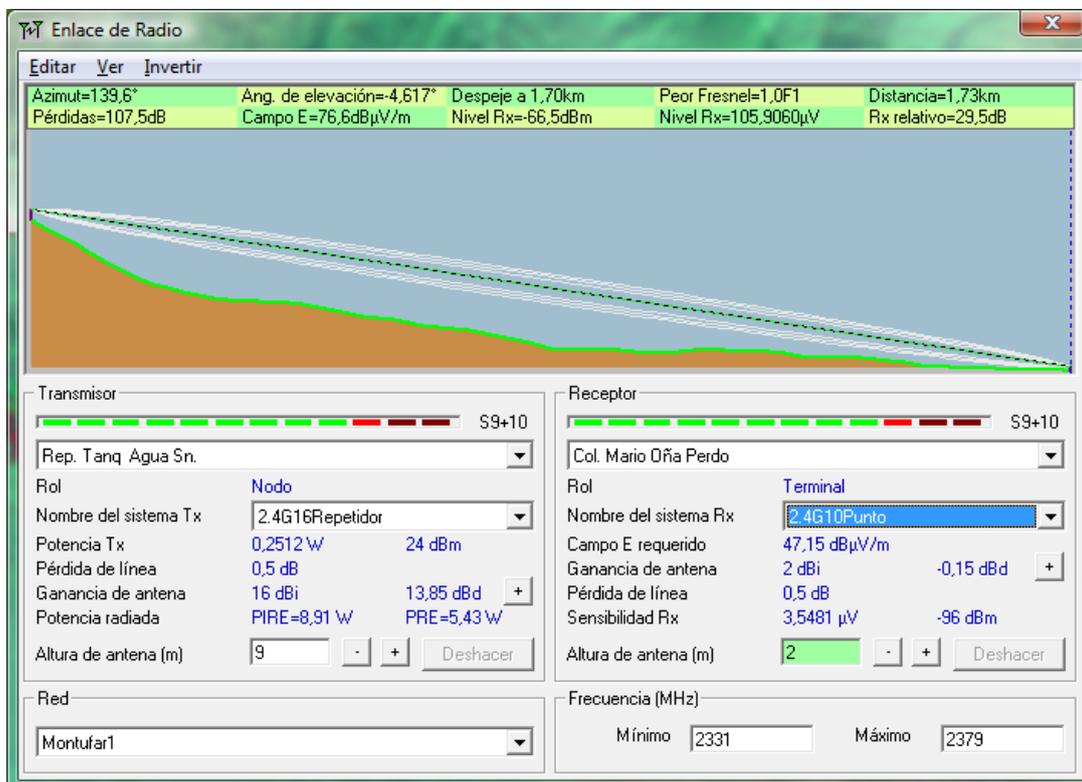
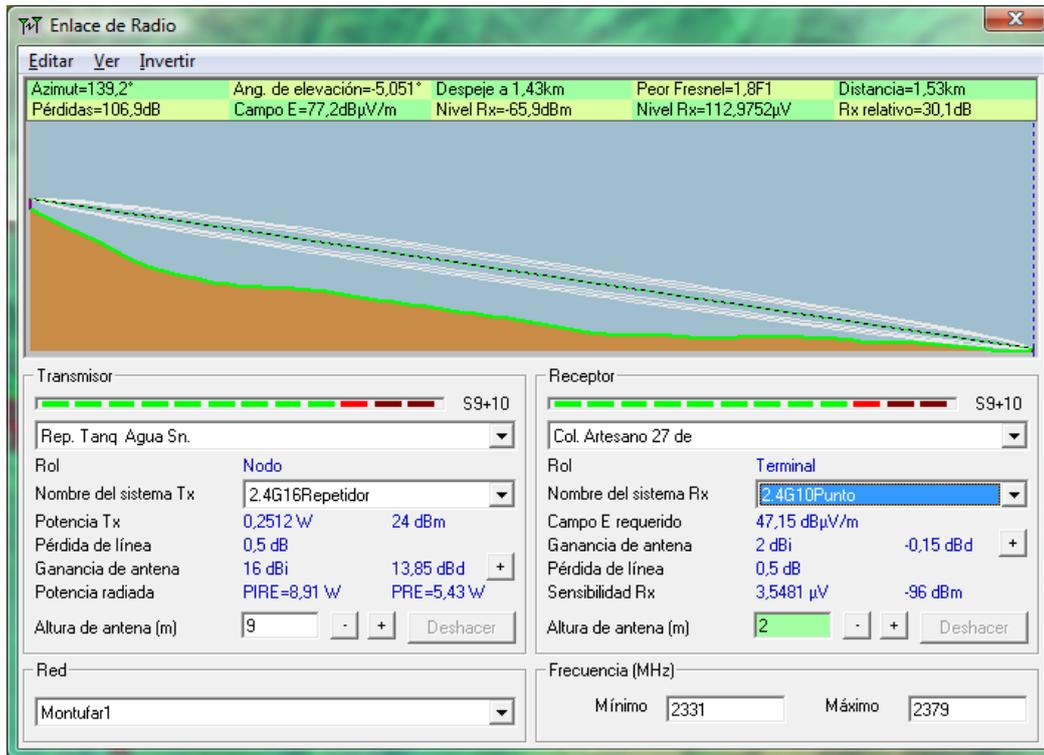


