

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

DISEÑO DE UNA RED DE
TELECOMUNICACIONES QUE PERMITA LA
EXPLOTACIÓN DE SERVICIOS DE
INTERNET EN 43 UNIDADES EDUCATIVAS
Y 2 BIBLIOTECAS COMUNITARIAS
UBICADAS EN EL CANTÓN PÍLLARO,
PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

EDUARDO MICHELLE ANDRADE
GALLEGOS

Sangolquí - Ecuador
2009

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certificamos que el proyecto de grado para la obtención del título de Ingeniería Electrónica titulado “Diseño De Una Red De Telecomunicaciones Que Permita La Explotación De Servicios De Internet En 43 Unidades Educativas Y 2 Bibliotecas Comunitarias Ubicadas En El Cantón Píllaro, Provincia Del Tungurahua” fue desarrollado en su totalidad por el señor EDUARDO MICHELLE ANDRADE GALLEGOS.

Atentamente,

Ing. Fabián Sáenz Enderica
DIRECTOR

Ing. Carlos Romero
CODIRECTOR

RESUMEN

El actual proyecto de grado, propone el estudio previo y el diseño de una red que permita el acceso a Internet, a la población estudiantil de 43 unidades educativas y 2 Bibliotecas comunitarias del Cantón de Píllaro Provincia de Tungurahua, Ecuador.

Auspiciado por el Fondo para el Desarrollo de las telecomunicaciones en áreas rurales y urbano-marginales en el Ecuador (FODETEL), este proyecto tiene como fin disminuir la brecha tecnológica y cultural que existe actualmente en nuestro país.

El estudio y diseño comprende el reconocimiento del terreno y levantamiento de información del mismo, así como el análisis de las posibles tecnologías aplicables para finalmente llegar al diseño de la red óptima de telecomunicaciones que permitirá el acceso a Internet de las 45 entidades seleccionadas.

La red diseñada se encuentra dentro del marco regulatorio de las telecomunicaciones que rigen en nuestro país actualmente, el ente regulador para el caso es la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, María y Eduardo, que con su amor y sabio ejemplo han estado siempre a mi lado, brindándome su apoyo y comprensión, este logro es tan suyo como mío, el orgullo es para mí, por tener a dos personas tan maravillosas, que han hecho de ese niño lo que hoy día soy, los amo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por haberme iluminado cada día en el arduo camino de esta carrera profesional, y por haberme rodeado de excelentes personas, que con su apoyo hicieron posible el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Fabián Sáenz, por ser parte esencial en el desarrollo de este trabajo y por abrirme las puertas de la institución dirigida por él, FODETEL, y permitirme el contacto profesional con sus funcionarios; personas que con su experiencia en el campo fueron un gran aporte. Al Ing. Carlos Romero, por su asistencia en la parte culminante y clave del proyecto.

Un agradecimiento especial a mi tío el Ing. Alex Carrera, quien me brindó sus conocimientos y fue guía para el desarrollo de este trabajo.

A mi novia Carla, por su amor, constante apoyo y comprensión en los momentos que los necesitaba.

A mis amigos y compañeros Nacho y Bolo, por su amistad y por haber compartido tanto sacrificio a lo largo de la carrera y por ser de apoyo fundamental en la elaboración del proyecto de grado

A mi familia entera, primos, tíos, abuelos, todos y amigos sinceros Sebas, Carol, Natty, porque son parte de mi vida y parte de mis logros, a todos quienes me aprecian y comparten la alegría que este trabajo representa para mí.

PRÓLOGO

Las zonas rurales y urbano-marginales del Ecuador sufren una falta de acceso a las telecomunicaciones, basado en esta premisa el Estado Ecuatoriano ha establecido al Plan de Servicio Universal, con este, se pretende que todos los habitantes del territorio nacional puedan acceder a las Tecnologías de Información y Comunicación TICs a costos razonables y con calidad de servicio.

El Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano-Marginales (FODETEL) tiene como principal objetivo gestionar el financiamiento, a través de la inversión nacional o internacional, de proyectos que permitan a las comunidades más olvidadas del país, gozar de servicios de telecomunicaciones.

El presente proyecto plantea el diseño de una Red Comunitaria para dar el servicio de Internet a instituciones educativas y bibliotecas comunitarias del cantón Píllaro, provincia de Tungurahua, a su vez se plantea un análisis de las tecnologías más apropiadas para ser utilizadas en la implantación de la Red y estudia la factibilidad económica del proyecto.

INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación e Importancia.....	3
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 Tecnologías de Acceso	5
2.1.1 Par de Cobre (xDSL).....	6
2.1.2 Fibra Óptica	14
2.1.3 Enlaces Satelitales	17
2.1.4 Enlaces con Tecnología Celular CDMA 450	22
2.1.5 Enlaces Inalámbricos WiFi.....	24
2.2 Radio Enlace.....	42
2.2.1 El Transmisor	43
2.2.2 El Receptor	48
2.2.3 Términos y conceptos.....	49
2.2.4 Cálculo con Decibeles (dB, dBm, dBi)	50
2.2.5 Otros cálculos y aproximaciones importantes	52
2.2.6 Fuentes de latitud/longitud y datos de elevación y rumbo	52
2.2.7 El programa RadioMobile	53
2.2.8 Calculadores en línea y hojas de cálculos	53
2.3 Software de Diseño a Utilizar (Radio Mobile).....	54
CAPITULO III	63
SITUACIÓN ACTUAL	63
3.1 Aspecto Socio Económico.....	63
3.1.1 Actividad Económica	63
3.1.2 Indicadores Sociales	64
3.2 Aspecto Geográfico	66
3.2.1 Ubicación Geográfica.....	66
3.2.2 Límites	66
3.2.3 Población	67
3.2.4 Parroquias Urbanas.....	67
3.2.5 Parroquias Rurales.....	67
3.2.6 Clima	67
3.3 Estudio de Campo.....	68
CAPÍTULO IV	72
SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA A USARSE	72
4.1. Ventajas e inconvenientes de las Tecnologías de Acceso	73
4.1.1. Tecnología WiFi.....	73
4.1.2. Tecnología xDSL-ADSL.....	75
4.1.3. Tecnología Cableada con Fibra Óptica	79
4.1.4. Tecnología Satelital	82
CAPÍTULO V	90
ESTUDIO DE TRÁFICO.....	90
5.1 Dos Computadores / 128Kbps.....	92
5.2 Tres Computadores / 128Kbps	93
5.3 Diez Computadores / 128Kbps.....	95

5.4	Quince Computadores / 256Kbps.....	96
5.5	Veinte Computadores / 512Kbps.....	97
5.6	Cuarenta Computadores / 512Kbps.....	98
5.7	Cuarenta Computadores / 1024Kbps.....	99
CAPÍTULO VI.....		101
DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....		101
6.1.	Consideraciones Previas.....	104
6.2.	Selección de Rutas y Perfiles de Enlaces.....	106
6.2.1.	Topología de Red Propuesta.....	107
6.2.2.	Tenencia Política - Escuela Atipillahuazo (PTP).....	108
6.2.3.	Repetidora Escuela Atipillahuazo 1(PMP).....	109
6.2.4.	Repetidora Escuela Atipillahuazo 2 (PMP).....	111
6.2.5.	Repetidora Luis Domínguez (PMP).....	113
6.2.6.	Tenencia Política 1 (PMP).....	116
6.2.7.	Repetidora El Porvenir (PTP).....	123
6.2.8.	Tenencia Política - Escuela 24 de Mayo (PTP).....	124
6.2.9.	Repetidora 24 de Mayo (PMP).....	125
6.2.10.	Tenencia Política 2(PMP).....	129
6.2.11.	Repetidora Centro Artesanal Lola Gangotena (PTP).....	139
6.2.12.	Tenencia Política Biblioteca de San Miguelito (PTP).....	140
6.2.13.	Repetidora Biblioteca San Miguelito (PMP).....	141
6.2.14.	Tenencia Política - Cerro Chiquicha (PTP).....	150
6.2.15.	Repetidora Cerro Chiquicha (PMP).....	151
6.2.16.	Escuela Pisayambo (Caso Especial).....	157
6.3.	Direccionamiento IP de la Red.....	157
6.4.	Segmento del Espectro Radioeléctrico a utilizar.....	159
6.5.	Plan de Frecuencias de la Red Diseñada.....	159
6.6.	Infraestructura existente de Operadoras en las Zonas de Influencia.....	160
6.7.	Equipamiento de Telecomunicaciones para la Red.....	160
6.8.	Equipos para redes LAN.....	161
6.9.	Requerimientos de Equipos.....	162
6.10.	Equipos Adicionales.....	164
CAPÍTULO VII.....		165
ANÁLISIS DE COSTOS.....		165
7.1.	Presupuesto y Costo Referencial.....	165
7.2.	Sostenibilidad.....	167
7.3.	Nota Final.....	168
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		169
Conclusiones.....		170
Recomendaciones.....		171
ANEXOS.....		173
A1 ESTUDIO DE CAMPO (FOTOGRAFÍAS).....		174
A2 RESUMEN DE EQUIPAMIENTO.....		180
A3 GRÁFICO DIRECCIONAMIENTO IP.....		186
A4 COTIZACIÓN “CARREINTEL”.....		188
A5 HOJAS TÉCNICAS.....		192
A6 RESOLUCIÓN 417-15-CONATEL-2005.....		213
A7 FOTOGRAFÍAS ENTREGA DE EQUIPOS.....		220
A8 TABLA TIR Y VAN.....		223
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		225

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1. Entidades Solicitantes.....	2
Tabla 2. 1. Comparativa Tecnologías ADSL	10
Tabla 2. 2. Máxima Potencia Transmisible en 2.4GHz por Regiones.....	24
Tabla 2. 3. Canales en las bandas 2,4GHz y 5.8GHz.....	34
Tabla 2. 4. Valores típicos de pérdida en los cables para 2,4GHz.	44
Tabla 2. 5. Radio [m] para la primera zona de Fresnel	47
Tabla 2. 6. Valores típicos de la sensibilidad del receptor [dBm].....	48
Tabla 2. 7. Valores Recomendados para Parámetros de Superficie	60
Tabla 3. 1. Incidencia de la Pobreza de Consumo.....	64
Tabla 3. 2. Ubicación Geográfica del Cantón Píllaro en diferentes Unidades	66
Tabla 3. 3. Estudio de Campo	68
Tabla 4. 1 Comparativa Técnica de las Tecnologías de Acceso	72
Tabla 4. 2. Comparación de Costos de Diferentes Tecnologías.....	87
Tabla 5. 1. Ancho de Banda según Número de Alumnos	90
Tabla 5. 2. Ancho de Banda Requerido por Institución	91
Tabla 5. 3. Aplicaciones más Frecuentes y Tamaño en Bytes	92
Tabla 6. 1. Especificaciones de Equipos para Enlaces	104
Tabla 6. 2. Direccionamiento IP de la Red.....	157
Tabla 6. 3. Tarjetas de Red Inalámbricas Requeridas	161
Tabla 6. 4. Enrutadores Inalámbricos Requeridos.....	161
Tabla 7. 1. Costo Referencial del Proyecto Píllaro	166

INDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1. Esquema Básico ADSL.....	8
Figura 2. 2. Arquitectura ADSL	12
Figura 2. 3 . Revestimiento de Fibra Óptica.....	16
Figura 2. 4. Esquema Redes Satelitales Unidireccionales.....	19
Figura 2. 5. Esquema Redes Satelitales Híbridas	20
Figura 2. 6. Esquema Redes Satelitales Bidireccionales	21
Figura 2. 7. Cobertura CDMA450.....	23
Figura 2. 8. Topología Bus o Barra	26
Figura 2. 9. Topología Estrella	26
Figura 2. 10. Topología Línea o Multiconcentrador	27
Figura 2. 11. Topología Árbol	27
Figura 2. 12. Topología Anillo	27
Figura 2. 13. Topología Malla y Malla Parcial.....	28
Figura 2. 14. Tranzeo 5Plus.....	35
Figura 2. 15. Diagrama de Radiación	37
Figura 2. 16. Diagrama de Radiación Tridimensional.....	38
Figura 2. 17. Diagrama de Radiación Bidimensional.....	38
Figura 2. 18. Ancho del Haz.....	38
Figura 2. 19. Antena Directiva	39
Figura 2. 20. Antena Omnidireccional	40
Figura 2. 21. Antena Sectorial	40
Figura 2. 22. Comparativa entre Antenas	42
Figura 2. 23. Trayectoria completa de transmisión entre el transmisor y el receptor	43
Figura 2. 24. Pérdida en dB en función de la distancia en Kilómetros	46
Figura 2. 25. Zona de Fresnel.....	46
Figura 2. 26. Potencia en dBm en función de la distancia para un radio enlace	49
Figura 2. 27. Inicialización de una Nueva Red (Radio Mobile).....	55
Figura 2. 28. Opciones de Internet (Radio Mobile).....	56
Figura 2. 29. Propiedades de la Unidad (Radio Mobile).....	57
Figura 2. 30. Archivo Plano de Unidades (Radio Mobile).....	58
Figura 2. 31. Importar Unidades (Radio Mobile).....	58
Figura 2. 32. Propiedades de la Unidad (Radio Mobile).....	59
Figura 2. 33. Propiedades de las Redes, Parámetros (Radio Mobile)	60
Figura 2. 34. Propiedades de las Redes, Topología (Radio Mobile).....	61
Figura 2. 35. Propiedades de las Redes, Sistemas (Radio Mobile)	61
Figura 2. 36. Propiedades de las Redes, Miembros (Radio Mobile).....	62
Figura 3. 1. División Política del Cantón Píllaro - Tungurahua.....	67
Figura 3. 2. Ubicación Geográfica de las Entidades Beneficiarias (RadioMobile).....	71
Figura 6. 1. Diagrama Funcional de la Red.....	101
Figura 6. 2. Vista de Enlaces desde el Pilisurco hacia, Escuela Pisayambo, Escuela 24 de Mayo, Escuela Joseph Matías de Villalba (Radio Mobile)	102
Figura 6. 3. Distancia Pilisurco – Escuela Pisayambo 25.08Km (Radio Mobile).....	103
Figura 6. 4. Distancia Pilisurco – Escuela Pablo Arturo 18.5Km (Radio Mobile)	103
Figura 6. 5. Distancia Pilisurco – Joseph Matías Villalba 19.6Km (Radio Mobile)....	103
Figura 6. 6. Sistema 5.8GHz AP/CPE (PTP) con Antena Directiva	105
Figura 6. 7. Sistema 2.4GHz AP (PMP) con Antena Sectorial de 17dBi.....	105
Figura 6. 8. Sistema 2.4GHz AP (PMP) con Antena Sectorial de 20dBi.....	106
Figura 6. 9. Sistema 2.4GHz AP/CPE (PMP) con Antena Directiva 15dBi	106