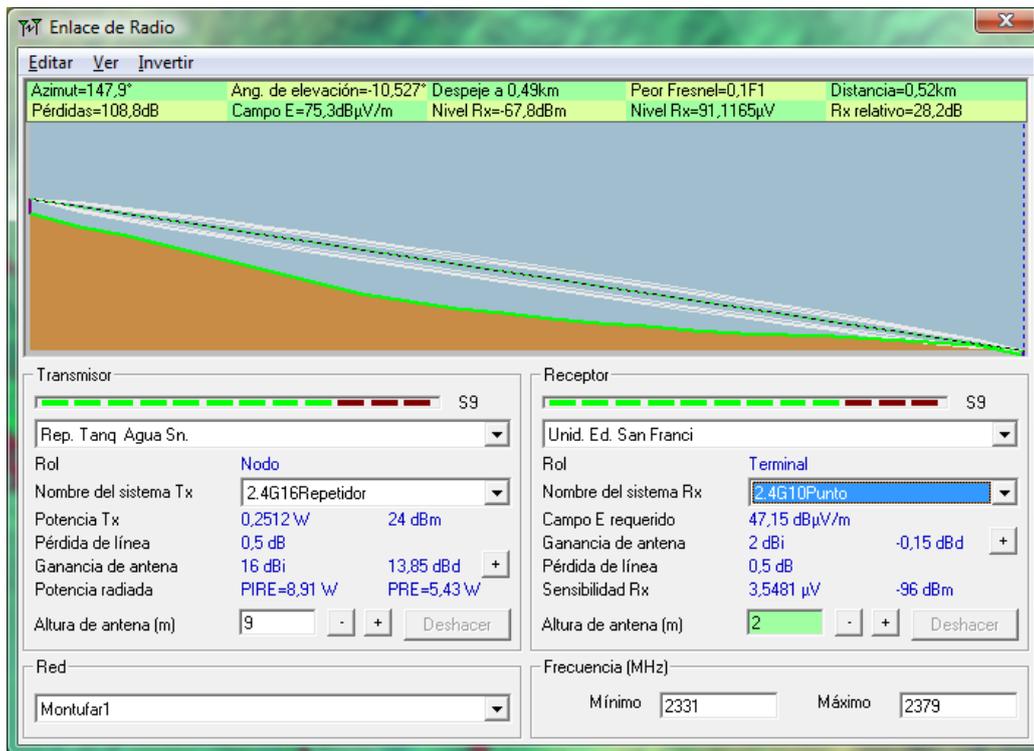


## ENLACES INDIRECTOS

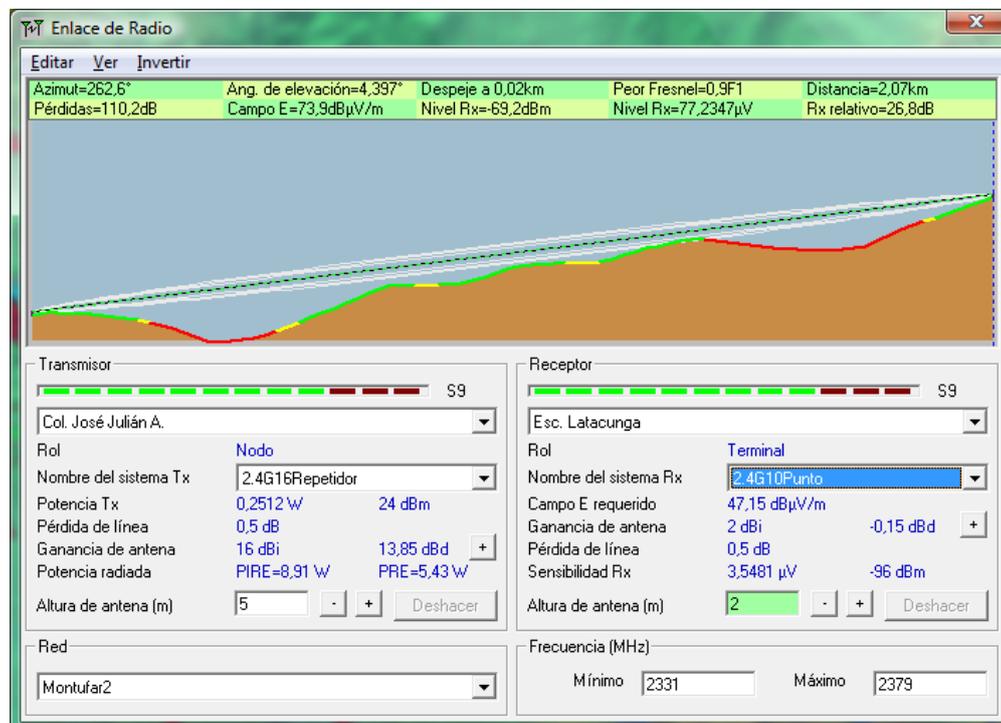
### Repetidor: Tanques de Agua San Gabriel







### Repetidor: Colegio José Julián A.



### Repetidor: Tanques de Agua Cristóbal Colon

**Enlace de Radio**

Editar Ver Invertir

Azimut=135,5°    Ang. de elevación=-6,024°    Despeje a 0,03km    Peor Fresnel=8,2F1    Distancia=0,36km  
 Pérdidas=95,8dB    Campo E=88,3dB $\mu$ V/m    Nivel Rx=-54,8dBm    Nivel Rx=405,0484 $\mu$ V    Rx relativo=41,2dB

**Transmisor**

Rep. Tanq Agua Cris

Rol: **Nodo**

Nombre del sistema Tx: 2.4G16Repetidor

Potencia Tx: 0,2512 W    24 dBm

Pérdida de línea: 0,5 dB

Ganancia de antena: 16 dBi    13,85 dBd +

Potencia radiada: PIRE=8,91 W    PRE=5,43 W

Altura de antena (m): 9    -    +    Deshacer

**Receptor**

Col. Cristobal Colon

Rol: **Terminal**

Nombre del sistema Rx: 2.4G10Punto

Campo E requerido: 47,15 dB $\mu$ V/m

Ganancia de antena: 2 dBi    -0,15 dBd +

Pérdida de línea: 0,5 dB

Sensibilidad Rx: 3,5481  $\mu$ V    -96 dBm

Altura de antena (m): 2    -    +    Deshacer

**Red**

Montufar3

**Frecuencia (MHz)**

Mínimo: 2331    Máximo: 2379

**Enlace de Radio**

Editar Ver Invertir

Azimut=138,4°    Ang. de elevación=-4,828°    Despeje a 0,03km    Peor Fresnel=8,5F1    Distancia=0,43km  
 Pérdidas=97,0dB    Campo E=87,2dB $\mu$ V/m    Nivel Rx=-56,0dBm    Nivel Rx=355,1017 $\mu$ V    Rx relativo=40,0dB

**Transmisor**

Rep. Tanq Agua Cris

Rol: **Nodo**

Nombre del sistema Tx: 2.4G16Repetidor

Potencia Tx: 0,2512 W    24 dBm

Pérdida de línea: 0,5 dB

Ganancia de antena: 16 dBi    13,85 dBd +

Potencia radiada: PIRE=8,91 W    PRE=5,43 W

Altura de antena (m): 9    -    +    Deshacer

**Receptor**

Esc. Juan Montalvo

Rol: **Terminal**

Nombre del sistema Rx: 2.4G10Punto

Campo E requerido: 47,15 dB $\mu$ V/m

Ganancia de antena: 2 dBi    -0,15 dBd +

Pérdida de línea: 0,5 dB

Sensibilidad Rx: 3,5481  $\mu$ V    -96 dBm

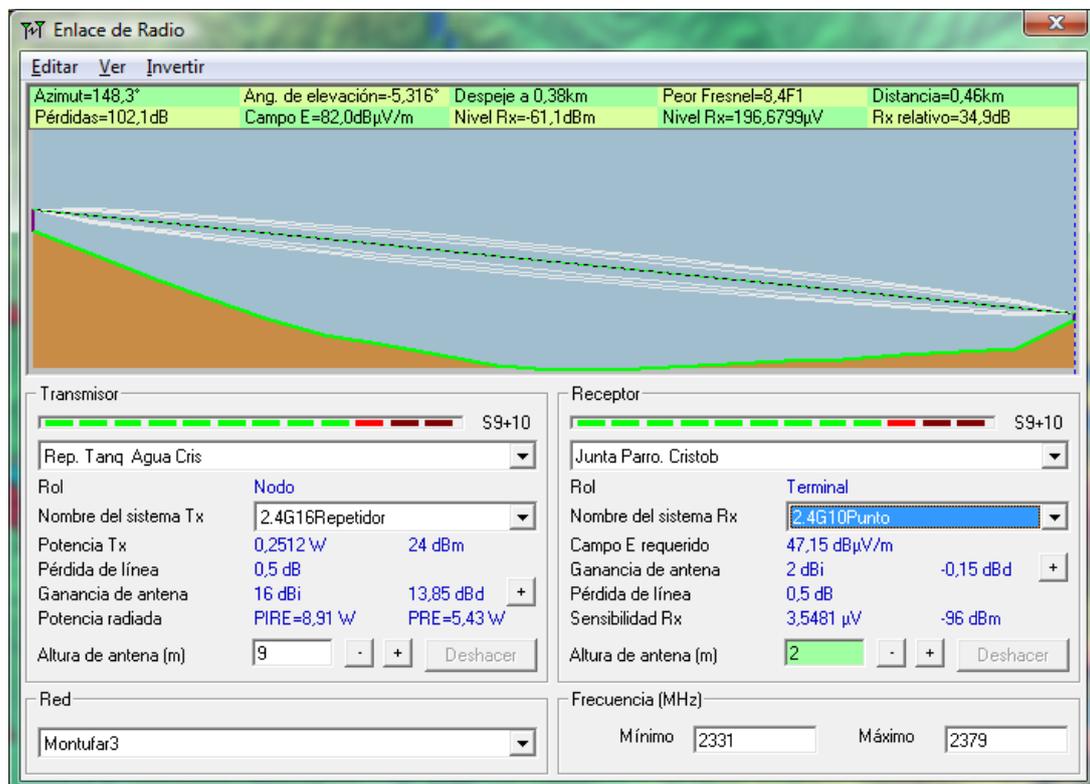
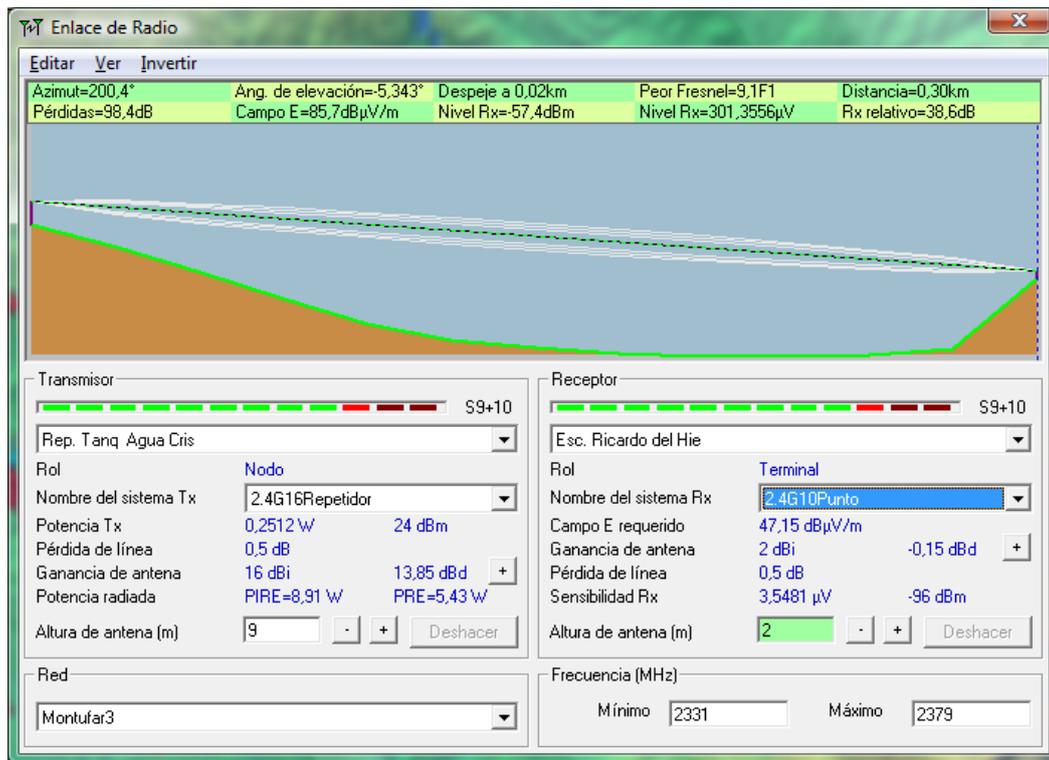
Altura de antena (m): 2    -    +    Deshacer