Figura 6. 10. Topología de la Red Propuesta	107
Figura 6. 11. Enlace Tenencia Política - E. Atipillahuazo	108
Figura 6. 12. Enlace Escuela Atipillahuazo - Escuela Rufino Carrillo	109
Figura 6. 13. Enlace Escuela Atipillahuazo - Escuela Luis Domínguez	110
Figura 6. 14. Enlace Escuela Atipillahuazo - Escuela Manuela Cañizares	111
Figura 6. 15. Enlace Escuela Atipillahuazo - Escuela Sixto Álvarez.....	112
Figura 6. 16. Enlace Escuela Luis Domínguez - Escuela Hualcopo Duchicela	113
Figura 6. 17. Enlace Escuela Luis Domínguez - Escuela Otto Arosemena.....	114
Figura 6. 18. Enlace Escuela Luis Domínguez - Escuela Princesa Choasanguil	115
Figura 6. 19. Enlace Tenencia Política - Escuela José María Urbina.....	116
Figura 6. 20. Enlace Tenencia Política - Escuela Efrén Cabrera.....	117
Figura 6. 21. Enlace Tenencia Política - Escuela El Porvenir.....	118
Figura 6. 22. Enlace Tenencia Política - Escuela Manuela Jiménez	119
Figura 6. 23. Enlace Tenencia Política - Colegio Antonio Carrillo	120
Figura 6. 24. Enlace Tenencia Política - Biblioteca de San Andrés.....	121
Figura 6. 25. Enlace Tenencia Política - Escuela Carlos T. García.....	122
Figura 6. 26. Enlace Escuela El Porvenir - Escuela Ana Maricela Cobo.....	123
Figura 6. 27. Enlace Tenencia Política - Escuela 24 de Mayo	124
Figura 6. 28. Enlace Escuela 24 de Mayo - Escuela Mariano Eguez	125
Figura 6. 29. Enlace Escuela 24 de Mayo - Colegio Juan Benigno Vela.....	126
Figura 6. 30. Enlace Escuela 24 de Mayo - Escuela Abel Sánchez	127
Figura 6. 31. Red Píllaro (Sector Norte).....	128
Figura 6. 32. Vista 3D Red Píllaro (Sector Norte)	128
Figura 6. 33. Enlace Tenencia Política - Escuela Unión Nacional de Periodistas	129
Figura 6. 34. Enlace Tenencia Política - Jardín de Infantes Pequeños Amigos	130
Figura 6. 35. Enlace Tenencia Política - Escuela Mariscal Sucre	131
Figura 6. 36. Enlace Tenencia Política - Escuela Juan Francisco Montalvo.....	132
Figura 6. 37. Enlace Tenencia Política - Centro Artesanal Lola Gangotena.....	133
Figura 6. 38. Enlace Tenencia Política - Colegio Los Andes.....	134
Figura 6. 39. Enlace Tenencia Política - Escuela Isabel la Católica	135
Figura 6. 40. Enlace Tenencia Política Colegio Jorge Álvarez	136
Figura 6. 41. Enlace Tenencia Política - Escuela Augusto N. Martínez	137
Figura 6. 42. Enlace Tenencia Política - Manuel del Carmen Panchano	138
Figura 6. 43. Enlace Centro Artesanal Lola Gangotena - Escuela Patria.....	139
Figura 6. 44. Enlace Tenencia Política - Biblioteca de San Miguelito.....	140
Figura 6. 45. Enlace Biblioteca de San Miguelito - Escuela José Elías Vasco	141
Figura 6. 46. Enlace Biblioteca de San Miguelito - Escuela Gertrudiz Esparza	142
Figura 6. 47. Enlace Biblioteca de San Miguelito - Colegio Técnico 12 de Noviembre	143
Figura 6. 48. Enlace Biblioteca de San Miguelito - Escuela Héctor Pilco.....	144
Figura 6. 49. Enlace Biblioteca de San Miguelito - Escuela García Moreno.....	145
Figura 6. 50. Enlace Biblioteca de San Miguelito - Escuela Rumiñahui	146
Figura 6. 51. Enlace Biblioteca de San Miguelito - Escuela Rumiñahui	147
Figura 6. 52. Enlace Biblioteca de San Miguelito - Escuela Pablo Arturo Suárez	148
Figura 6. 53. Red Píllaro (Sector Sur-Este).....	149
Figura 6. 54. Vista 3D Red Píllaro (Sector Sur-Este).....	149
Figura 6. 55. Enlace Tenencia Política - Cerro Chiquicha	150
Figura 6. 56. Enlace Cerro Chiquicha - Escuela Amado Nervo.....	151
Figura 6. 57. Enlace Cerro Chiquicha - Escuela Gabriel Urbina	152
Figura 6. 58. Enlace Cerro Chiquicha - Escuela Juan de Velazco	153

Figura 6. 59.Enlace Cerro Chiquicha - Joseph Matías de Villalba.....	154
Figura 6. 60.Red Píllaro (Sector Sur)	155
Figura 6. 61.Vista 3D Red Píllaro (Sector Sur).....	155
Figura 6. 62.Red Proyecto Píllaro Completa.....	156
Figura 6. 63.Vista 3D Red Píllaro Completa.....	156
Figura 6. 64. Plan de Frecuencias de la Red.....	159

GLOSARIO

ATM, De las siglas en inglés de *Asynchronous Transfer Mode*, Modo de Transferencia Asíncrona, es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones.

BER *Bit Error Rate*.

Bit, (*Binary Digit*) Dígito binario. Es la unidad digital más pequeña que puede manejar una computadora. Se maneja a través del sistema binario, es decir, puede tener dos estados: 1 ó 0. Con la combinación de ocho bits (ej: 00110010) se forma un byte.

bps, Abreviatura de *Bits per Second* o Bits por Segundo. Unidad de medida para la cantidad de bits que se transfieren (entrada, salida o ambos) por segundo. De esta manera puede ser medida la conexión a Internet o a una red, etc. Cuando las transferencias de información son más grandes suelen usarse: Kbps (10^3), Mbps (10^6) etc.

DHCP *Dynamic Host Configuration Protocol*.

Duplex, es utilizado en las telecomunicaciones para definir a un sistema que es capaz de mantener una comunicación bidireccional, enviando y recibiendo mensajes de forma simultánea; *Full Duplex*, permite canales de envío y recepción simultáneos y *Half Duplex*, permite transmitir en los dos sentidos, pero no de forma simultánea.

ftp, De las siglas en inglés de *File Transfer Protocol*, es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red TCP, basado en la arquitectura cliente-servidor. Desde un equipo cliente se puede conectar a un servidor para descargar archivos desde él o para enviarle archivos, independientemente del sistema operativo utilizado en cada equipo.

FTTH, Fibra hasta el Hogar.

MHz, Abreviatura de Mega Hertz; 1 Mega Hertz = 10^6 Hertz; el Hertz es la unidad de medida de la frecuencia, número de eventos ocurridos por segundo.

Modulación, El conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora, estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea, protegiéndola de posibles interferencias y ruidos.

PBX, De las siglas en inglés de *Private Branch Exchange*, Central Secundaria Privada, es cualquier central telefónica conectada directamente a la red pública de teléfono por medio de líneas troncales para gestionar, además de las llamadas internas, las entrantes y/o salientes con autonomía sobre cualquier otra central telefónica. Este dispositivo generalmente pertenece a la empresa que lo tiene instalado y no a la compañía telefónica, de aquí el adjetivo privado a su denominación.

PON, De las siglas en inglés de *Passive Optical Network*, (APON – *ATM Passive Optical Network*), red óptica pasiva, permite eliminar todos los componentes activos

existentes entre el servidor y el cliente introduciendo en su lugar componentes ópticos pasivos (divisores ópticos pasivos) para guiar el tráfico por la red, cuyo elemento principal es el dispositivo divisor óptico (conocido como splitter). La utilización de estos sistemas pasivos reduce considerablemente los costes y son utilizados en las redes FTTH.

PMP, De las siglas en inglés de *Point to Multi Point*, referido a enlaces Punto a Multipunto.

PTP, De las siglas en inglés de *Point to Point*, referido a enlaces Punto a Punto.

QoS, De las siglas en Inglés de *Quality of Service*, son las tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de datos en un tiempo dado. Calidad de servicio es la capacidad de dar un buen servicio.

RDSI, Red Digital de Servicios Integrados, o ISDN en Inglés, los equipos terminales de la RDSI se comunican con la RTC a través de señales digitales en lugar de analógicas. Estas líneas de acceso utilizan velocidades de 128kbps en el acceso básico y de hasta 2Mbps en el acceso primario.

RTC, Red Telefónica Conmutada, o Red Telefónica Básica (RTB), es el servicio constituido por todos los medios de transmisión y conmutación necesarios que permiten enlazar a voluntad dos equipos terminales mediante un circuito físico que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma. Se trata por tanto, de una red de telecomunicaciones conmutada.

TCP, De las siglas en inglés de *Transmisión Control Protocol*, en español Protocolo de Control de Transmisión, es uno de los protocolos fundamentales en Internet. Muchos programas dentro de una red de datos compuesta por computadoras pueden usar TCP para crear conexiones entre ellos a través de las cuales puede enviarse un flujo de datos. El protocolo garantiza que los datos serán entregados en su destino sin errores y en el mismo orden en que se transmitieron. También proporciona un mecanismo para distinguir distintas aplicaciones dentro de una misma máquina, a través del concepto de puerto.

Throughput, Es el volumen de trabajo o de información que fluye a través de un sistema. Así también se le llama al volumen de información que fluye en las redes de datos. Particularmente significativo en almacenamiento de información y sistemas de recuperación de información, en los cuales el rendimiento es medido en unidades como accesos por hora.

UIT, Unión Internacional de Telecomunicaciones, en Inglés ITU, es el organismo especializado de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones, a nivel internacional, entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

WiFi, *Wireless Fidelity*, Es un nombre comercial desarrollado por un grupo de comercio industrial llamado WI-FI Alliance que describe los productos para redes de área local inalámbricas basados en los estándares 802.11 simplemente para que tenga un nombre mas accesible para los usuarios.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL, es un organismo que ejerce a nombre del Estado las funciones de administración y regulación de los servicios de telecomunicaciones y la administración de telecomunicaciones del Ecuador ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones, UIT, mientras que la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, SENATEL, es el organismo encargado de ejecutar las políticas establecidas por el CONATEL y a la vez es responsable de la administración del espectro radioeléctrico.

La Constitución Pública del Ecuador establece como una responsabilidad del Estado la provisión de servicios públicos, entre ellos las comunicaciones, estos servicios puede prestarlos directamente o a través de empresas mixtas o privadas es decir mediante delegaciones, siempre cumpliendo con acuerdos amparados por la ley.

Para cumplir con dicho mandato, se delegó al CONATEL, la creación del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano-marginales, FODETEL.

Dentro de los principales objetivos de dicha institución está, incrementar el acceso de la población en áreas rurales y urbano marginales a los servicios de telecomunicaciones, con miras a la universalización en la prestación de estos servicios para favorecer la integración nacional, mejorar el acceso de la población al conocimiento y la información, coadyuvar con la prestación de los servicios de educación, salud, y emergencias, así como ampliar las facilidades para el comercio y la producción.

Es así que en el FODETEL se generan varios proyectos de telecomunicaciones, para diferentes zonas del país, los cuales pretenden brindar servicios de telecomunicaciones en forma gratuita temporal a las comunidades beneficiadas.

Las telecomunicaciones son una oportunidad para superar la enorme brecha que divide el mundo entre países ricos y países pobres. Tomando en cuenta este factor y el hecho de que en nuestro país, las áreas rurales tienen un acceso limitado y muchas veces nulo a las telecomunicaciones, el FODETEL, a través de su Plan de Servicio Universal, incorpora en sus objetivos la implementación de proyectos orientados a la educación cuyo objetivo es lograr que la gran mayoría de las escuelas, colegios y bibliotecas de todo el territorio nacional puedan incorporarse a las TIC (Tecnologías de Información y Comunicación).

Como antecedente principal para el desarrollo de este proyecto está el hecho de que el señor Jefe Político del Cantón Píllaro mediante Oficio 2008-012-JPP del 23 de enero del 2008, solicitó la SENATEL la provisión del servicio de Internet en las unidades educativas del Cantón Píllaro como apoyo a la implementación de la red de telecomunicaciones, conectividad y contenidos para el cantón.

Seguidamente se estableció una reunión de trabajo en la que participaron funcionarios del FODETEL y funcionarios de la Tenencia Política del Cantón Píllaro, y se dieron a conocer los detalles del proyecto, fue así como se incluyó al Cantón Píllaro dentro del plan del FODETEL para el año 2008; el presente proyecto de tesis está enfocado estrictamente al Diseño de la Red de Telecomunicaciones Que Permita La Explotación De Servicios De Internet En 43 Unidades Educativas Y 2 Bibliotecas Comunitarias Ubicadas En El Cantón Píllaro, Provincia Del Tungurahua, dichas entidades están situadas en las Parroquias de, Píllaro, Baquerizo Moreno, San Andrés, Rumipamba, San José de Poaló, San Miguelito, Marcos Espinel, y Presidente Urbina.

Los beneficiados directos del proyecto serán aproximadamente 7.500 alumnos y 470 docentes; a continuación se presenta una tabla con las entidades solicitantes a ser

tomadas en cuenta para el presente proyecto, las mismas que fueron especificadas por la Tenencia Política de Píllaro:

Tabla 1. 1. Entidades Solicitantes

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO		ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	
1	Escuela Mariano Egüez	24	Escuela Manuela Cansares
2	Colegio Juan Benigno Vela	25	Escuela Atipillahuazo
3	Escuela Abel Sánchez	26	Escuela Sixto Álvarez
4	Escuela 24 de Mayo	27	Escuela Hualcopo Duchicela
5	Escuela Pisayambo	28	Escuela Rufino Carrillo
6	Escuela José Elías Vasco	29	Escuela Oto Arosemena
7	Escuela Gertrudis Esparza	30	Escuela Luis Domínguez
8	Colegio Técnico 12 de Noviembre	31	Escuela Princesa Choasanguil
9	Escuela Héctor Pilco	32	Escuela Ana Maricela Cobo
10	Escuela García Moreno	33	Escuela Efrén Cabrera
11	Escuela Rumiñahui	34	Escuela El Porvenir
12	Escuela Simón Rodríguez	35	Colegio Antonio Carrillo
13	Escuela Unión Nacional de Periodistas	36	Escuela Patria
14	Jardín Pequeños Amigos	37	Escuela Carlos T. García
15	Escuela Mariscal Sucre	38	Escuela Gabriel Urbina
16	Escuela Juan Francisco Montalvo	39	Biblioteca de San Andrés
17	Centro Artesanal Lola Gangotena	40	Biblioteca de San Miguelito
18	Colegio Los Andes	41	Colegio Jorge Álvarez
19	Escuela Isabel La Católica	42	Escuela Juan de Velasco
20	Escuela Amado Nervo	43	Joseph Matías de Villalba
21	Manuel del Carmen Pachano	44	Escuela Pablo Arturo Suárez
22	Escuela Manuela Jiménez	45	Escuela Augusto N. Martínez
23	Escuela José María Urbina		

1.2 Justificación e Importancia

Las áreas rurales sufren una gran diferencia frente a las urbanas en lo que a la educación respecta, y es indudable que el crecimiento de un país depende del nivel y calidad de la educación. El analfabetismo es una muestra de las deficiencias históricas y actuales del sistema educativo en cuanto a garantizar una mínima educación a la población. Estos hechos plantean retos de exclusiva rentabilidad social a enfrentarse como Estado, en función de orientar su gestión dando prioridad al desarrollo de tecnologías que fortalezcan el crecimiento integral del capital humano; dando especial énfasis a la niñez y juventud ecuatoriana.