**Red**

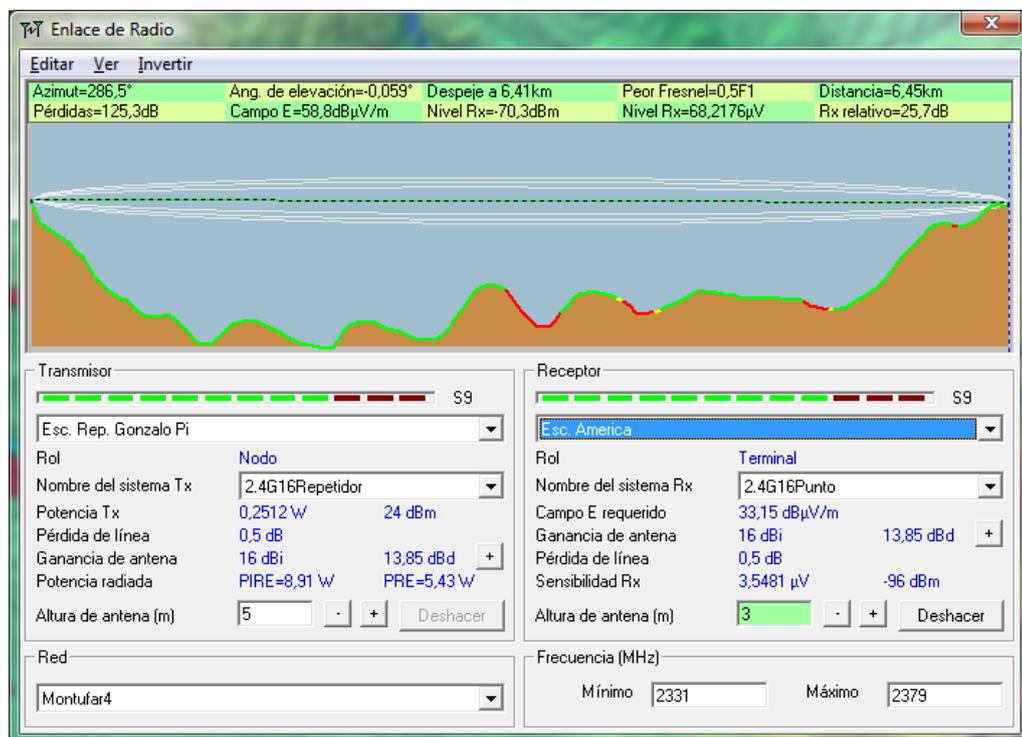
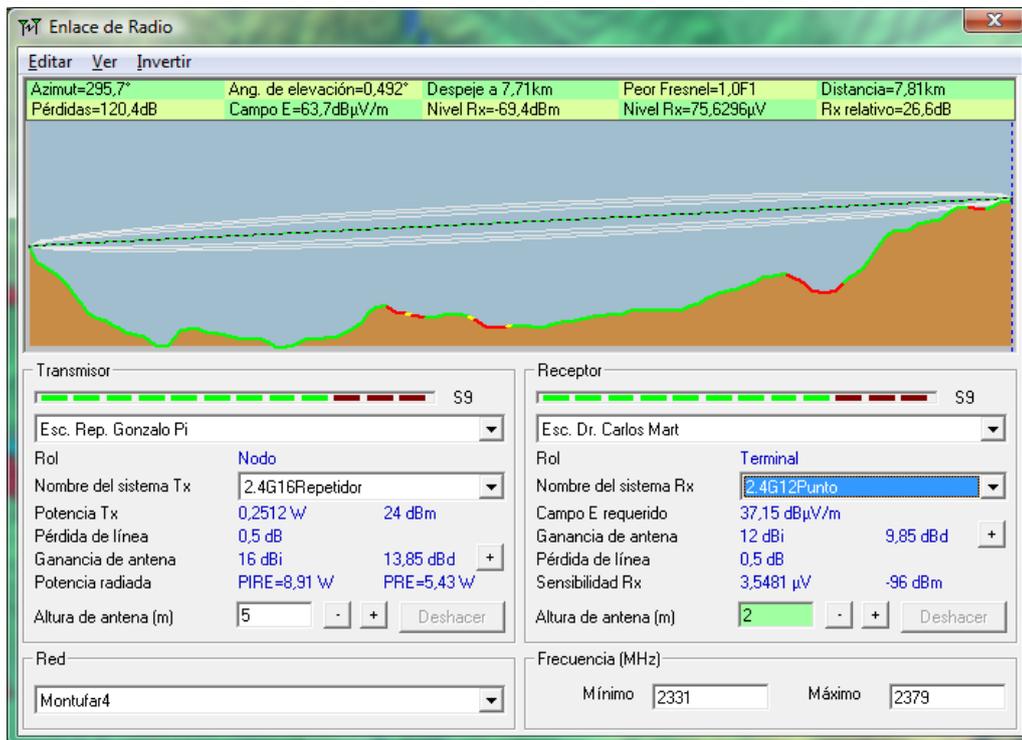
Montufar3