El uso de Internet en el ámbito educativo posibilita, que la mente del estudiante quede liberada de tener que retener una cantidad enorme de información; solo es necesario comprender los conceptos sobre la dinámica de los procesos en los cuales una información esta encuadrada, ello permite utilizar métodos pedagógicos con los cuales el alumno puede aprender más en menor tiempo.

La inexistencia de acceso a Internet a costos razonables en las escuelas de las zonas rurales y urbano-marginales del Ecuador, para este caso específico, en el cantón Píllaro en la provincia de Tungurahua, lleva a plantear el presente proyecto incorporando la herramienta del acceso a Internet sin costo para los estudiantes. La gratuidad del servicio no debe entenderse como una dádiva, sino como una inversión en la formación de ciudadanos alfabetizados digitalmente, que en el futuro serán los demandantes de nuevos y mejores servicios de telecomunicaciones, convirtiéndose en el motor del desarrollo de este sector y por ende del país.

Este proyecto se enmarca dentro de la política del Gobierno Nacional y de su responsabilidad social, coadyuvar al cumplimiento del Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones para el período 2007 -2012; y, al Plan de Servicio Universal.

Es así que se plantean los siguientes objetivos para este proyecto:

General

- Realizar el estudio y diseño una red comunitaria, de telecomunicaciones para la dotación de servicios de Internet en 43 unidades educativas y 2 bibliotecas comunitarias del cantón Píllaro, ubicadas en las parroquias Píllaro, Baquerizo Moreno, San Andrés, Rumipamba, San José de Poaló, San Miguelito, Marcos Espinel, y Presidente Urbina, Provincia del Tungurahua.

Específicos

- Realizar el estudio de campo, necesario para el levantamiento de información topográfica de las entidades seleccionadas para el presente proyecto.
- Estudiar las posibles soluciones tecnológicas para implementar la red de telecomunicaciones requerida, y determinar cual de ellas será la que cumpla con los requerimientos y satisfaga las necesidades de la comunidad educativa de Píllaro-Tungurahua.
- Investigar el Marco Regulatorio, vigente, en nuestro país para que el diseño a realizarse cumpla con las leyes que rigen a las telecomunicaciones en el Ecuador.
- Diseñar y Dimensionar la red para obtener resultados óptimos de cobertura y desempeño de la misma.
- Simular la red diseñada, usando el software Radio Mobile, el cual fue designado y es de uso por el FODETEL.
- Realizar un análisis de costos y factibilidad de implementación, junto con análisis de sensibilidad económica.
- Establecer el plan de sostenibilidad para permitir la vigencia del proyecto en el tiempo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se abordarán varios temas que fueron de interés para alcanzar el diseño apropiado de la red, se presenta un listado de dichos temas a continuación:

- Tecnologías de Acceso
- Radio Enlace
- Software de Diseño a Usarse

2.1 Tecnologías de Acceso

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

Este apartado se centra principalmente en aquellas tecnologías de acceso que dan un servicio fiable y con QoS garantizada de extremo a extremo.

Se tomaron en cuenta dos tipos de tecnologías:

- Tecnologías sobre Cable
 - Par de cobre (xDSL)
 - Fibra Óptica
- Tecnologías Inalámbricas
 - Acceso por satélite

- CDMA 450
- Tecnología WiFi

2.1.1 Par de Cobre (xDSL)

Introducción

En los años 80 y 90, el acceso telefónico RTC, era insuficiente para dar soporte a las nuevas aplicaciones que empezaban a surgir, bajo esta premisa se intentó mejorar el acceso conmutado RTC, mediante un enlace asimétrico, para así dotar de mayor velocidad al enlace descendente red-usuario, que al ascendente usuario-red, pero esta opción seguía sin satisfacer las necesidades de los usuarios y de los nuevos servicios. Pese a los aumentos de velocidad sobre los módems de 56Kbps, como en los módems RDSI, que llegaban a velocidades de 64Kbps y 128Kbps, seguían siendo soluciones intermedias que ofrecían la posibilidad de transmisión de datos y voz, pero impidiendo aun la transmisión de video de buena calidad, o aplicaciones que requieran de un mayor ancho de banda.

Amparada en la tecnología xDSL, que fue creada en el año 1987 por Bellcore (*Bell Communications Research*), surgió la tecnología ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line* o Línea de Abonado Digital Asimétrica) en el año 1989, esta denominación proviene de dotar de velocidades de transmisión y recepción diferentes, consiguiendo de esta manera comunicaciones bidireccionales asimétricas sobre el par trenzado.

Alrededor de los años 1999 y 2000, esta tecnología empezó a tener éxito, cuando las compañías telefónicas, que disponían de un cableado de par trenzado hasta cada hogar, se percataron de la posición en la que se encontraban para explotar una tecnología que podía llegar a ofrecer elevadas velocidades en el canal descendente, de hasta 6Mbps.

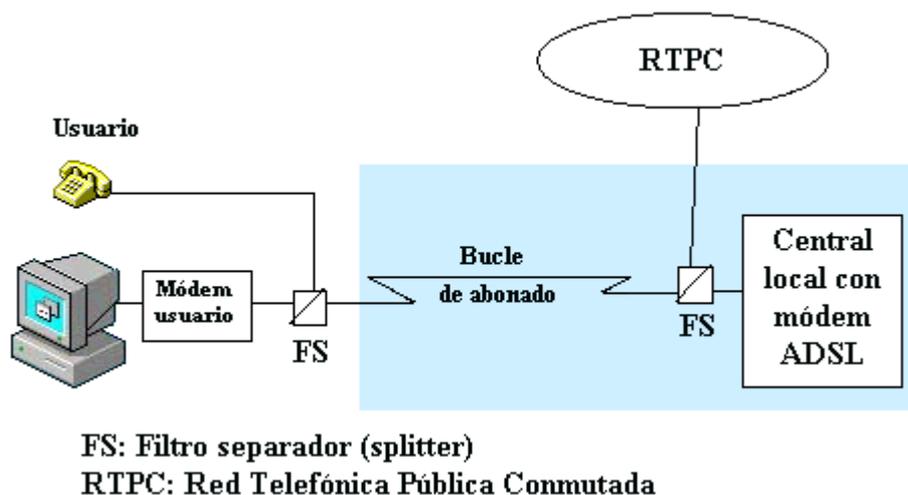
Cabe mencionar que hoy en día ADSL se ha convertido en el sistema más desplegado en todo el mundo, este éxito radica de manera fundamental en la amplia comercialización en el mercado residencial.

Arquitectura de Red

El común denominador de todas las tecnologías xDSL, es que funcionan sobre bucle de abonado local. Como consecuencia de ello las redes de acceso xDSL se han visto impulsadas por las operadoras clásicas de telefonía, como tecnología que permitiera el acceso al servicio de banda ancha sobre los tradicionales pares de cobre, que daban servicio a la telefonía. Esta tecnología se basa fundamentalmente en la utilización por parte de las compañías proveedoras del par trenzado que llega hasta cada teléfono (en caso de particulares) o centralitas (empresas u otros). Gracias a esto esta tecnología no requiere de la implantación de ninguna red, o coste alguno, exceptuando los equipos que se encargan de transmitir y adaptar la información que va a ser envía desde el origen.

La base del despliegue de esta tecnología es el par trenzado. Este consiste dos pares de cobre aislados, trenzados entre si para protegerlos de radiaciones y envueltos en una protección de plástico. Además este medio de transmisión tiene la ventaja de ser un medio muy flexible y de coste relativamente bajo para la transmisión de voz y datos. Sin embargo, presente el inconveniente de que ofrece un ancho de banda bastante limitado. De esta forma, las diferentes tecnologías xDSL se caracterizan por la relación entre las distancias alcanzadas entre módems, velocidad, y simetrías entre el trafico ascendente y descendente. De esta forma cada módem xDSL se adapta un tipo diferente de aplicación.

La arquitectura fundamental de las tecnologías xDSL, y en particular de ADSL, se basa en la existencia de una pareja de módems situados a ambos extremos del par de cobre no tienen lugar entre cualquier usuario de la red de la RTB a nivel global. Las diversas modulaciones empleadas no pueden transportarse a gran distancia ni sobre cualquier categoría de cable ni tampoco la señal proveniente del enlace ascendente puede atravesar los equipos de conmutación de circuitos de la RTB; por lo tanto estos enlaces de datos solo pueden establecerse entre el usuario y la central.

Figura 2. 1. Esquema Básico ADSL¹

Estándares

Antes de comenzar es adecuado introducir el concepto de “estándar”. En 1978 la US-NSPAC (Comité consultivo de la política nacional de los estándares) definió “estándar” como:

“Un sistema de reglas prescrito, condiciones o requerimientos que atañen a las definiciones de los términos; clasificación de los componentes; especificación de materiales, prestaciones u operaciones; delimitación de procedimientos; o medidas de la cantidad y calidad en la descripción de materiales, productos, sistemas, servicios o prácticas”

La familia de tecnologías xDSL es muy amplia, existen variantes que permiten diferentes velocidades y distancias, el factor común entre de todas ellas, además de ser tecnologías de acceso sobre par trenzado de banda ancha, es el uso de modulaciones eficientes para alcanzar velocidades de transmisión elevadas. Son caracterizadas por la relación entre la distancia alcanzada entre módems, velocidad y simetrías entre el tráfico descendente y el ascendente. Como consecuencia de estas características, cada tipo de módem DSL se adapta preferentemente a un tipo de aplicaciones.

¹ Fuente:

http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/Tecnologias%20de%20Acceso/ADSL/ADSL_index.htm

HDSL (*High Speed Digital Subscriber*)

Es una tecnología simétrica y bidireccional, por lo que la velocidad desde la central al usuario y viceversa es la misma, esta es implementada principalmente en PBX, la velocidad alcanzada proporciona enlaces primarios E1 a 2 Mbps o T1 a 1,544 Mbps (*full duplex*). Alcanza velocidades de 1,544 Mbps utilizando dos pares de cobre y 2,048 Mbps sobre tres pares.

SHDSL (*Symmetric High speed Digital Subscriber Line*)

Es un sistema considerado como una mejora de HDSL, y orientado a reemplazarlo, se destaca por el empleo de un único par, y es de mayor alcance que los sistemas HDSL análogos. El SHDSL es un sistema simétrico, con velocidades de datos iguales en ambos sentidos de la comunicación y por lo tanto full-duplex. Los regímenes de datos e van desde 192Kbps a 2.3Mbps o desde 384kbps a 4.6Mbps sobre dos pares.

ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*)

Esta tecnología es la más popular y comercial de las variantes xDSL existentes en la actualidad. Es un sistema asimétrico, bidireccional, compatible con el servicio telefónico y de transmisión digital. La característica más importante de esta técnica es que comparte del espectro con la telefonía o la transmisión RDSI sobre el mismo par, permitiendo así el empleo simultáneo del par de cobre para la conversación telefónica y la transmisión de datos; logra esto al colocar un *splitter* (filtro separador de bandas) o microfiltro en la residencia del cliente.

ADSL es un sistema asimétrico, posee mayor velocidad en la dirección red usuario, que en la dirección usuario red. Pese a las bondades de ADSL, como estándar principal de xDSL, también es un sistema altamente limitado, por el medio en el que se implementa., posee una gran limitación en el alcance, este no debe superar 5,5Km medidos desde la central telefónica. El objetivo de los sistemas ADSL es llegar a la mayor parte de los abonados dentro del área de servicio.

Actualmente, en diversos países (como España) las empresas de telefonía están implantando versiones mejoradas de esta tecnología como ADSL2 y ADSL2+, estos tienen la capacidad de suministro y televisión de alta calidad por medio del par telefónico, con estas se dio la aparición de ofertas integradas de voz, datos y televisión, a partir de una misma línea o empresa.

Tabla 2. 1. Comparativa Tecnologías ADSL

	ADSL	ADSL2	ADSL2+
Ancho de banda de Descarga [MHz]	0,5	1,1	2,2
Velocidad Máximo de Descarga [Mbps]	8	12	24
Velocidad Máxima de Subida [Mbps]	1	2	5
Tiempo de Sincronización [s]	10 a 1000	3	3
Corrección de Errores	No	Sí	Sí

VDSL (*Very high speed Digital Subscriber Line*)

Logra aumentar ancho de banda sobre el par de cobre, hasta llegar a los 11MHz, con la consiguiente mejora en la tasa de transferencia. Sin embargo, estos anchos de banda sólo pueden ser operativos en alcances más reducidos de los que presentados en ADSL y HDSL. En VDSL la distancia cubierta es mucho menor, nunca superior a 1,5Km, esto hace que la tecnología VDSL se implemente conjuntamente con un amplio despliegue de fibra en la planta, hasta nodos que cubran la última distancia hasta el abonado con tiradas muy cortas de cobre.

VDSL es, así como ADSL, compatible con el servicio telefónico simultáneo, es actualmente una tecnología no madura, sin despliegue real y muy dependiente del despliegue de fibra hasta la vecindad del abonado.

SDSL (*Single line Digital Subscriber Line*)

Es una tecnología similar a HDSL pero utiliza únicamente un par, pero tiene su tope de alcance en los 3Km, a pesar de este detalle, las velocidades son las mismas que en HDSL.

IDSL (*ISDN Digital Subscriber Line*)

Ofrece un servicio básico de RDSI utilizando la tecnología DSL. Los circuitos de IDSL llevan los datos (no voz). IDSL también funciona sobre un par de hilos y alcanza 5,5Km.

ADSL (*Rate Adaptive Digital Subscriber Line*)

Puede adaptarse a cambios en las condiciones de la línea y ajustar las velocidades por separado para maximizar el rendimiento de cada línea individual.

A partir de este punto el desarrollo está centrado en el análisis de ADSL, por ser este el más popular y comercial del mercado, a más de ser la opción a tomar en cuenta para el diseño de la red “Píllaro”, en vista de la disponibilidad de esta tecnología en los proveedores de nuestro país.

Estructura de la Red ADSL

Para obtener un conocimiento detallado de esta tecnología se analizarán, los elementos, modulaciones y las prestaciones de tráfico que esta ofrece.

Elementos de la Red ADSL

Los elementos que intervienen en la red ADSL son:

- **MODEM ADSL o ATU-C (*ADSL Terminal Unit Central*)**, este reside en el nodo de acceso y su función es la de modular la información digital para adaptarla al bucle de abonado.
- ***Splitters* o Microfiltros**, Estos se encargan de separar la voz de los datos transmitidos, este hecho particular lo logra haciendo que la voz vaya desde el teléfono abonado hasta la Red telefónica Conmutada Pública, y los datos desde el equipo Terminal hasta la red de acceso al servicio.
- **Bucle**, Por este se envían las señales de voz y datos. La modulación evita que interfieran las bandas de ambos.

- **MODEM ADSL o ATU-R (ADSL Terminal Unit Remote)**, este reside con el abonado o usuario final, convierte la información digital de la red de usuario en celdas ATM y la modula para que pueda enviarse por el bucle de abonado.