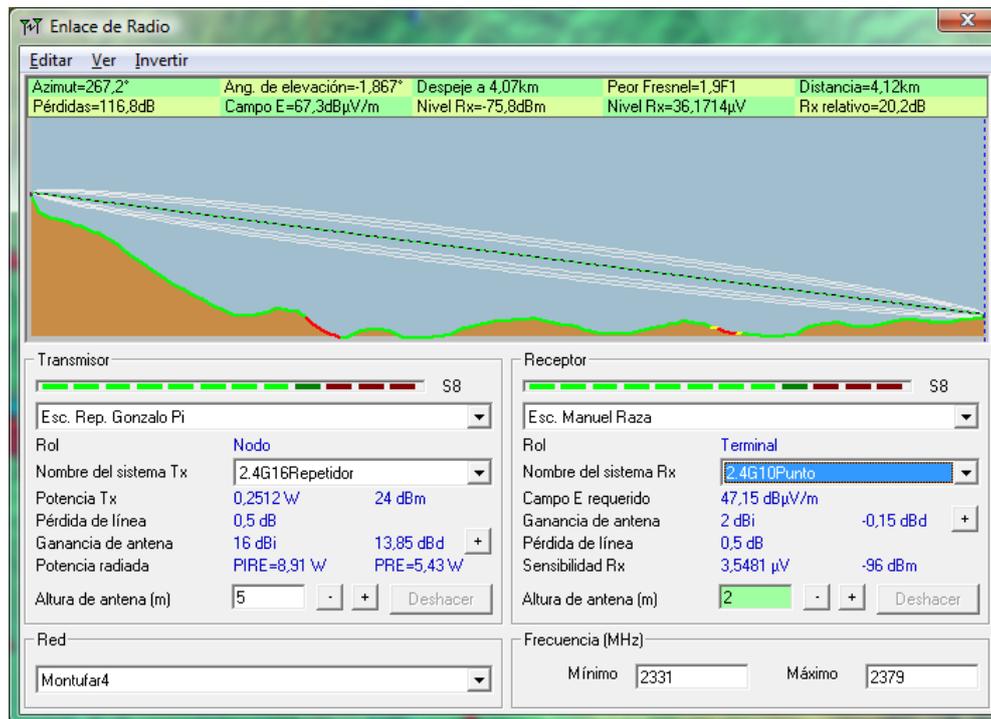
**Frecuencia (MHz)**

Mínimo: 2331    Máximo: 2379

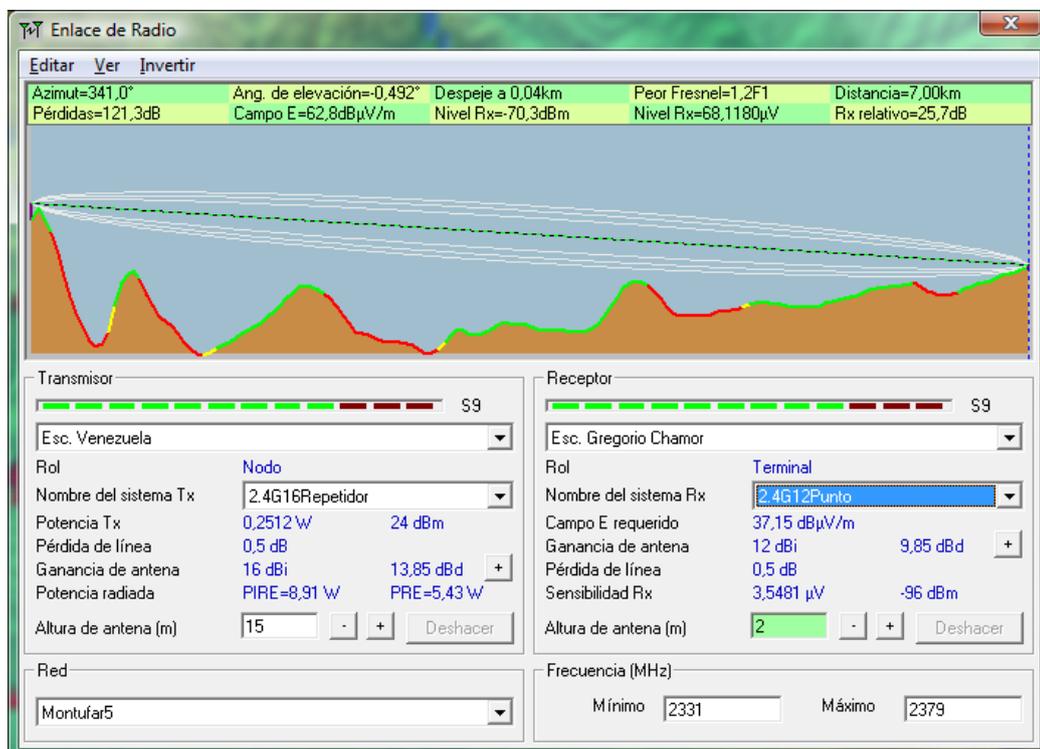


### Repetidor: Escuela Gonzalo Pizarro





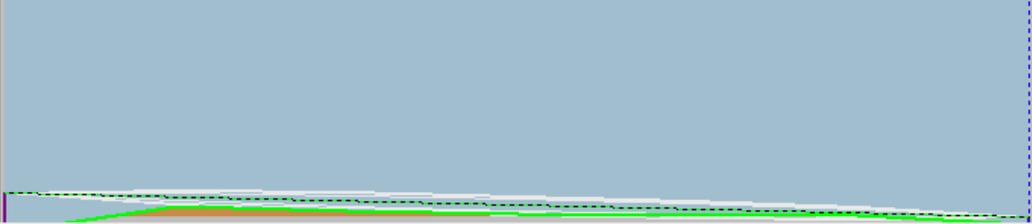
### Repetidor: Escuela Venezuela



**Enlace de Radio**

Editar Ver Invertir

Azimut=141,8°	Ang. de elevación=-3,651°	Despeje a 0,12km	Peor Fresnel=0,2F1	Distancia=0,15km
Pérdidas=98,8dB	Campo E=85,3dBμV/m	Nivel Rx=-57,8dBm	Nivel Rx=287,0317μV	Rx relativo=38,2dB



**Transmisor**

S9+10

Esc. Venezuela

Rol: **Nodo**

Nombre del sistema Tx: 2.4G16Repetidor

Potencia Tx: 0,2512 W 24 dBm

Pérdida de línea: 0,5 dB

Ganancia de antena: 16 dBi 13,85 dBd +

Potencia radiada: PIRE=8,91 W PRE=5,43 W

Altura de antena (m): 15 - + Deshacer

Red: Montufar5

**Receptor**

S9+10

Col. Nacional Piarta

Rol: **Terminal**

Nombre del sistema Rx: 2.4G10Punto

Campo E requerido: 47,15 dBμV/m

Ganancia de antena: 2 dBi -0,15 dBd +

Pérdida de línea: 0,5 dB

Sensibilidad Rx: 3,5481 μV -96 dBm

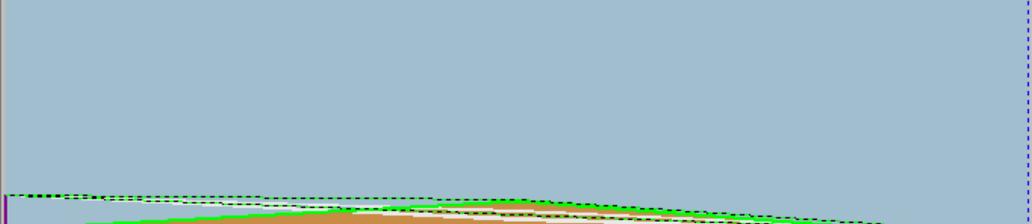
Altura de antena (m): 2 - + Deshacer

Frecuencia (MHz): Mínimo 2331 Máximo 2379

**Enlace de Radio**

Editar Ver Invertir

Azimut=317,5°	Ang. de elevación=-18,462°	Obstrucción a 0,03km	Peor Fresnel=-5,1F1	Distancia=0,05km
Pérdidas=78,0dB	Campo E=106,1dBμV/m	Nivel Rx=-37,0dBm	Nivel Rx=3145,5060μV	Rx relativo=59,0dB