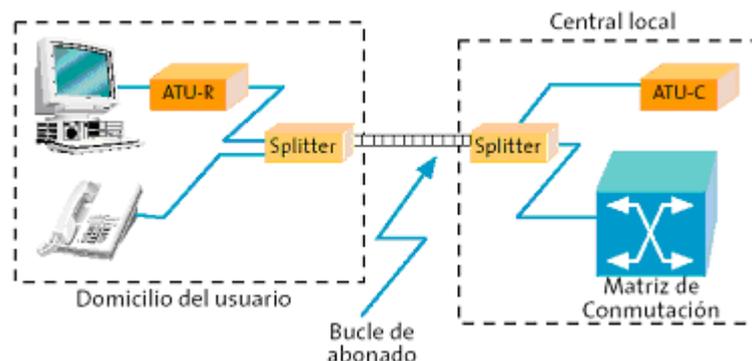


Figura 2. 2. Arquitectura ADSL²

Modulaciones

Las modulaciones empleadas en ADSL son un aspecto clave para permitir el acceso de banda ancha en el par de cobre. Como se expresó con anterioridad, el objetivo de los sistemas ADSL es llegar a la mayor parte de los usuarios dentro del área de servicio, que no es más que la zona geográfica en la que la central de conmutación puede dar servicio a los usuarios. Existen grandes limitaciones que no permiten la implantación de las tecnologías ADSL en algunos lugares, por ejemplo si la distancia a la central de conmutación supera la distancia máxima, el servicio es inviable, adicionalmente el estado de los pares es fundamental para determinar la calidad y la distancia máxima donde el servicio es operativo.

En cuanto a la velocidad que se puede alcanzar en función del tipo de par trenzado ADSL verifica (de forma teórica):

- 1,5 ó 2Mbps para un par de 0,5mm, distancia 5,5Km.
- 1,5 ó 2Mbps para un par de 0,4mm, distancia 4,6Km.
- 6,1Mbps para un par de 0,5mm, distancia 3,7Km.
- 6,1Mbps; para un par de 0,4mm, distancia 2,7Km.

² Fuente:

http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/Tecnologias%20de%20Acceso/ADSL/ADSL_index.htm

Podemos apreciar que la tasa máxima que se puede conseguir mediante los módems ADSL varía en función de la longitud del bucle de abonado, y del diámetro del hilo.

Modulación 2B1Q

2B1Q es un tipo de codificación de línea, en la cual, pares de bits binarios son codificados de 1 a 4 niveles para la transmisión (por tanto 2 binarios/1 cuaternario). Puede emplearse también en SDSL y HDSL.

Modulación CAP (*Carrierless Amplitud Phase*)

Este fue el primer sistema empleado en la transmisión ADSL, sencillo y de bajo costo, pero de menor rendimiento que DMT. La modulación es "carrierless", donde una portadora real es superpuesta por la banda de transmisión, formando un filtro a través del cual los símbolos fuera de los límites son filtrados.

La Modulación CAP está basada en la Modulación QAM. El receptor de QAM necesita una señal de entrada que tenga la misma relación entre espectro y fase que la señal transmitida. Las líneas telefónicas instaladas no garantizan esta calidad en la recepción, así pues, una implementación QAM para el uso de xDSL tiene que incluir ecualizadores adaptativos que puedan medir las características de la línea y compensar la distorsión introducida por el par trenzado. CAP divide la señal modulada en segmentos que después almacena en memoria. La señal portadora se suprime, puesto que no aporta ninguna información. La onda transmitida es la generada al pasar cada uno de estos segmentos por dos filtros digitales transversales con igual amplitud, pero con una diferencia de fase de 90° ("cuadratura"). En recepción se reensamblan los segmentos y la portadora, volviendo a obtener la señal modulada. De este modo, obtenemos la misma forma del espectro que con QAM, siendo CAP más eficiente que QAM en implementaciones digitales.

Modulación DMT (*Discrete Multitone Modulation*)

La modulación DMT (MultiTono Discreto), es un código de línea que divide el ancho de banda disponible en unidades más pequeñas, estas bandas individuales son probadas para determinar si pueden ser utilizadas para transmitir información. DMT divide las frecuencias disponibles en 256 subcanales, dado que las señales de alta frecuencia atravesando las líneas de cobre sufren mayores pérdidas en presencia de ruido.

Antes de comenzar a transmitir, realiza una comprobación al inicio de la transmisión para determinar la capacidad de la señal portadora de cada subcanal, a continuación, los datos entrantes se fragmentan en diversos números de bits y se distribuyen entre una determinada combinación de los 256 subcanales creados, en función de su capacidad para efectuar la transmisión. Para eliminar el problema del ruido, se transportan más datos en las frecuencias inferiores y menos datos en las superiores.

2.1.2 Fibra Óptica

Introducción

Como resultado de estudios en física enfocados de la óptica, se descubrió un nuevo modo de empleo para la luz llamado rayo láser. Este último es usado con mayor vigor en el área de las telecomunicaciones debido a lo factible que es enviar mensajes con altas velocidades y con una amplia cobertura. Sin embargo, no se disponía de un conducto para hacer viajar los fotones originados por el láser.

A inicios de la década de los 50 las fibras ópticas comenzaron a interesar a los investigadores, con muchas aplicaciones prácticas que estaban siendo desarrolladas. En 1952, el físico Narinder Singh Kapany, apoyándose en los estudios de John Tyndall, realizó experimentos que condujeron a la invención de la fibra óptica.

Uno de los primeros usos de la fibra óptica fue emplear un haz de fibras para la transmisión de imágenes, que se usó en el endoscopio médico. Usando la fibra óptica, se consiguió un endoscopio semiflexible, el cual fue patentado por la Universidad de Michigan en 1956. En este invento se usaron unas nuevas fibras forradas con un material de bajo índice de refracción, ya que antes se impregnaban con aceites o ceras.

Charles Kao, en su tesis doctoral de 1956, estimó que las máximas pérdidas que debería tener la fibra óptica, para que resultara práctica en enlaces de comunicaciones, eran de 20dB/Km. En 1970 los investigadores Maurer, Keck, Schultz y Zimar que trabajaban para Corning Glass fabricaron la primera fibra óptica aplicando impurezas de titanio en sílice. Las pérdidas eran de 17dB/Km. Durante esta década las técnicas de fabricación se

mejoraron, consiguiendo pérdidas de tan solo 0,5dB/Km. Y en 1978 ya se transmitía a 10Gbps.

En 1966 un comunicado dirigido a la *British Association for the Advancement of Science*, los investigadores Charles Kao y G.A. Hockham, de Inglaterra, propusieron el uso de fibras de vidrio y luz, en lugar de electricidad y conductores metálicos, en la transmisión de mensajes telefónicos. La obtención de tales fibras exigió grandes esfuerzos de los investigadores, ya que las fibras hasta entonces presentaban pérdidas de orden de 100dB/Km, además de una banda pasante estrecha y una enorme fragilidad mecánica. Mientras tanto, como resultado de los esfuerzos, se hicieron nuevas fibras con atenuación de 20dB/Km y una banda pasante de 1GHz para un largo de 1Km, con la perspectiva de sustituir los cables coaxiales. La utilización de fibras de 100 μ m de diámetro, envueltas en nylon resistente, permitirían la construcción de hilos tan fuertes que no puedan ser rotos con las manos. Hoy ya existen fibras ópticas con atenuaciones tan pequeñas como de 1dB/Km, lo que es muchísimo menor a las pérdidas de un cable coaxial.

El 22 de abril de 1977, *General Telephone and Electronics* envió la primera transmisión telefónica a través de fibra óptica, en 6Mbps, en Long Beach, California.

El primer enlace transoceánico con fibra óptica fue el TAT-8 que comenzó a operar en 1988. Desde entonces se ha empleado fibra óptica en multitud de enlaces transoceánicos o entre ciudades, y paulatinamente se va extendiendo su uso desde las redes troncales de las operadoras hacia los usuarios finales.

En los últimos años, se han instalado servicios avanzados en millones de hogares utilizando tecnología DSL. Sin embargo, los recientes desarrollos han conducido a un creciente interés por parte de los proveedores, hacia la entrega de servicios de banda ancha sobre fibra. Estos desarrollos incluyen la implementación de FTTH (fibra-hasta-el-hogar) con fibra enterrada en nuevas construcciones y, en algunos casos, la instalación posterior de FTTH utilizando fibra aérea.

El desarrollo de la tecnología de redes ópticas pasivas ATM (APON) es esencial para el éxito de la implementación a gran escala de FTTH. Las distintas plataformas APON

permiten a los proveedores entregar servicios de banda ancha a usuarios residenciales, cubriendo sus necesidades presentes y futuras.

En 1998, la UIT presentó oficialmente el estándar G.983.1, que define el acceso óptico de banda ancha utilizando APON.

La tecnología de fibra óptica ofrece virtualmente ancho de banda ilimitado, y es ampliamente considerada como la solución fundamental para enviar acceso de banda ancha a la última milla, parte de la red donde se encuentra principalmente el cuello de botella que provoca el envío de servicios de baja velocidad, aunque hay que tener en cuenta que nuevas tecnologías como las xDSL, han logrado aumentar el ancho de banda disponible en la infraestructura de cobre existente.

Las topologías que extienden la fibra óptica a través de la arquitectura de acceso local tales como, FTTH, FTTB, FTTCab, y FTTC ofrecen un mecanismo que habilita suficiente ancho de banda para el envío de nuevos servicios y aplicaciones.

Un simple cable de fibra óptica puede teóricamente transportar trillones de bits de información cada segundo.

El grosor de una fibra óptica es muy delgado es así que se lo puede comparar a la de un cabello humano. La fibra se encuentra cubierta y protegida por varias capas que sirven para mejorar la reflexión de la luz, dentro de cada envoltura pueden encontrarse varios cables de fibra.

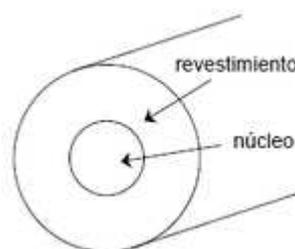


Figura 2.3 . Revestimiento de Fibra Óptica

Como principales características tenemos:

- Mayor capacidad en la transmisión de información.
- Muy poca atenuación
- Virtualmente inmune a todo tipo de interferencia.
- No la afectan las variaciones de temperatura.
- Tamaño reducido.
- No se deteriora con clima adverso ni en presencia de agua.
- Las fibras no se corroen ni se rompen en la humedad o salitre, como sucede con los alambres de cobre.

2.1.3 Enlaces Satelitales

Introducción

Los satélites han resultado un elemento fundamental en el desarrollo de las comunicaciones y las tecnologías de la información como soporte universal para el intercambio y la difusión de la misma. El éxito de las comunicaciones vía satélite en diferentes ámbitos (militar ,empresarial, hogar, etc.) viene asociado a sus características especiales, estas, asociadas a los enlaces externos a la tierra, han permitido el desarrollo de múltiples aplicaciones, así como la comunicación global, al romper las barreras físicas, geográficas y espaciales impuestas por la superficie terrestre. El satélite al estar situado en una orbita exterior a la tierra, posee unas características de difusión y repetición que le dotan de elevada capacidad para proveer servicios de acceso.

A continuación se enuncian estas características especiales:

- Costo independiente de la distancia de transmisión
- Capacidad de establecer enlaces multipunto
- Ancho de banda considerable
- Amplia cobertura geográfica, no le afectan las barreras naturales y geográficas
- Servicio disponible en zonas rurales o poco pobladas
- Facilidad para establecer nuevos mercados
- Facilidad de establecer nuevos servicios y aplicaciones.

Durante muchas décadas, este tipo de sistemas de comunicaciones fue fundamental para el desarrollo de los servicios básicos, existentes. Gracias a la capacidad de interconexión, y a la cobertura global, tradicionalmente los satélites de comunicaciones se han utilizado para establecer enlaces troncales capaces de transportar y soportar múltiples aplicaciones diferentes como, circuitos telefónicos conmutados, circuitos alquilados o canales de televisión punto a punto y de radiodifusión. Actualmente los servicios y la capacidad asociada a los enlaces vía satélite están cambiando rápidamente. Esto ha sido posible gracias los avances tecnológicos desarrollados en los últimos 20 años, a través de la integración de circuitos de alta frecuencia en los equipos espaciales, y al uso de nuevas bandas de frecuencias en el rango de decenas de GHz (Banda Ku y Ka), permitiendo reducir el tamaño y el coste de los terminales.

El desarrollo tecnológico de los satélites, hecho posible el acceso directo de los usuarios al satélite. Desde hace 40 años se emplean satélites para distribuir y difusión de programas de TV a los usuarios residenciales. Este servicio se desarrollo inicialmente como un servicio de *broadcast*, sin posibilidad de canal de retorno o comunicación con la fuente de los contenidos. Así la introducción paulatina de un canal de retorno terrestre por módem telefónico, posibilitó prestar además servicios interactivos a través de los enlaces vía satélite. En los sistemas de TV digital por satélite, parte de la capacidad puede utilizarse para acceso a Internet sustituyendo flujos de vídeo por flujos de paquetes IP, de forma similar a la combinación de servicios de TV e Internet sobre redes de cable. En la actualidad, los operadores y proveedores de servicios vía satélite, implantan sistemas unidireccionales con canales de retorno terrestres y bidireccionales, con comunicación íntegramente por el enlace satelital. Este permite una comunicación de manera más eficiente, dinámica, y con mayor capacidad. Pero como contrapunto, esta el hecho de que los servicios bidireccionales son mucho más caros y complejos tecnológicamente, al tener disponer los usuarios de equipos transmisores capaces de comunicarse con el satélite.

Estándares

El consorcio DVB (*Digital Video Broadcasting Project*) creado en 1993, define los estándares para TV digital y servicios de datos que definen las comunicaciones vía satélite. Se recogieron los diferentes intereses del mercado y desarrolló un sistema completo basado en un método unificado y normalizado. DVB usa compresión de audio (MPEG *Layer 2*) y

de vídeo (MPEG-2) y permite transmitir entre 6 y 8 veces más canales de TV que los sistemas analógicos sobre el mismo ancho de banda. El consorcio DVB tiene una parte comercial que analiza la situación del mercado y los requisitos de los usuarios, en función de los cuales la parte técnica desarrolla especificaciones técnicas. Estas especificaciones propuestas se envían al Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI) para su aprobación como estándares. Fuera de Europa, DVB compite con otros estándares como el ATSC norteamericano para TV digital.

Arquitectura de Red

La arquitectura de las redes de acceso por satélite puede ser definida en función del tipo de canal de retorno desde los usuarios hacia la red. Así de esta forma se pueden definir tres tipos de arquitectura de red básica:

- **Redes Unidireccionales.** Son redes sin canal de retorno. Sólo permiten servicios de difusión, por ejemplo distribución de TV. Son los esquemas y arquitecturas clásicas empleadas durante los años 80 y principios de los 90 cuando únicamente se tenía acceso a contenidos sin interacción con el proveedor.

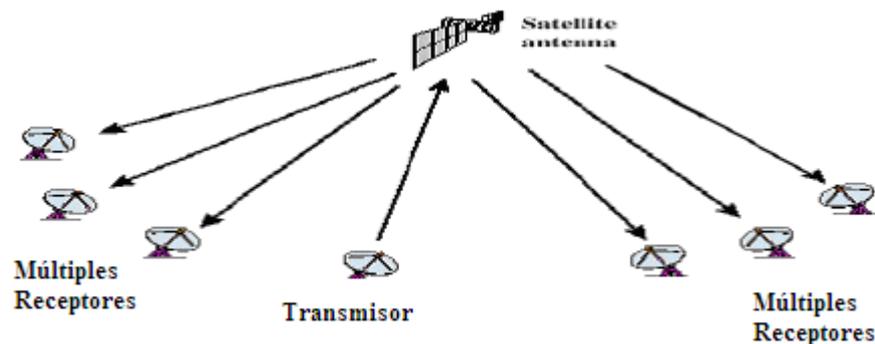


Figura 2. 4. Esquema Redes Satelitales Unidireccionales³

- **Redes Híbridas.** Son redes con canal de retorno, permitiendo la interacción con la cabecera y el servidor del servicio, pero con un canal de retorno a través de otra red diferente a la satelital, tradicionalmente red telefónica conmutada. Se basan en el

³ Fuente:

http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/Tecnologias%20de%20Acceso/SATELITE/Satellite_index.htm

estándar de transmisión DVB-S, solo en el segmento de transmisión por el enlace satelital, sin retorno por el mismo. Este tipo de redes permiten prestar servicios interactivos asimétricos, por ejemplo navegación por la Web en Internet o redes VSAT de capacidad limitada y terminal sin capacidad de transmisión. Existen diversas formas de coordinar el canal de ida por satélite con el de retorno por la otra red, de forma que la información que el usuario pide por el canal de retorno sea encaminada por el satélite, no planteándose ninguna problemática a la hora del intercambio de información. Los sistemas híbridos tienen como ventaja que los terminales son más baratos y pueden ser instalados por el propio usuario.



Figura 2. 5. Esquema Redes Satelitales Híbridas⁴

- **Sistemas bidireccionales.** Son redes completas, ya que es posible la comunicación en ambos sentidos a través del satélite. Normalmente la capacidad disponible en el sentido de bajada es mayor que en el de subida, lo que los presenta como arquitecturas de red asimétricas. Generalmente son empleados para crear redes privadas virtuales VPN's para empresas con muchas sucursales, en particular si están situadas en áreas rurales y de difícil acceso. Por ejemplo, el servicio de Correos de EE.UU. tiene unas 17000 estafetas conectadas mediante la red satélite de Spacenet. Los terminales satélite bidireccionales son más caros y usan antenas mayores que deben ser instaladas por personal especializado, pero tienen la ventaja de que no dependen de otra red para el canal de retorno. Típicamente los sistemas

⁴ Fuente:

http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/Tecnologias%20de%20Acceso/SATELITE/Satelite_index.htm

bidireccionales han estado más orientados al mercado de empresarial y de negocios, pero actualmente extendido hasta el mercado residencial, al bajar los costos y aumentar el empeño de los operadores por su implementación.

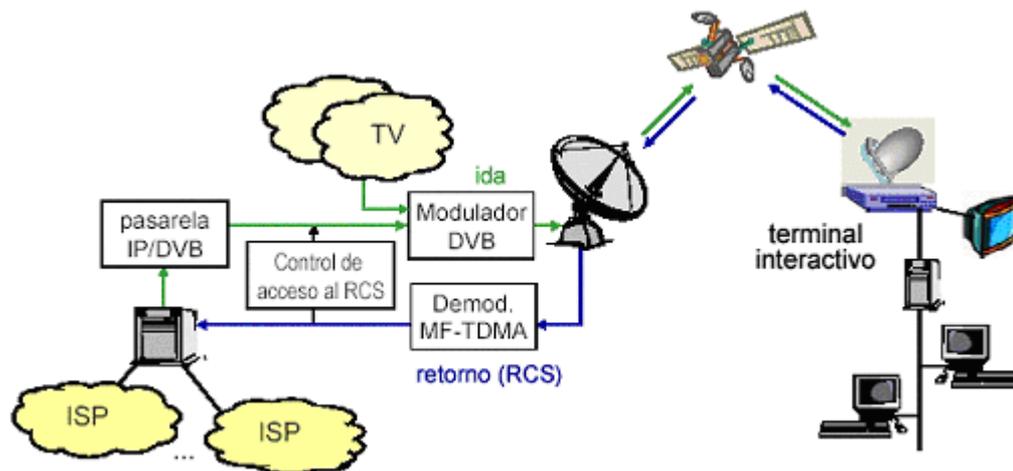


Figura 2. 6. Esquema Redes Satelitales Bidireccionales⁵

Estructura de Red

Se puede estructurar el sistema satelital como una estación repetidora (satélite) situada en el espacio, al que se conectan estaciones terrestres mediante enlaces de microondas. Los sistemas satelitales, pueden poseer diferentes configuraciones satelitales, tipos de satélites, alturas, usos, coberturas, orbitas, etc. Pero sin embargo todos comparten una serie de características comunes. Estas características son la existencia de dos segmentos diferenciados como son el segmento terrestre y el segmento espacial. Cada uno de ellos está formado por los siguientes elementos:

Segmento espacial: Satélite.

Segmento terrestre: Estaciones terrenas (diferentes según servicio), se las divide en las siguientes:

⁵ Fuente:

http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/Tecnologias%20de%20Acceso/SATELITE/Satelite_index.htm

Estaciones de capacidad alta

Formada por antenas grande de 30m de altas prestaciones, con capacidad de interconexión exterior de los contenidos recibidos y transmitidos por el satélite, así como pasarela entre redes y subsistemas terrestres.

Estaciones de capacidad media

Formada por antenas de 2-10m, y encargadas de gestionar y procesar el trafico de una empresa o región determinada.

Estaciones de capacidad pequeña (VSAT y USAT)

Antenas pequeñas de 0,5 -2m de diámetro. Son sistemas para un único usuario, dentro de las redes VSAT remotas.

Estaciones terrestres móviles

Son estaciones con antenas de tamaño 1-2m, con capacidad de movimiento o terminales telefónicos móviles. Actualmente son terminales interactivos, como los terminales GPS.

Estaciones terrestre fijas

Son terminales fijos sin capacidad de movimiento, basados en antenas de 0,5-2m a través de los cuales se reciben las señales, principalmente Internet y datos.

2.1.4 Enlaces con Tecnología Celular CDMA 450

Esta tecnología es considerada como una de las más apropiadas para soluciones en las zonas rurales, la misma que está basada o fundamentada en la tecnología CDMA 2000 pero en los 450MHz. Teniendo como ventaja la utilización de una sola estación base, la cual sin ningún obstáculo en su trayectoria podría alcanzar a cubrir hasta 80Km. Una

característica muy importante de esta tecnología es que al estar el espectro está libre en zonas rurales, es ideal, algo que no sucede en las grandes ciudades donde está siendo intensamente utilizado por diferentes servicios y tipos de terminales

CDMA2000 es usado por la telefonía móvil, a diferencia de CDMA450 que se desarrolla para tener una forma de llevar comunicaciones inalámbricas de banda ancha a las zonas rurales.

Esta tecnología es capaz de ofrecer transmisión de voz, datos e Internet a grandes velocidades. En el siguiente gráfico podemos ver que la cobertura de CDMA450, y se aprecia que el alcance es mucho mayor que sus similares.

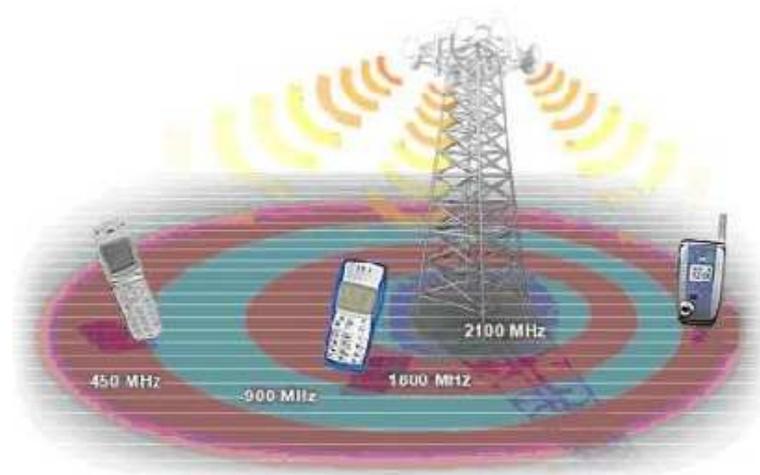


Figura 2. 7. Cobertura CDMA450⁶

La contraparte de esta tecnología es el costo que implica su implementación, tanto en los equipos como en los derechos para el uso de la banda.

Entre las principales características podemos mencionar las siguientes:

- Alta calidad de voz
- Alta velocidad de transmisión de datos
- Requerimiento de una pequeña cantidad de espectro (1,25MHz), una consideración importante para los operadores NMT450 que tienen reservado de 4 a 5MHz
- Permite un crecimiento gradual

⁶ Fuente: http://www.cdg.org/technology/3g/images/cdma_450_v04.jpg

2.1.5 Enlaces Inalámbricos WiFi

Introducción

Desde el año 2001, una de las tecnologías que se ha tomado en consideración muy seriamente para las comunicaciones de largas distancias es la IEEE 802.11, popularmente llamada WiFi; si bien este estándar no se concibió para redes extensas, sus indudables ventajas de costo, uso de frecuencias libres de licencia y gran ancho de banda, han despertado el interés de diversos agentes tecnológicos de países en desarrollo. Incluso en los núcleos urbanos de muchos países se han dado experiencias de aplicación de WiFi para distribuir el acceso a Internet con la mayor cobertura posible en exteriores. Además, el enorme éxito de WiFi en todos los ámbitos ha dado lugar a una gran cantidad de productos en el mercado, casi todos ellos de bajo consumo, a precios bajos y mucha flexibilidad de uso, especialmente en combinación con desarrollos de software abierto. Respecto al uso de frecuencias en los casos en que no hay un vacío legal, la mayor parte de los estados adoptan las restricciones de la FCC en el uso de las bandas ISM 2.4GHz y 5.8GHz usadas por esta tecnología. Como se puede apreciar en la tabla, estas normas son mucho más permisivas que las europeas y permiten realizar en las zonas rurales enlaces tanto punto a punto (PTP) como punto a multipunto (PMP) de varias decenas de kilómetros.

Tabla 2. 2. Máxima Potencia Transmisibile en 2.4GHz por Regiones

Máxima Potencia Transmisibile	Dominio Legal	Normativa
1000mW	USA y varios países en desarrollo	FCC 15.247
100mW	Europa	ETS 300-328
10mW	Japón	MTP Ordinance for Regulating Radio Equipment, Article 49-20

IEEE

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE es una organización internacional sin fines de lucro, líder en el campo de la promoción de estándares internacionales, particularmente en el campo de las telecomunicaciones, la tecnología de información y la generación de energía. IEEE tiene en su haber 900 estándares activos y otros 400 en desarrollo.

Algunos de los productos del IEEE más conocidos son el grupo de estándares para redes LAN/MAN IEEE 802 que incluye el de Ethernet (IEEE 802.3) y el de redes inalámbricas (IEEE 802.11). La actividad del IEEE se realiza a través de grupos de trabajo integrados por voluntarios internacionales que se reúnen varias veces al año para discutir y votar las propuestas, a menudo con encarnizados

Estándares

El estándar 802.11 fue aprobado por el IEEE en 1997, permitiendo trabajar con velocidades de transmisión de 1Mbps y 2Mbps. El estándar IEEE 802.11b primero, y luego los estándares IEEE 802.11a y IEEE 802.11g, añadieron nuevas técnicas de modulación en la capa física logrando mayores velocidades de transmisión y una mayor robustez en la conectividad.

El estándar IEEE 802.11b trabaja en la banda de frecuencia de 2.4GHz utilizando el sistema de transmisión HR/DSSS. Mediante el uso de la modulación CCK se da soporte a las velocidades de transmisión de 5.5Mbps y 11Mbps. Se cuenta con catorce canales (que pueden estar limitados a once o trece según el país) de 22MHz, de los cuales se pueden utilizar simultáneamente hasta tres de forma no interferente.

El estándar IEEE 802.11a trabaja en la banda de frecuencia de los 5GHz utilizando la técnica de transmisión OFDM. Da soporte a velocidades de transmisión de 6Mbps a 54Mbps y ocho canales no interferentes de 20MHz. Esta banda de frecuencia está menos saturada que la de 2.4GHz, lo cual es una ventaja, ya que la banda de 2.4GHz también es utilizada por algunos teléfonos inalámbricos, hornos microondas y equipos Bluetooth. El gran inconveniente de este estándar es el de no ser compatible con el IEEE 802.11b, mucho más difundido.

El estándar IEEE 802.11g fue desarrollado a raíz del importante problema de incompatibilidad entre los equipos de IEEE 802.11a y IEEE 802.11b. Además, la creación de este estándar atendía al interés en incrementar la capacidad de los equipos y redes WiFi. IEEE 802.11g trabaja en la banda de frecuencia de 2.4GHz, manteniendo además los

mismos canales y modulaciones de IEEE 802.11b, y añade el sistema OFDM mediante el cual se soportan velocidades de transmisión de hasta 54Mbps.

Topologías de Red Relevantes en Conexión de Redes Inalámbricas

A continuación se hacen algunas observaciones generales que ayudarán a entender cómo y por qué algunas topologías de red, pueden o no, ser aplicadas a redes inalámbricas. Estas observaciones pueden sonar triviales, pero su comprensión es fundamental para lograr la implementación de una red inalámbrica exitosa.

Topología Bus o Barra

No aplicable generalmente. Estudiando la topología de bus se puede notar que cada nodo se conecta a todos los demás nodos, en el punto donde un cable se conecta con otros cables. En el caso inalámbrico esta topología es equivalente a una red de malla completa operando en un canal único.

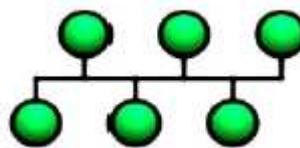


Figura 2. 8. Topología Bus o Barra

Topología Estrella

Esta es la topología estándar de una red inalámbrica.

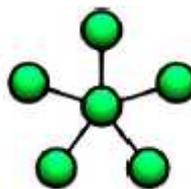


Figura 2. 9. Topología Estrella

Topología Línea o Multiconcentrador

Con dos o más elementos. Una línea de dos nodos es un enlace Punto a Punto.



Figura 2. 10. Topología Línea o Multiconcentrador

Topología Árbol

Típicamente usado por ISP's (Proveedores de Servicio de Internet Inalámbricos)

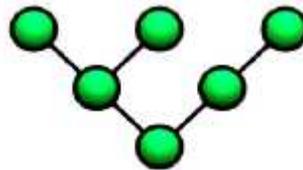


Figura 2. 11. Topología Árbol

Topología Anillo

Sí es usada, pero muy difícil de encontrarla

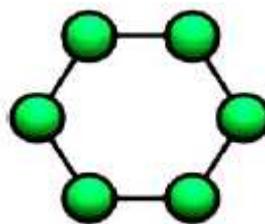


Figura 2. 12. Topología Anillo

Topología Malla

Es de uso común pero la mayoría son mallas parciales.