**Transmisor**

S9+30

Esc. Venezuela

Rol: **Nodo**

Nombre del sistema Tx: 2.4G16Repetidor

Potencia Tx: 0,2512 W 24 dBm

Pérdida de línea: 0,5 dB

Ganancia de antena: 16 dBi 13,85 dBd +

Potencia radiada: PIRE=8,91 W PRE=5,43 W

Altura de antena (m): 15 - + Deshacer

Red: Montufar5

**Receptor**

S9+30

Junta Parroq. Piarta

Rol: **Terminal**

Nombre del sistema Rx: 2.4G10Punto

Campo E requerido: 47,15 dBμV/m

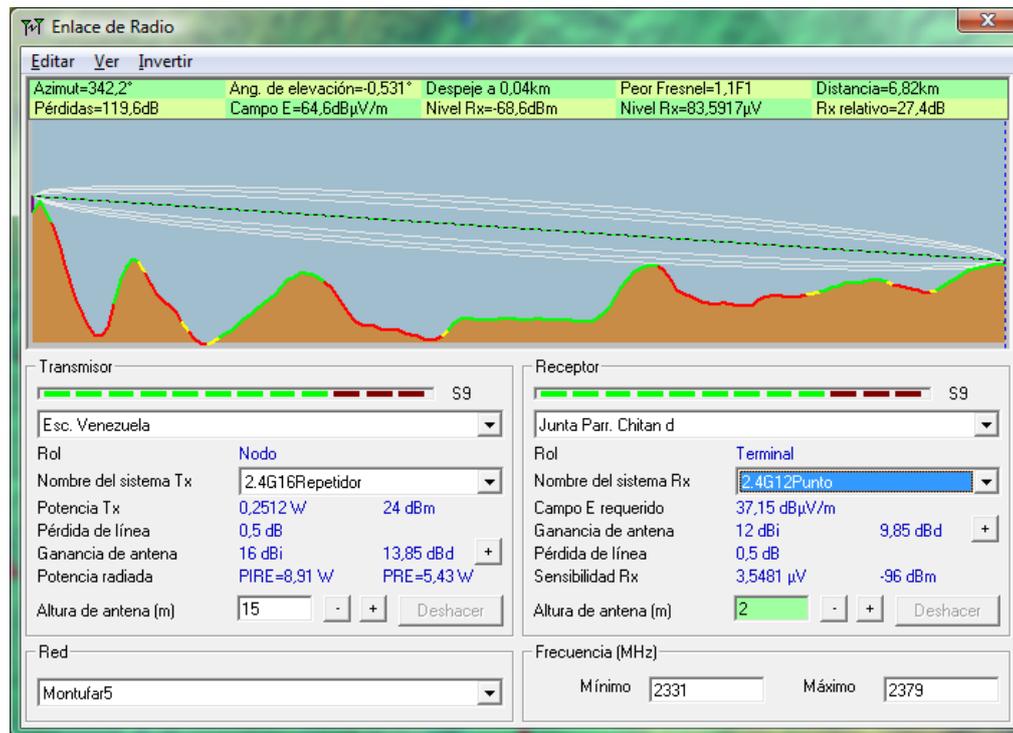
Ganancia de antena: 2 dBi -0,15 dBd +

Pérdida de línea: 0,5 dB

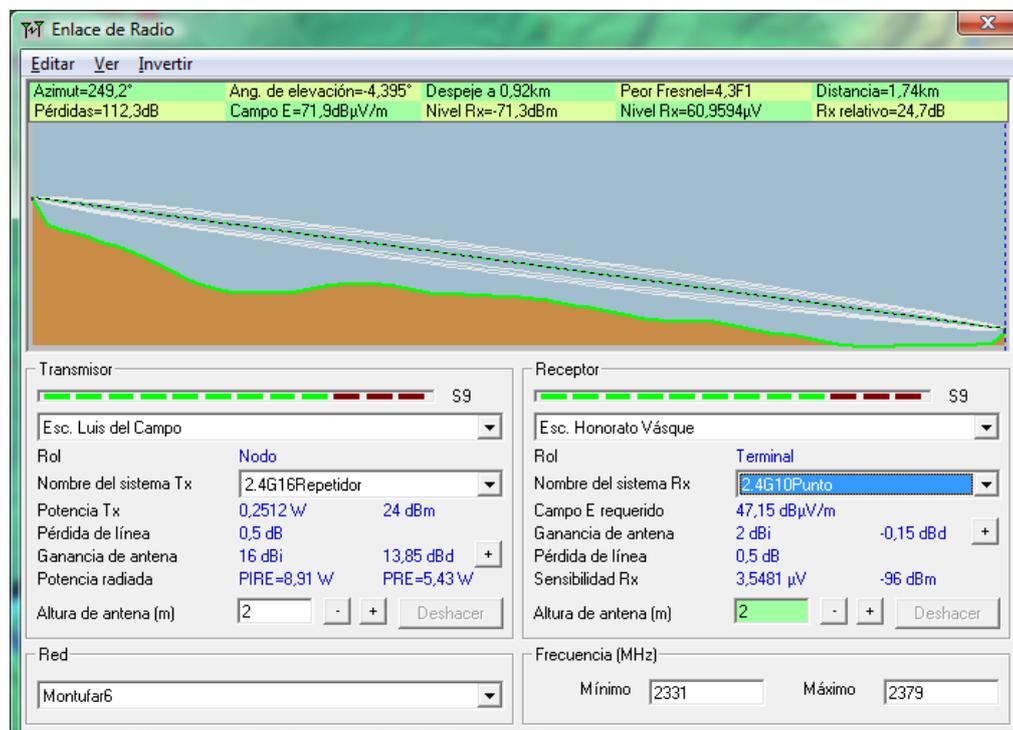
Sensibilidad Rx: 3,5481 μV -96 dBm

Altura de antena (m): 2 - + Deshacer

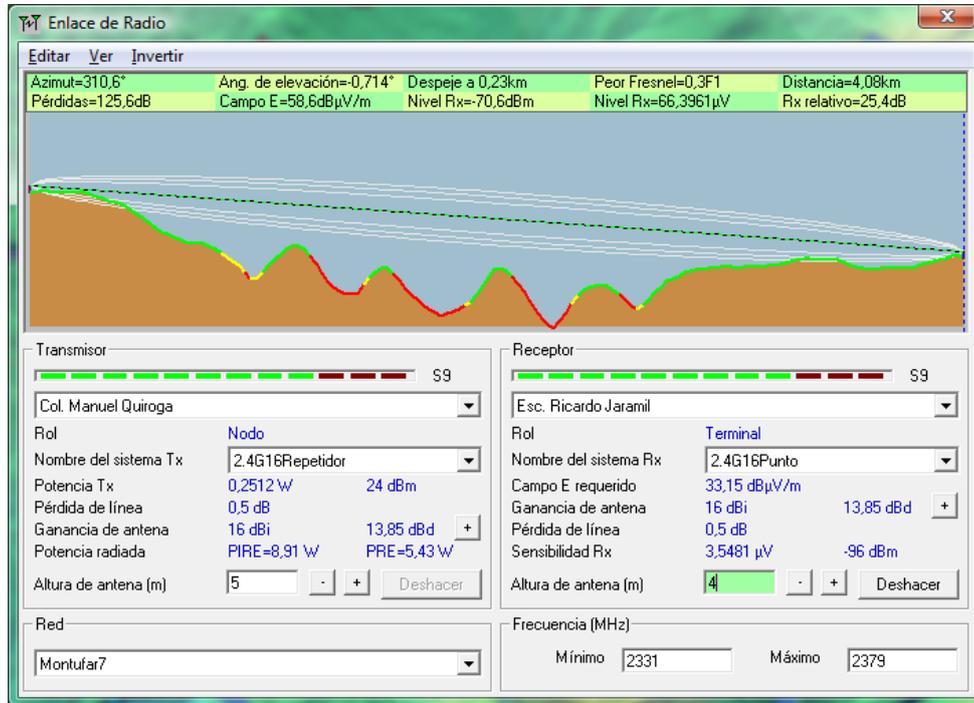
Frecuencia (MHz): Mínimo 2331 Máximo 2379



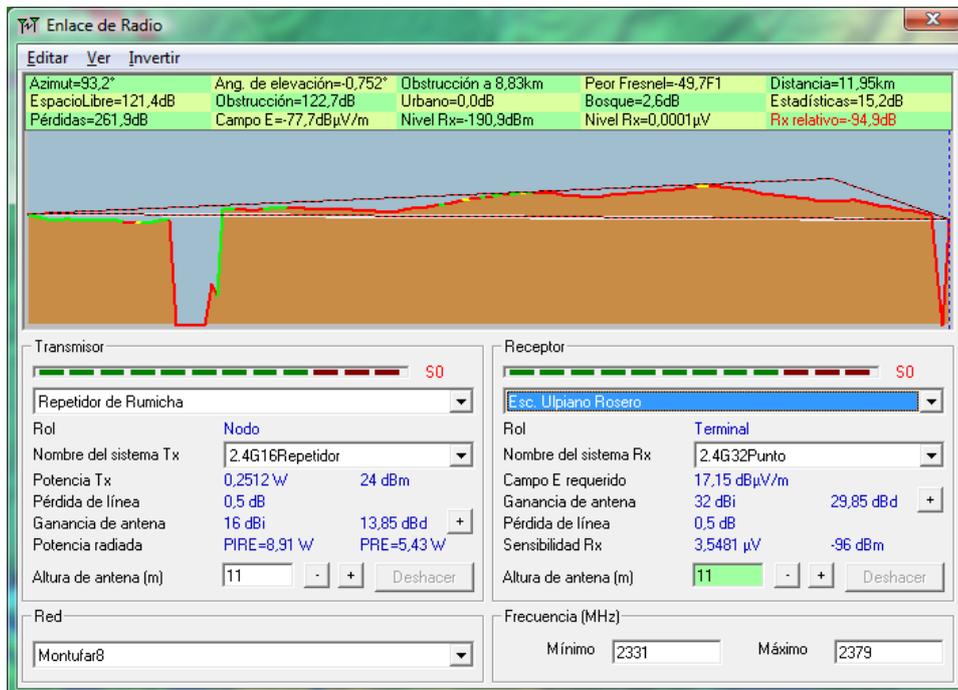
### Repetidor: Escuela Luis del Campo



### Repetidor: Colegio Manuel Quiroga



### Repetidor: Rumichaca



**Enlace de Radio**

Editar Ver Invertir

Azimut=212,3°	Ang. de elevación=3,517°	Despeje a 1,99km	Peor Fresnel=1,0F1	Distancia=2,01km
EspacioLibre=105,9dB	Obstrucción=1,0dB	Urbano=0,0dB	Bosque=2,6dB	Estadísticas=15,2dB
Pérdidas=122,8dB	Campo E=61,4dBμV/m	Nivel Rx=-71,8dBm	Nivel Rx=57,7853μV	Rx relativo=24,2dB

**Transmisor**

Repetidor de Rumicha S9

Rol: Repetidor de Rumicha

Nombre del sistema Tx: 2.4G16Repetidor

Potencia Tx: 0,2512 W 24 dBm

Pérdida de línea: 0,5 dB

Ganancia de antena: 16 dBi 13,85 dBd +

Potencia radiada: PIRE=8,91 W PRE=5,43 W

Altura de antena (m): 11 - + Deshacer

**Receptor**

Esc Vict Diaz de Gal S9

Rol: Esc Vict Diaz de Gal

Nombre del sistema Rx: 2.4G12Punto

Campo E requerido: 37,15 dBμV/m

Ganancia de antena: 12 dBi 9,85 dBd +

Pérdida de línea: 0,5 dB

Sensibilidad Rx: 3,5481 μV -96 dBm

Altura de antena (m): 5 - + Deshacer

**Red**

Montufar8

**Frecuencia (MHz)**

Mínimo: 2331 Máximo: 2379

**Enlace de Radio**

Editar Ver Invertir

Azimut=225,0°	Ang. de elevación=4,481°	Obstrucción a 2,42km	Peor Fresnel=0,2F1	Distancia=3,07km
EspacioLibre=109,6dB	Obstrucción=30,3dB	Urbano=0,0dB	Bosque=2,6dB	Estadísticas=15,3dB
Pérdidas=157,8dB	Campo E=26,4dBμV/m	Nivel Rx=-86,8dBm	Nivel Rx=10,2749μV	Rx relativo=9,2dB

**Transmisor**

Repetidor de Rumicha S4

Rol: Repetidor de Rumicha

Nombre del sistema Tx: 2.4G16Repetidor

Potencia Tx: 0,2512 W 24 dBm

Pérdida de línea: 0,5 dB

Ganancia de antena: 16 dBi 13,85 dBd +

Potencia radiada: PIRE=8,91 W PRE=5,43 W

Altura de antena (m): 11 - + Deshacer

**Receptor**

Esc. Marco Aurelio V S4

Rol: Esc. Marco Aurelio V

Nombre del sistema Rx: 2.4G32Punto

Campo E requerido: 17,15 dBμV/m

Ganancia de antena: 32 dBi 29,85 dBd +

Pérdida de línea: 0,5 dB

Sensibilidad Rx: 3,5481 μV -96 dBm

Altura de antena (m): 7 - + Deshacer

**Red**

Montufar8

**Frecuencia (MHz)**

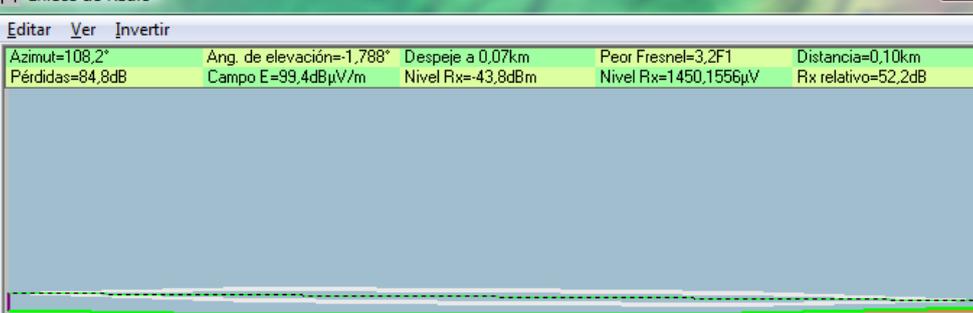
Mínimo: 2331 Máximo: 2379

### Repetidor: Escuela 24 de Mayo

**Enlace de Radio**

Editar Ver Invertir

Azimut=108,2°	Ang. de elevación=-1,788°	Despeje a 0,07km	Peor Fresnel=3,2F1	Distancia=0,10km
Pérdidas=84,8dB	Campo E=99,4dBμV/m	Nivel Rx=-43,8dBm	Nivel Rx=1450,1556μV	Rx relativo=52,2dB



**Transmisor**

Esc. 24 De Mayo

Rol: **Nodo**

Nombre del sistema Tx: 2.4G16Repetidor

Potencia Tx: 0,2512 W 24 dBm

Pérdida de línea: 0,5 dB

Ganancia de antena: 16 dBi 13,85 dBd

Potencia radiada: PIRE=8,91 W PRE=5,43 W

Altura de antena (m): 7

**Receptor**

Col. Nac Téc La Paz

Rol: **Terminal**

Nombre del sistema Rx: 2.4G10Punto

Campo E requerido: 47,15 dBμV/m

Ganancia de antena: 2 dBi -0,15 dBd

Pérdida de línea: 0,5 dB

Sensibilidad Rx: 3,5481 μV -96 dBm

Altura de antena (m): 2

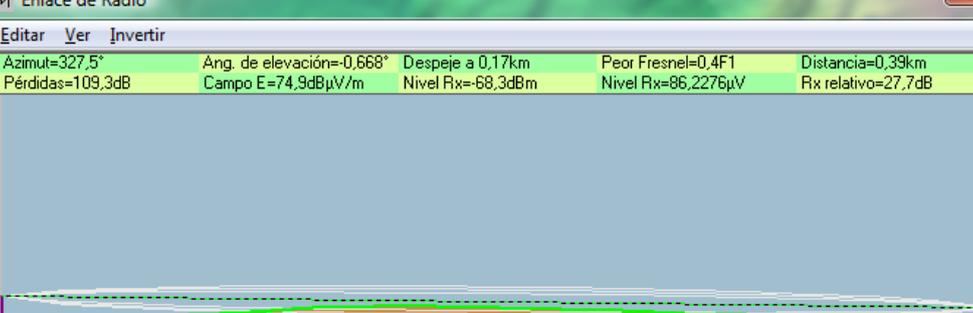
Red: Montufar9

Frecuencia (MHz): Mínimo 2331 Máximo 2379

**Enlace de Radio**

Editar Ver Invertir

Azimut=327,5°	Ang. de elevación=-0,668°	Despeje a 0,17km	Peor Fresnel=0,4F1	Distancia=0,39km
Pérdidas=109,3dB	Campo E=74,9dBμV/m	Nivel Rx=-68,3dBm	Nivel Rx=86,2276μV	Rx relativo=27,7dB