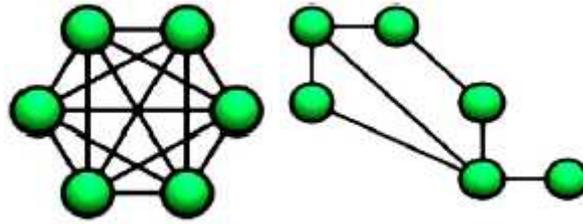


Figura 2. 13. Topología Malla y Malla Parcial

Componentes de Redes Inalámbricas

Punto de Acceso

Un punto de acceso es un “concentrador” inalámbrico. El transmisor/receptor conecta entre sí los nodos de la red inalámbrica y normalmente también sirve de puente entre ellos y la red cableada. Un conjunto de puntos de acceso se pueden conectar unos con otros para crear una gran red inalámbrica.

Un punto de acceso debe distinguirse de un enrutador inalámbrico, que es muy común en el mercado actual. Un enrutador inalámbrico es una combinación entre un punto de acceso y un enrutador, y puede ejecutar tareas más complejas que las de un punto de acceso. Considere un enrutador inalámbrico como un puente (entre la red inalámbrica y la red Ethernet) y un enrutador (con características de enrutamiento IP).

Los enrutadores o ruteadores y los puentes se pueden encargar de interconectar dos redes (por ejemplo Internet y su red local, o dos redes locales). Los ruteadores a diferencia de los puentes pueden hacer más eficiente el transporte de paquetes entre las redes debido al uso de tablas de enrutamiento que permiten determinar la mejor ruta que puede seguir un paquete de datos para llegar a su destino, además un enrutador inalámbrico se encargará de realizar la traducción de direcciones de red (NAT) o enmascaramiento. Los puntos de acceso podrán captar las señales de los ruteadores y clientes, amplificándolas para dar una mayor cobertura a la red. A pesar de que los puntos de acceso son “transparentes” para los otros dispositivos de la red, siempre se les debe asignar una dirección IP que permita su configuración. Esto aplica a todos los dispositivos de la red, los cuales para ser gestionados requieren tener asignada una dirección IP.

Puentear vs. Enrutar

Un puente es un dispositivo que permite interconectar diferentes redes, independientemente del protocolo que cada una utilice. Esto ocurre debido a que un puente trabaja en los niveles 1 y 2 del modelo OSI (físico y datos respectivamente), utilizando la dirección MAC1 de los dispositivos, para definir la red de donde proviene y hacia donde se dirige un paquete de datos.

Un enrutador permite también interconectar varias redes, pero a diferencia de un puente, estas deben utilizar el mismo protocolo. Un enrutador trabaja en las 3 primeras capas del modelo OSI y utiliza las direcciones de red de los equipos que toma de la capa 3 (de red), las cuáles corresponden a un protocolo específico.

Si se desea interconectar dos redes que utilizan el mismo protocolo (p.e. IP) es recomendable utilizar un enrutador ya que este tiene la capacidad de optimizar las rutas recorridas por los paquetes para llegar a su destino utilizando tablas de enrutamiento que se actualizan constantemente aumentando su eficiencia.

Se recomienda el uso de puentes cuando no es posible crear subredes IP o cuando el protocolo de su red no permite enrutamiento (NetBIOS, o DECnet). Un puente es más fácil de configurar pero puede afectar el rendimiento de la red.

Clientes Inalámbricos

Los clientes se conectan a un punto de acceso mediante su nombre. Este mecanismo de identificación se conoce como *SSID-Service Set Identifier*- (Identificador del Conjunto de Servicio) y debe ser el mismo para todos los miembros de una red inalámbrica específica. Todos los punto de acceso y clientes que pertenecen a un mismo ESS -*Extended Service Set*- (Conjunto de Servicio extendido) se deben configurar con el mismo ID (ESSID).

Conectarse a una red inalámbrica con SSID "x" es equivalente a conectar un computador a un punto de red sobre una pared identificado con la etiqueta "x".

Modos de Operación

El conjunto de estándares 802.11 definen dos modos fundamentales para redes inalámbricas:

1. Ad hoc
2. Infraestructura

El modo puede ser visto como la configuración individual de la tarjeta inalámbrica de un nodo, más que como una característica de toda una infraestructura.

Modo Ad hoc

También conocido como punto a punto, es un método para que los clientes inalámbricos puedan establecer una comunicación directa entre sí. Al permitir que los clientes inalámbricos operen en modo ad hoc, no es necesario involucrar un punto de acceso central. Todos los nodos de una red ad hoc se pueden comunicar directamente con otros clientes.

En una red ad hoc el rendimiento es menor a medida que el número de nodos crece. Para conectar una red ad hoc a una red de área local (LAN) cableada o a Internet, se requiere instalar una Pasarela o Gateway especial.

Modo Infraestructura

Contrario al modo ad hoc donde no hay un elemento central, en el modo de infraestructura hay un elemento de “coordinación”: un punto de acceso o estación base. Si el punto de acceso se conecta a una red Ethernet cableada, los clientes inalámbricos pueden acceder a la red fija a través del punto de acceso. Para interconectar muchos puntos de acceso y clientes inalámbricos, todos deben configurarse con el mismo SSID. Para asegurar que se maximice la capacidad total de la red, también se conoce como maestro cliente.

Uso de WiFi para largas Distancias

Debido a que la que la tecnología WiFi fue en su inicio diseñada para redes locales, la mayor dificultad reside en su aplicación para largas distancias.

Los límites físicos de distancia alcanzable con WiFi dependerán, por lo tanto, de los siguientes parámetros:

- La máxima potencia que podamos transmitir (PIRE).
- Las pérdidas de propagación.
- La sensibilidad de recepción.
- La mínima relación señal a ruido que estemos dispuestos a aceptar como suficiente.

El propio estándar determina que los límites de potencia que se puede transmitir dependen de la legislación que permita la banda de frecuencias ISM para cada región geográfica.

Además, hay algunos aspectos de la capa física que deben ser tenidos en cuenta para obtener una mayor estabilidad en el enlace:

- Velocidad. El protocolo IEEE 802.11 recoge distintas velocidades según el modo de funcionamiento: 1, 2, 5.5 y 11Mbps para 802.11b; 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54Mbps para 802.11a, y el conjunto de todas las anteriores para el modo 802.11g. Estos modos usan diferentes tipos de modulación y codificación, de forma que cuanto mayor sea la velocidad, mayor es la potencia necesaria en recepción para mantener un enlace con una BER baja. Esta potencia, llamada sensibilidad, obliga a usar velocidades bajas si se quiere lograr enlaces de larga distancia con una cierta estabilidad. La diferencia en la sensibilidad de recepción entre 1 y 11Mbps, aunque depende de equipos, suele ser de más de 10dB, lo cual equivale prácticamente a cuadruplicar con 1Mbps el alcance que se tiene con 11Mbps. Si además se tiene en cuenta que la banda ISM 2.4GHz impone limitaciones en cuanto al nivel de potencia que es legal transmitir, es fácil comprobar que para enlaces muy largos normalmente deben usarse las velocidades más bajas de 802.11b para tener

estabilidad y buena calidad. La aparición de tarjetas con mejores sensibilidades o la tecnología 802.11g pueden ayudar a lograr velocidades mayores.

- Se debe añadir también que en términos de estabilidad y prestaciones resulta mejor configurar la velocidad del canal a un valor fijo. La experiencia recomienda ser conservadores para soportar una cierta pérdida de prestaciones que sin duda se va a dar con el tiempo por pérdida de alineación de las antenas, cambios climáticos y otros factores.
- Fenómenos meteorológicos. En las zonas rurales es frecuente encontrar condiciones meteorológicas adversas. Aunque tradicionalmente se suele decir que las lluvias influyen “de forma sensible” a partir de los 10GHz, cuando los enlaces son muy largos una pequeña atenuación en dB/Km acaba siendo importante. Los estudios consultados no parecen conceder mucho peso a la atenuación de nubes y nieblas, pero todo depende de la distancia.
- Polarización. El mejor comportamiento se da con polarización vertical, pero las condiciones atmosféricas y el terreno pueden producir una cierta despolarización, con lo que la recepción de la señal empeora y su atenuación aumenta.
- Interferencias. Si bien en las zonas rurales aisladas esto no suele suceder, los enlaces que conectan zonas aisladas con zonas urbanas se pueden ver afectados por este problema.

Los equipos que usan esta tecnología usan bandas de operación libre “ISM”, autorizada por el Estado Ecuatoriano mediante la Resolución 417-15-CONATEL-2005⁷, a continuación se presenta un listado de dichas bandas o rangos de frecuencias libres:

- 902 – 928 [MHz]
- 2400 – 2483.4 [MHz]
- 5150 – 5250 [MHz]

⁷ Ver ANEXO 5, Resolución 417-15-CONATEL-2005

- 5250 – 5350 [MHz]
- 5470 – 5725 [MHz]
- 5725 – 5850 [MHz]

Arquitectura de Redes WiFi para largas Distancias

La topología más básica de una red WiFi es aquella en la que un conjunto de estaciones (mínimo dos), se conectan entre sí de forma directa (Ad hoc). En este tipo de redes las estaciones se comunican de forma directa a través del medio inalámbrico sin que medie ninguna otra. Debido a las limitaciones inherentes en el alcance de las transmisiones puede que no todas las estaciones sean capaces de establecer comunicación entre sí, puesto que deberán estar dentro del rango del alcance una de otra.

Es necesario establecer una diferenciación funcional de tres tipos de nodos:

Estación pasarela: es una estación dotada de conectividad final a Internet, permitiendo al resto de estaciones de la red inalámbrica acceder a través de ella a Internet.

Puede haber una o varias de estas estaciones en una red inalámbrica, pero lo más frecuente sea que no se disponga más que de una. EL uso de más de una implica el uso de encaminamiento dinámico. Estas estaciones frecuentemente tendrán que desempeñar funciones como NAT o cortafuegos.

Repetidor: los distintos repetidores se unen formando la red troncal que se encarga de conmutar las comunicaciones con otras estaciones.

Estación cliente: Es aquella que se beneficia y hace uso de todos los servicios que la red pone a su servicio, estos servicios se basan principalmente en: correo electrónico, acceso a la Internet y la transferencia de archivos.

Interferencias

Para evitar interferencias entre los enlaces, existe una división de frecuencias dentro de las bandas, estos son llamados canales. A continuación se presenta una tabla con los canales existentes en la banda de 2.4GHz y 5GHz.

Tabla 2. 3. Canales en las bandas 2,4GHz y 5.8GHz

Identificador de Canal	Frecuencia [MHz]	Identificador de Canal	Frecuencia [MHz]
1	2412	34	5170
2	2417	36	5180
3	2422	38	5190
4	2427	40	5200
5	2432	42	5210
6	2437	44	5220
7	2442	46	5230
8	2447	48	5240
9	2452	52	5260
10	2457	56	5280
11	2462	60	5300
12	2467	64	5320
13	2472	149	5745
14	2484	153	5765
		157	5785
		161	5805

Equipos

En la actualidad se dispone de equipos de radio, que ofrecen prestaciones para realizar enlaces Punto a Punto, tanto como, Punto a Multipunto; podemos encontrar Puntos de Acceso (AP), y equipos para estaciones cliente (CPE) y en los mejores casos estos equipos son configurables para funcionar en cualquiera de estos modos.

Este tipo de equipos son una solución óptima para desplegar redes WiFi de larga distancia, suelen poseer potencias de transmisión adecuadas, antenas integradas o en su mayoría, conectores para antenas externas. Permitiendo así colocarlos en los dos extremos del enlace, y bajo una configuración adecuada de canales obtener un enlace confiable para brindar los servicios previamente mencionados.

Es posible encontrar equipos que trabajan en la banda de 2.4GHz así como 5GHz, que cumplen con los Estándares IEEE 802.11. A continuación se presenta uno de estos equipos con sus características.

Tranzeo 5Plus

- Equipo todo en uno AP/PTP/CPE
- Frecuencia de Operación 5Ghz (5.3GHz, 5.4GHz, 5.8GHz)

- Potencia controlable hasta +23dBm
- Doble Puerto Ethernet
- Bajo consumo de potencia (7W)
- Seguridad WPA y WEP
- LED's de señalizadores de alineamiento
- Sensibilidad del Receptor -76dBm @ 54Mbps
- Conector tipo N para antena externa
- Estándar 802.11a



Figura 2. 14. Tranzeo 5Plus

Para realizar un enlace con estos equipos es necesario tomar en cuenta los valores de potencia de transmisión, umbral de recepción, ganancia de las antenas usadas y velocidad de transmisión, para realizar el cálculo apropiado y así tener un enlace confiable. Este tema es ampliado en el apartado de Radio Enlace.

Antenas

La antena es el dispositivo físico que sirve de interfaz entre las ondas electromagnéticas guiadas por el cable o la guía-onda y el espacio libre o el aire.

Características Fundamentales

La antena debe transferir la máxima cantidad de energía desde el cable o guía-onda procedente del transmisor hacia la dirección donde se encontrará la estación receptora correspondiente. Para ello, la impedancia característica de la antena debe acoplarse a la impedancia del cable o guía-onda a la cual está conectada.

Los cables coaxiales se producen con impedancias de 50 o 75 ohmios. En televisión se utiliza frecuentemente el valor de 75 ohmios, pero en todas las demás aplicaciones el valor predominante es de 50 ohmios.

Cuando la impedancia de la antena es diferente a la de la guía-onda o cable que la alimenta, parte de la energía entregada a la antena se reflejará hacia el alimentador donde puede inclusive causar daños en el transmisor. En todo caso disminuye la cantidad de energía disponible para la comunicación, por lo que es necesario siempre esmerarse para lograr que la impedancia del alimentador se acople a la de la antena.

Características de las Antenas

Entre las principales características de las antenas podemos encontrar:

- Ganancia de la antena
- Diagrama de radiación o patrón de radiación
- Ancho del haz
- Impedancia de entrada
- Polarización

Ganancia de la Antena

Se define a la ganancia de una antena dada como el cociente entre la cantidad de energía irradiada en la dirección preferencial y la que irradiaría una antena isotrópica (irradia en todos los sentidos) alimentada por el mismo transmisor. Este número se expresa en decibeles con relación a la isotrópica y por ende se denota en dBi.

Es muy importante entender que las antenas son elementos pasivos que no amplifican la señal de radio. Las antenas sólo concentran la señal en la cierta dirección.

Cuando se usa como transmisora la antena es responsable de dirigir la potencia del radiotransmisor en la cierta dirección; cuando actúa como receptora la antena colecta la potencia de radio que le envió el transmisor.

Si una antena tiene una ganancia de 3dBi en cierta dirección, quiere decir que la potencia transmitida o recibida en esa dirección es equivalente a la potencia que será transmitida o recibida por una antena isotrópica que usa doble de la potencia en el radio transmisor.

Diagrama de Radiación

El diagrama de radiación o patrón de radiación es una gráfica de la potencia de la señal transmitida en función del ángulo espacial, en ellos podemos apreciar la ubicación de los lóbulos laterales y traseros, los puntos en los cuales no se irradia potencia (NULOS) y adicionalmente los puntos de media potencia.

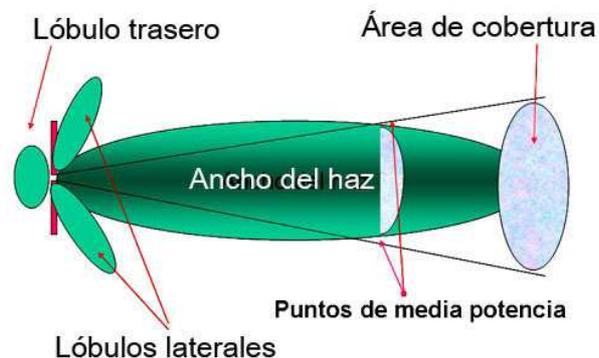


Figura 2. 15. Diagrama de Radiación

Los diagramas de radiación son volúmenes y como tal se representan en forma tridimensional, en la siguiente figura se aprecia un diagrama de radiación, se ha representado la intensidad mínima por el color rojo y la máxima con el color azul.

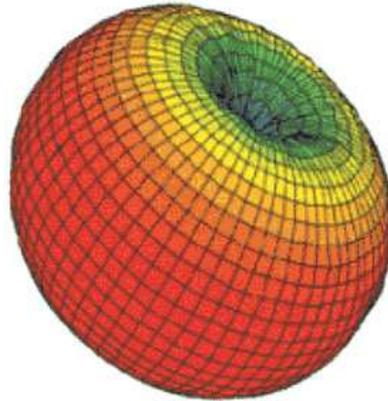


Figura 2. 16. Diagrama de Radiación Tridimensional

Normalmente los diagramas de radiación se representan de forma bidimensional en dos planos, el vertical y el horizontal, como se muestra a continuación:

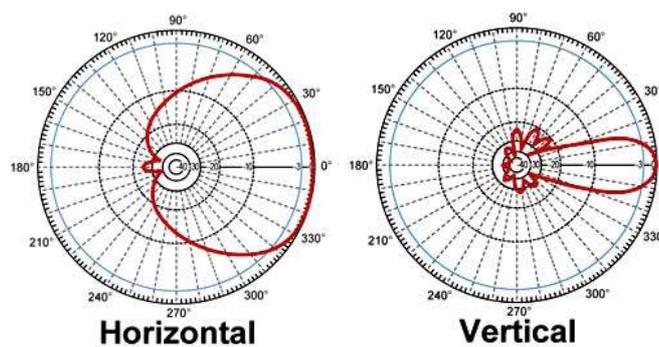


Figura 2. 17. Diagrama de Radiación Bidimensional

Ancho del Haz

El ancho del haz (*beamwidth*) es el ángulo subtendido por la radiación emitida entre los puntos en que la potencia disminuye a la mitad, (3dB) respecto a la radiación máxima.

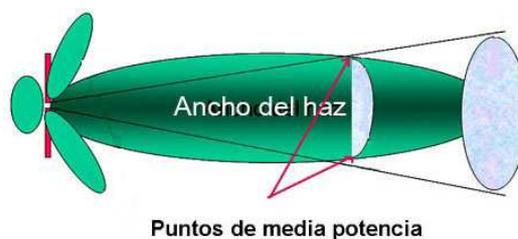


Figura 2. 18. Ancho del Haz

Impedancia de Entrada

Es el cociente entre el voltaje aplicado a los terminales de entrada y la corriente resultante. En general tiene una parte resistiva y una parte reactiva.

Para máxima transferencia de potencia la impedancia de la antena debe estar acoplada a la de la línea de transmisión que la alimenta. La calidad del acoplamiento se mide en términos de la relación de onda estacionaria, VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*). Idealmente debería ser la unidad, cuando las impedancias son exactamente iguales, cuando excede de 2 existen problemas, Si es mayor que 3 el transmisor sufre peligro y se está desperdiciando mucha potencia.

Polarización de la Antena

La polarización de una antena corresponde a la dirección del campo eléctrico emitido por una antena. Esta polarización puede ser: Vertical, Horizontal y Elíptica, Circular (Hacia la derecha o hacia la izquierda).

Tipos de Antena Representativos

Antenas Direccionales Directivas



Figura 2. 19. Antena Directiva⁸

Orientan la señal en una dirección muy determinada con un haz estrecho pero de largo alcance. Las antenas Direccionales envían la información a una cierta zona de cobertura, a un ángulo determinado, por lo cual su alcance es mayor, sin embargo fuera de

⁸ Fuente: <http://www.34t.com/Unique/wiFiAntenas.asp>

la zona de cobertura no se "escucha" nada, no se puede establecer comunicación entre los interlocutores. El alcance de una antena direccional viene determinado por una combinación de los dBi de ganancia de la antena, la potencia de emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor.

Antenas Omnidireccionales



Figura 2. 20. Antena Omnidireccional

Orientan la señal en todas direcciones con un haz amplio pero de corto alcance. Las antenas Omnidireccionales "envían" la información teóricamente a los 360 grados por lo que es posible establecer comunicación independientemente del punto en el que se esté. En contrapartida el alcance de estas antenas es menor que el de las antenas direccionales.

El alcance de una antena omnidireccional viene determinado por una combinación de los dBi de ganancia de la antena, la potencia de emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor. A mismos dBi, una antena sectorial o direccional dará mejor cobertura que una omnidireccional.

Antenas sectoriales



Figura 2. 21. Antena Sectorial

Son la mezcla de las antenas direccionales y las omnidireccionales. Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional. La intensidad (alcance) de la antena sectorial es mayor que la omnidireccional pero algo menor que la direccional.

Para tener una cobertura de 360° (como una antena omnidireccional) y un largo alcance (como una antena direccional) deberemos instalar o tres antenas sectoriales de 120° ó 4 antenas sectoriales de 90°. Las antenas sectoriales suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales.

Apertura Vertical y Apertura Horizontal

La apertura es cuanto se "abre" el haz de la antena. El haz emitido o recibido por una antena tiene una abertura determinada verticalmente y otra apertura determinada horizontalmente.

En lo que respecta a la apertura horizontal, una antena omnidireccional trabajará horizontalmente en todas direcciones, es decir, su apertura será de 360°. Una antena direccional oscilará entre los 4° y los 40° y una antena sectorial oscilará entre los 90° y los 180°.

La apertura vertical debe ser tenida en cuenta si existe mucho desnivel entre los puntos a unir inalámbricamente. Si el desnivel es importante, la antena deberá tener mucha apertura vertical. Por lo general las antenas, a más menos apertura vertical. En las antenas direccionales, por lo general, suelen tener las mismas aperturas verticales y horizontales.

Las antenas direccionales se suelen utilizar para unir dos puntos a largas distancias mientras que las antenas omnidireccionales se suelen utilizar para dar señal extensa en los alrededores. Las antenas sectoriales se suelen utilizar cuando se necesita un balance de las dos cosas, es decir, llegar a largas distancias y a la vez, a un área extensa.

Si necesita dar cobertura de red inalámbrica en toda un área próxima (una planta de un edificio o un parque por ejemplo) lo más probable es que utilice una antena

omnidireccional. Si tiene que dar cobertura de red inalámbrica en un punto muy concreto (por ejemplo un PC que está bastante lejos) utilizará una antena direccional, finalmente, si necesita dar cobertura amplia y a la vez a larga distancia, utilizará antenas sectoriales.

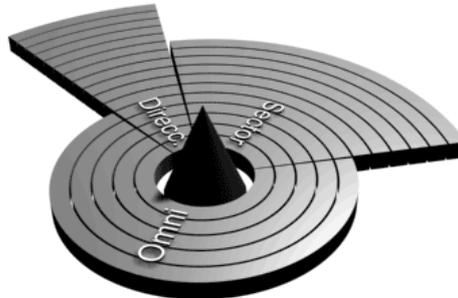


Figura 2. 22. Comparativa entre Antenas⁹

2.2 Radio Enlace

Introducción

Independientemente del buen equipamiento de red inalámbrica que se posea y del despeje de la línea de vista, es necesario calcular el “presupuesto” de potencia de enlace. Sobrecargar un radio enlace no hará necesariamente, que las cosas mejoren para su implementación y causará problemas a otros usuarios del espectro.

Definimos un presupuesto de potencia para un enlace punto a punto como el cálculo de ganancias y pérdidas desde el radio transmisor (fuente de la señal de radio), a través de cables, conectores y espacio libre, hacia el receptor. La estimación del valor de potencia en diferentes partes del radio enlace es necesaria para hacer el mejor diseño y elegir el equipamiento adecuado.

Los elementos del presupuesto de potencia pueden ser divididos en 3 partes principales:

1. El Transmisor, con potencia de transmisión efectiva.
2. Pérdidas en la propagación.
3. El Receptor, con sensibilidad receptiva efectiva.

⁹ Fuente: <http://www.34t.com/Unique/wiFiAntenas.asp>

Un presupuesto de potencia de un radio enlace completo es simplemente la suma de todos los aportes (en dB) de las tres partes principales.

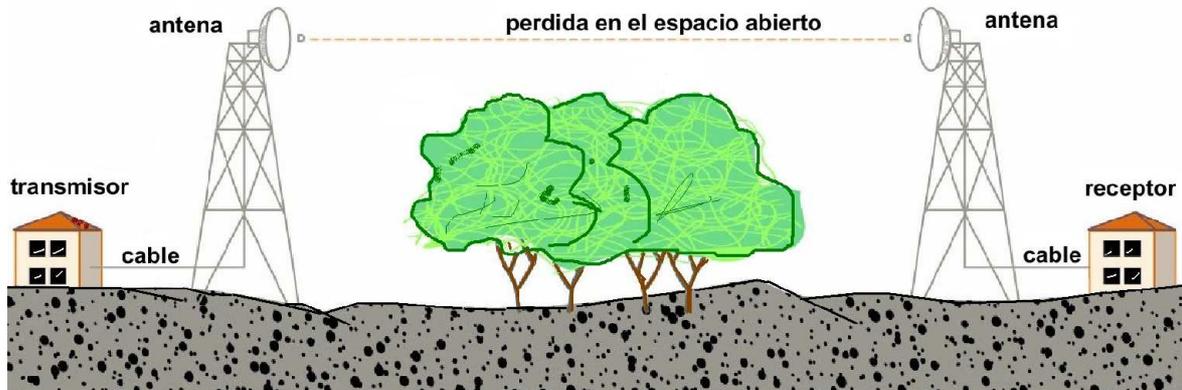


Figura 2. 23. Trayectoria completa de transmisión entre el transmisor y el receptor

2.2.1 El Transmisor

Potencia de Transmisión (Tx)

La potencia de transmisión es la potencia de salida del radio. El límite superior depende de las regulaciones vigentes en cada país, dependiendo de la frecuencia de operación y puede cambiar al variar el marco regulatorio. En general, los radios con mayor potencia de salida son más costosos.

La potencia de transmisión del radio, normalmente se encuentra en las especificaciones técnicas del vendedor, por lo general estas especificaciones técnicas serán valores ideales, los valores reales pueden variar con factores como la temperatura y la tensión de alimentación. La potencia de transmisión típica en los equipos IEEE 802.11 varía entre 15 – 26dBm, es decir entre 30 – 400mW.

Pérdidas en el Cable

Las pérdidas en la señal de radio se pueden producir en los cables que conectan el transmisor y el receptor a las antenas. Las pérdidas dependen del tipo de cable y la frecuencia de operación y normalmente se miden en dB/m o dB/pies.

Independientemente de lo bueno que sea el cable, siempre se tendrá pérdidas. Por eso, se debe tomar en cuenta que el cable de la antena debe ser lo más corto posible. La pérdida típica en los cables está entre 0,1dB/m y 1dB/m. En general, mientras más grueso y más rígido sea el cable menor atenuación presentará.

Las pérdidas en los cables dependen mucho de la frecuencia, por eso al calcular la pérdida en el cable, debemos asegurarnos de usar los valores correctos para el rango de frecuencia usada. Como regla general, se tiende a tener el doble de pérdida en el cable [dB] para 5,4GHz comparado con 2,4GHz.

Tabla 2. 4. Valores típicos de pérdida en los cables para 2,4GHz.

Tipo de cable	Pérdida [db/100m]
LMR-200	50
LMR-400	22
Aircom plus	22
LMR-600	14
Flexline de 1/2"	12
Flexline de 7/8"	6,6
C2FCP	21
Helix de 1/2 "	12
Helix de 7/8"	7

Amplificadores

Opcionalmente, se pueden usar amplificadores para compensar la pérdida en los cables o cuando no haya otra manera de cumplir con el presupuesto de potencia. En general, el uso de amplificadores debe ser la última opción. Una elección inteligente de las antenas y una alta sensibilidad del receptor son mejores que la fuerza de amplificación.

Los amplificadores de alta calidad son costosos y uno económico empeora el espectro de frecuencia (produce ensanchamiento), lo que puede afectar los canales adyacentes, todos los amplificadores añaden ruido extra a la señal, y los niveles de potencia resultantes pueden infringir las normas legales de la región.

Técnicamente hablando, no hay límites en la cantidad de potencia que puede agregar a través de un amplificador, pero nuevamente, se debe tener en cuenta que los amplificadores siempre elevan el nivel de ruido también.

Ganancia de Antena

La ganancia de una antena típica varía entre 2dBi (antena integrada simple) y 8dBi (omnidireccional estándar) hasta 21 – 30dBi (parabólica/directiva). Existen muchos factores que disminuyen la ganancia real de una antena.

Las pérdidas pueden ocurrir por muchas razones, principalmente relacionadas con una incorrecta instalación (pérdidas en la inclinación, en la polarización, objetos metálicos adyacentes). Esto significa que sólo puede esperar una ganancia completa de antena, si está instalada en forma óptima.

Pérdidas de propagación

Las pérdidas de propagación están relacionadas con la atenuación que ocurre en la señal cuando esta sale de la antena de transmisión hasta que llega a la antena receptora.

Pérdidas en el espacio libre

La mayor parte de la potencia de la señal de radio se perderá en el aire. Aún en el vacío, una onda de radio pierde energía que se irradia en direcciones diferentes a la que puede capturar la antena receptora. Nótese que esto no tiene nada que ver con el aire, la niebla, la lluvia o cualquier otra cosa que puede adicionar pérdidas.