**Transmisor**

Esc. 24 De Mayo

Rol: **Nodo**

Nombre del sistema Tx: 2.4G16Repetidor

Potencia Tx: 0,2512 W 24 dBm

Pérdida de línea: 0,5 dB

Ganancia de antena: 16 dBi 13,85 dBd

Potencia radiada: PIRE=8,91 W PRE=5,43 W

Altura de antena (m): 7

**Receptor**

Esc. Mercedes Mosco

Rol: **Terminal**

Nombre del sistema Rx: 2.4G10Punto

Campo E requerido: 47,15 dBμV/m

Ganancia de antena: 2 dBi -0,15 dBd

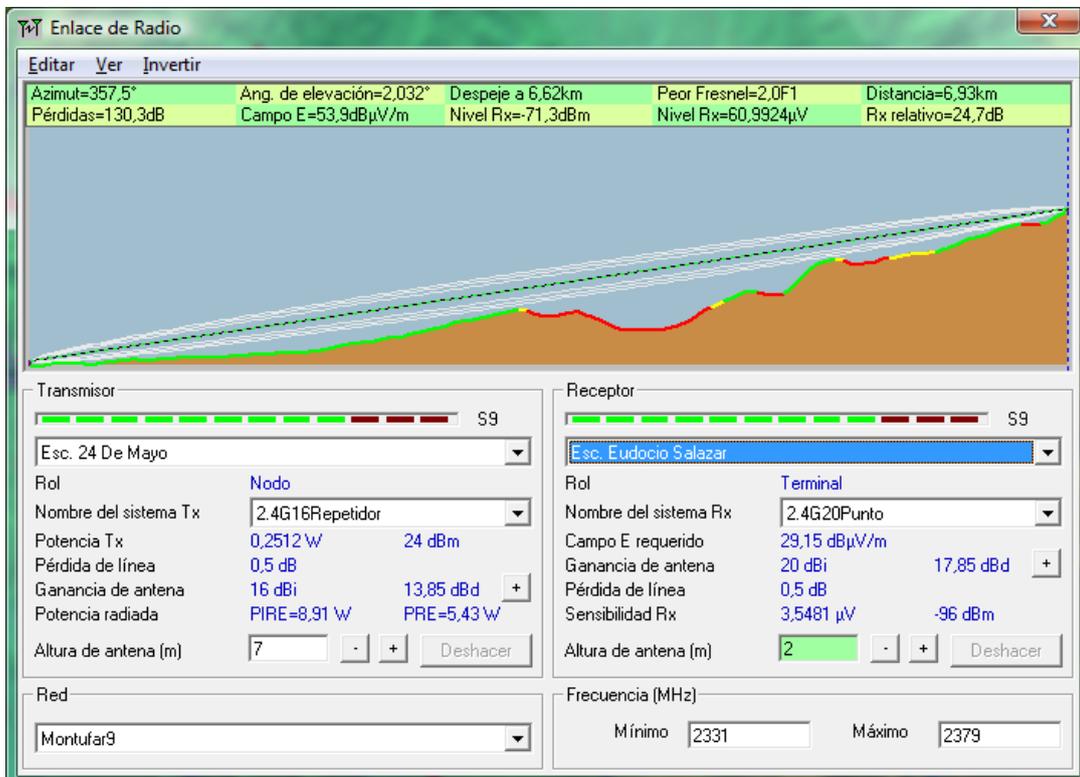
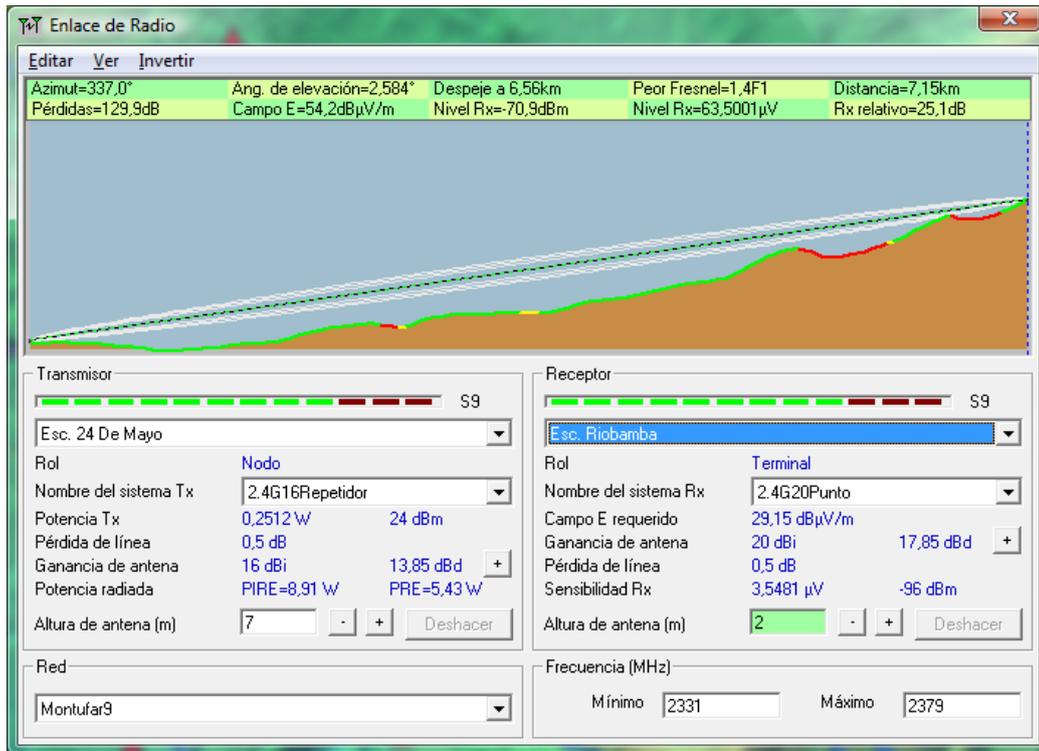
Pérdida de línea: 0,5 dB

Sensibilidad Rx: 3,5481 μV -96 dBm

Altura de antena (m): 2

Red: Montufar9

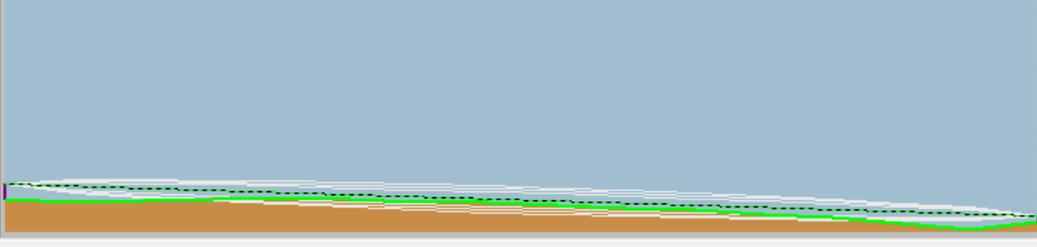
Frecuencia (MHz): Mínimo 2331 Máximo 2379



**Enlace de Radio**

Editar Ver Invertir

Azimut=277,6°	Ang. de elevación=-2,239°	Despeje a 0,17km	Peor Fresnel=0,2F1	Distancia=0,37km
Pérdidas=111,3dB	Campo E=72,8dBμV/m	Nivel Rx=-70,3dBm	Nivel Rx=68,1324μV	Rx relativo=25,7dB



**Transmisor**

Esc. 24 De Mayo S9

Rol: **Nodo**

Nombre del sistema Tx: 2.4G16Repetidor

Potencia Tx: 0,2512 W 24 dBm

Pérdida de línea: 0,5 dB

Ganancia de antena: 16 dBi 13,85 dBd +

Potencia radiada: PIRE=8,91 W PRE=5,43 W

Altura de antena (m): 7 - + Deshacer

**Receptor**

Junta Parro. La Paz S9

Rol: **Terminal**

Nombre del sistema Rx: 2.4G10Punto

Campo E requerido: 47,15 dBμV/m

Ganancia de antena: 2 dBi -0,15 dBd +

Pérdida de línea: 0,5 dB

Sensibilidad Rx: 3,5481 μV -96 dBm

Altura de antena (m): 2 - + Deshacer

**Red**

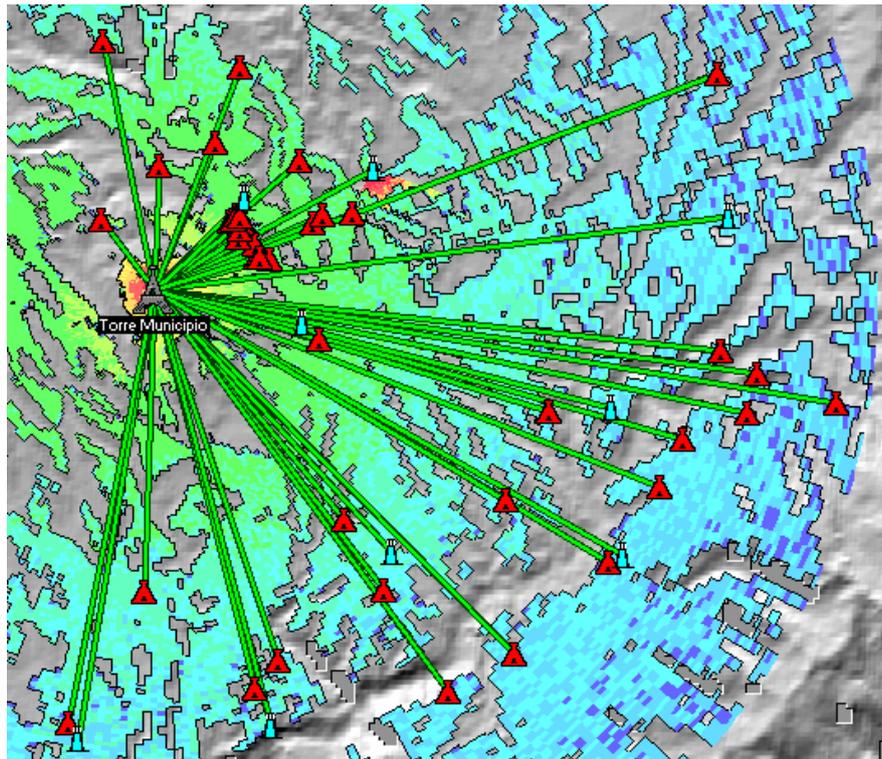
Montufar9

**Frecuencia (MHz)**

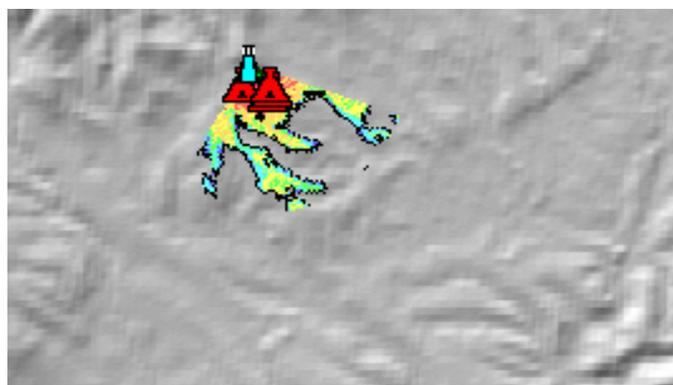
Mínimo: 2331 Máximo: 2379

## Anexo 2: COBERTURAS

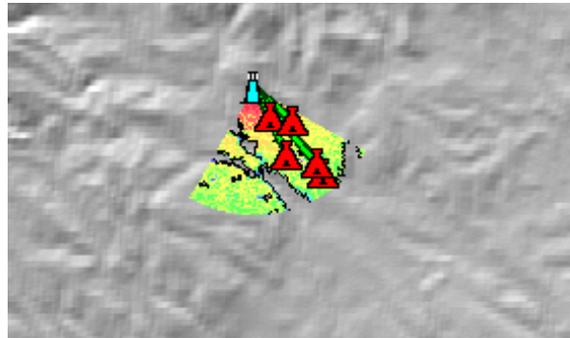
### Anexo 2.1. Cobertura Torre Principal



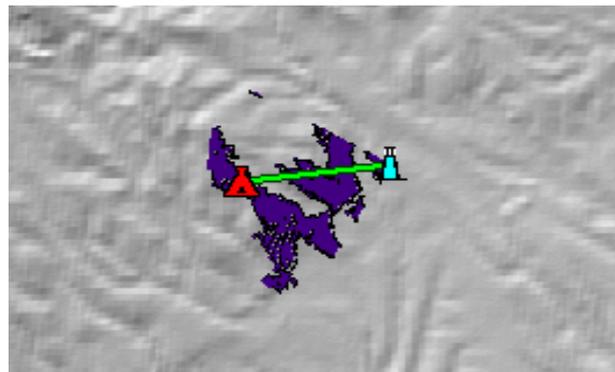
### Anexo 2.2 Cobertura Repetidor Tanque de Agua Cristobal Colon



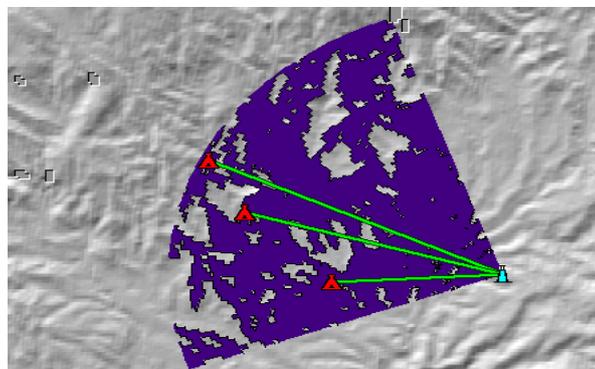
### Anexo 2.3 Cobertura Repetidor Tanques de Agua San Gabriel



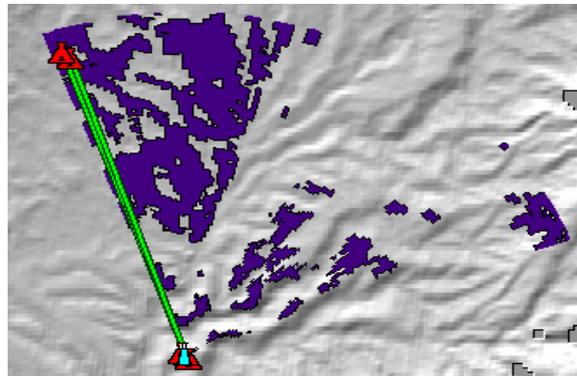
### Anexo 2.4 Cobertura Repetidor Col. Jose Julian A.



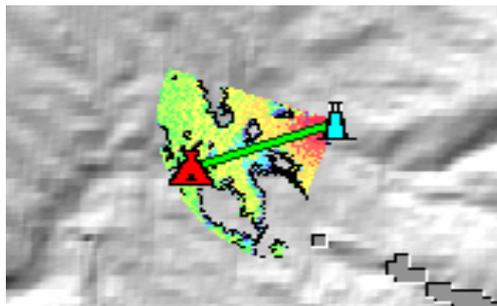
### Anexo 2.5 Cobertura Repetidor Gonzalo Pizarro



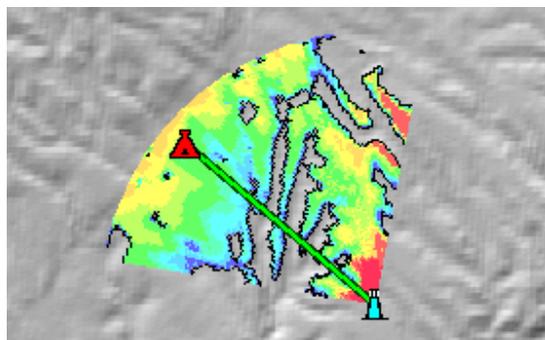
### Anexo 2.6 Cobertura Repetidor Esc. Venezuela



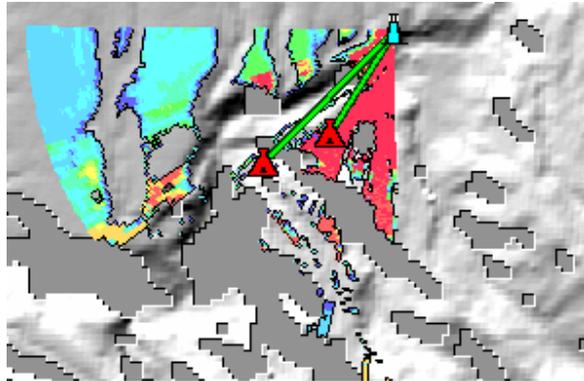
### Anexo 2.7 Cobertura Repetidor Esc. Luis del Campo



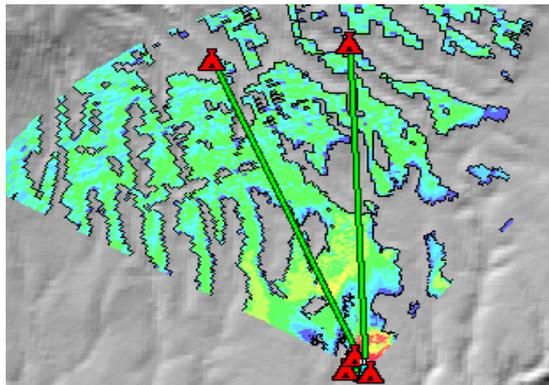
### Anexo 2.8 Cobertura Repetidor Col. Manuel Quiroga



### Anexo 2.9 Cobertura Repetidor Rumichaca



### Anexo 2.10 Cobertura Repetidor Esc. 24 de Mayo



## **FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO**

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

Sangolquí, 20 de marzo del 2009.

---

MSC. Ing. Gonzalo Olmedo.

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

---

Santiago Manuel Chamorro Carrillo

**Autor**