La Pérdida en el Espacio libre ó FSL, por sus siglas en inglés, mide la potencia que se pierde en el mismo sin ninguna clase de obstáculo, La señal se debilita en al aire debido a la expansión dentro de una superficie esférica. La Pérdida en el Espacio libre es proporcional al cuadrado de la distancia y también proporcional al cuadrado de la frecuencia, aplicando decibeles, resulta la siguiente ecuación:

$$FSL_{(dB)} = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) + K$$

d = Distancia [Km]; f = Frecuencia [MHz]; K = 32,4

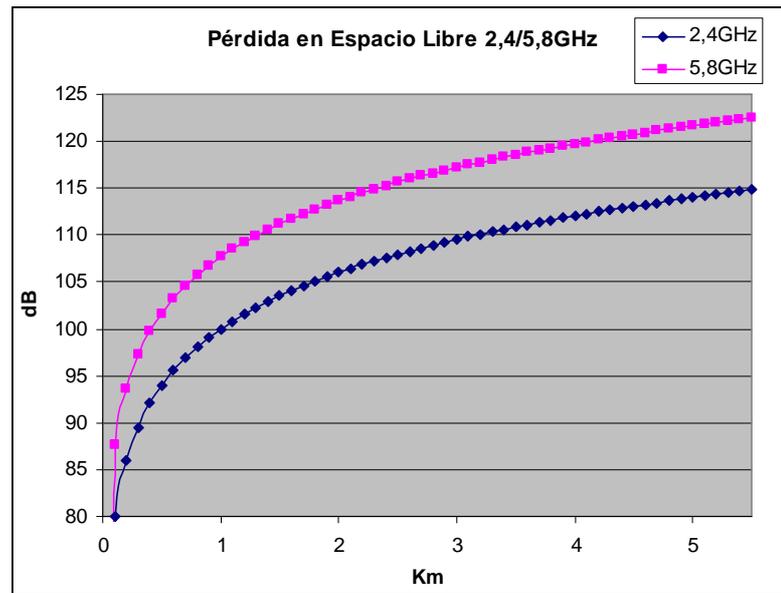


Figura 2. 24. Pérdida en dB en función de la distancia en Kilómetros

Zona de Fresnel

Teniendo como punto de partida el principio de Huygens, es posible calcular la primera zona de Fresnel, el espacio alrededor del eje que contribuye a la transferencia de potencia desde la fuente hacia el receptor. Basados en esto, se puede investigar cuál debería ser la máxima penetración de un obstáculo (un edificio, una colina o la propia curvatura de la tierra) en esta zona para contener las pérdidas.

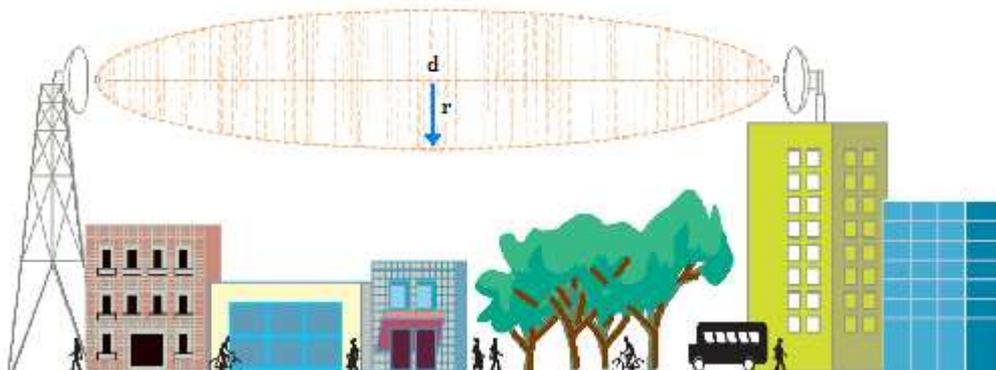


Figura 2. 25. Zona de Fresnel

Lo ideal es que la primera zona de Fresnel no esté obstruida, pero normalmente es suficiente tener un despeje del 60% del radio de la primera zona de Fresnel para

tener un enlace satisfactorio. Para grandes distancias hay que tomar en cuenta también la curvatura terrestre que introduce una altura adicional que deberán despejar las antenas.

La siguiente fórmula calcula la primera zona de Fresnel:

$$r = 17,32 * \sqrt{\frac{(d1 * d2)}{(d * f)}}$$

Donde:

d1 = distancia al obstáculo desde el transmisor [Km]

d2 = distancia al obstáculo desde el receptor [Km]

d = distancia entre transmisor y receptor [Km]

f = frecuencia [GHz]

r = radio [m]

Si el obstáculo está situado en el medio (d1 = d2), la fórmula se simplifica:

$$r = 17,32 * \sqrt{\frac{d}{4f}}$$

Tomando el 60% se obtiene:

$$0,6r = 5,2 * \sqrt{\frac{d}{f}}$$

Tabla 2. 5. Radio [m] para la primera zona de Fresnel

Distancia [Km]	2,4GHz	5,8GHz	Altura de la Curvatura Terrestre
1	6	4	0
10	18	11	4,2
100	56	36	200

La “Altura de la curvatura terrestre” describe la elevación que la curvatura de la tierra crea entre 2 puntos.

2.2.2 El Receptor

Ganancia de antena desde el receptor

Véase “Ganancia de Antena desde el transmisor”.

Amplificadores desde el receptor

Los cálculos y los principios son los mismos que el transmisor. Nuevamente, la amplificación no es un método recomendable a menos que otras opciones hayan sido consideradas y aun así sea necesario, por ejemplo, para compensar pérdidas en el cable.

Sensibilidad del Receptor

La sensibilidad de un receptor es un parámetro que merece especial atención ya que identifica el valor mínimo de potencia que necesita para poder decodificar o extraer “bits lógicos” y alcanzar una cierta tasa de bits.

Cuanto mas baja sea la sensibilidad, mejor será la recepción del radio. Un valor típico es -82dBm en un enlace de 11 Mbps y -94dBm para uno de 1 Mbps. Nótese que la sensibilidad depende de la tasa de transmisión.

Tabla 2. 6. Valores típicos de la sensibilidad del receptor [dBm]

Equipo	11[Mbps]	6[Mbps]	1[Mbps]
Senao 802.11b Card	-89	-91	-95
Tranzeo TR-CPQ	-85	-89	-90

Margen y Relación SNR

No es suficiente que la señal que llega al receptor sea mayor que la sensibilidad del mismo, sino que además se requiere que haya cierto margen para garantizar el funcionamiento adecuado.

La relación entre el ruido y la señal se mide por la tasa de señal a ruido (SNR en ingles). Un requerimiento típico de la SNR es 16dB para una conexión de 11Mbps y 4dB para la velocidad más baja de 1Mbps.

En situaciones donde hay muy poco ruido el enlace está limitado primeramente por la sensibilidad del receptor. En áreas urbanas donde hay muchos radioenlaces operando, es común encontrar altos niveles de ruido (tan altos como -92dBm). En esos escenarios, se requiere un margen mayor:

$$\text{Relación señal a ruido [dB]} = 10 * \text{Log}10 \left(\frac{\text{Potencia de la señal [W]}}{\text{Potencia del ruido [W]}} \right)$$

En condiciones normales sin ninguna otra fuente en la banda de 2.4GHz y sin ruido de industrias, el nivel de ruido es alrededor de los -100dBm.

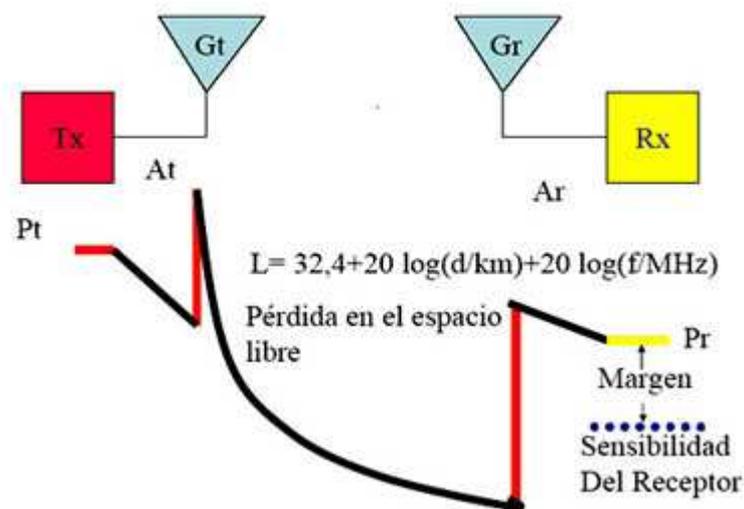


Figura 2. 26. Potencia en dBm en función de la distancia para un radio enlace¹⁰

2.2.3 Términos y conceptos

Presupuesto de enlace / Presupuesto de Potencia / Ganancia del Sistema; Un cálculo de potencia de la señal a lo largo de la trayectoria de la misma.

¹⁰ Fuente: Proyecto TRICALCAR, Alberto Escudero PAsual

Margen del sistema; Corresponde a la diferencia entre el valor de la señal recibida y la sensibilidad del receptor.

EIRP (Effective Isotropic Radiated Power) = PIRE (Potencia Irradiada Isotrópica Efectiva); Esta está regulada por la autoridad nacional. La misma especifica la potencia máxima legalmente permitida para ser enviada al espacio abierto en un área/país específico. El límite legal en Europa es normalmente 100mW, en algunos escenarios muy particulares (enlaces punto a punto) y en otros países este máximo es de 4W.

La PIRE es una medida de la potencia que se está enfocando en una determinada región de espacio, determinada por las características de la antena transmisora. La PIRE es el resultado de restar pérdidas de potencia en el cable y conectores y sumar la ganancia relativa de antena a la potencia del transmisor.

PIRE (dBm) = Potencia del transmisor (dBm) – Pérdidas en el cable y conectores (dB) + ganancia de antena (dBi)

2.2.4 Cálculo con Decibeles (dB, dBm, dBi)

Conversión de Watt a dBm

Es necesario familiarizarse con la conversión entre potencia (W) y dBm para hacer cálculos de enlaces. En los cálculos de enlace, hay tres tipos de unidades logarítmicas:

dB (decibel)

Se usa para medir pérdidas en los cables y conectores o ganancia de antenas y amplificadores. El decibel es una unidad relativa correspondiente al logaritmo decimal del cociente de dos valores de potencia.

$$dB = 10 * \log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$$

Los dB son positivos cuando se refieren a una ganancia, como la de una antena o un amplificador, y negativos cuando corresponden a una atenuación, como la de un cable.

dBm (dB referido a un mW)

El dBm es una unidad logarítmica referida a la potencia de 1mW. Por lo tanto mide potencia absoluta. Es positivo cuando se refiera a valores superiores a 1mW y negativo para valores inferiores a 1mW, como los correspondientes a potencias recibidas.

$$dBm = 10 * \log\left(\frac{P}{1mW}\right)$$

dBi (decibel respecto a la isotrópica)

Usado para expresar la ganancia de una antena en comparación con una antena isotrópica, es decir aquella que irradia en todas direcciones con la misma intensidad:

dBi = dB relativo a una antena Isotrópica

Cuando se usa dB para calcular la Potencia es útil recordar la siguiente guía:

1. Duplicar la potencia es igual que agregar 3dB
2. Reducir la potencia a la mitad es igual que restar 3dB

Suponiendo que se tiene una potencia de transmisión de 100mW (20dBm); si duplicamos la potencia del transmisor a 200mW, agregamos 3dB a 20dBm que dan 23dBm.

Presupuesto de Enlace Completo

El cálculo de presupuesto de enlace es para estar seguro de que el margen en el receptor es mayor que un cierto umbral. Además, la PIRE debe estar dentro de las regulaciones. El margen de un presupuesto de enlace puede ser resumido de la siguiente manera:

$$\text{Margen} = \text{Potencia de Transmisión [dBm]} - \text{Pérdidas en el cable TX [dB]} + \text{Ganancia de Antena TX [dBi]} - \text{Pérdida en la trayectoria del Espacio Abierto [dB]} + \text{Ganancia de Antena RX [dBi]} - \text{Pérdida de Cable RX [dB]} - \text{Sensibilidad del receptor [dBm]}$$

2.2.5 Otros cálculos y aproximaciones importantes

Además de los elementos considerados, debemos tener en cuenta factores de corrección debido al terreno y la estructura de las edificaciones, factores climáticos y muchos otros, todos ellos muy empíricos por naturaleza.

Estos se pueden encontrar bajo términos como desvanecimiento por lluvia, urbanos, del terreno, (*rain fading*, *urban fading*, *terrain fading*) con varias aproximaciones diferentes para calcularlos apropiadamente, sin embargo hay límites en estas teorías como factores que no pueden ser calculados o estimados fácilmente, normalmente son los que deciden si el enlace funciona o no.

En enlaces de grandes distancias, factores como la lluvia, la niebla y aún el cambio en las condiciones de la vegetación pueden contribuir a que se pierdan 15dB.

2.2.6 Fuentes de latitud/longitud y datos de elevación y rumbo

Cuando se planifica un enlace, el primer paso a menudo es conseguir datos confiables sobre la latitud/longitud y de elevación. Algunos puntos de partida para esto pueden ser:

1. Datos de un GPS que mida uno mismo. Además de las coordenadas, el GPS indica la distancia y el rumbo (Azimut) entre cualquier par de puntos. Se debe tener en cuenta que el rumbo geográfico difiere del rumbo magnético. La diferencia es la declinación magnética, que varía en con el tiempo y con el lugar. El GPS normalmente calcula tanto el rumbo geográfico o verdadero como el magnético.
2. El proyecto SRMT (Shuttle Radar Topography Mission) mantiene una base de datos acerca de las elevaciones de todo el planeta, aunque en resolución variable.

3. Los sitios de aviación y los aeropuertos locales suelen mostrar listas precisas con datos de latitud y longitud.
4. Listas de ciudades en línea muestran coordenadas.
5. Los mapas indican normalmente las coordenadas y sobre éstos se puede medir directamente la distancia y el rumbo entre dos puntos, a menudo también las elevaciones.

2.2.7 El programa RadioMobile

Radio Mobile es un programa que permite la planificación integral de una red, línea de vista, y cálculos de alcance basados en datos del terreno y ángulos de alineación de antena tanto en vertical como en horizontal. El programa ahora corre bajo Windows solamente, pero se puede utilizar en Linux mediante un emulador, y es usado por mucha gente que trabaja con redes inalámbricas como herramienta de planificación/soporte.

Usa datos de elevación provenientes de diversas fuentes en formato HGT, DTED, GLOBE, SRTM30, GTOPO y los obtiene directamente de estos repositorios. También los combina con otros mapas disponibles en la red.

Una fuente popular es el repositorio de la NASA SRTM (*Shuttle Radio Topology Mission*) de datos de elevación (*free elevation data*) que cubre el planeta completo a una resolución de 90m.

2.2.8 Calculadores en línea y hojas de cálculos

Los calculadores en línea y las hojas de cálculo son herramientas valiosas que apoyan al trabajo con presupuestos de enlace.

El programa Google Earth es también muy útil para planificar enlaces. Este indica distancias, rumbos y características del terreno, y nos permite examinarlo desde varias perspectivas.

2.3 Software de Diseño a Utilizar (Radio Mobile)

“RadioMobile” es un Software de libre distribución para el cálculo de radio enlaces de larga distancia en terreno irregular. Para ello utiliza perfiles geográficos combinados con la información de los equipos (potencia, sensibilidad del receptor, características de las antenas, pérdidas, etc.) que quieren simularse.

Este software implementa con buenas prestaciones el Modelo Longley-Rice, modelo de predicción troposférica para transmisión radio sobre terreno irregular en enlaces de largo-medio alcance. Además de tener múltiples utilidades de apoyo al diseño y simulación de los enlaces y las redes de telecomunicaciones. Los parámetros a introducir para realizar las simulaciones permiten reflejar de forma fiel los equipos reales que se piensa utilizar en la instalación para la que estarían destinados.

“RadioMobile” utiliza para la evaluación de los enlaces, el perfil geográfico de las zonas de trabajo. La obtención de estos mapas puede realizarse directamente desde una opción del software que permite descargarlos de Internet. Hay tres tipos de mapas disponibles: los SRTM, los GTOPO30 y los DTED.

Al igual que el modelo de propagación en el que se basa, permite trabajar con frecuencias entre los 20MHz y 20GHz y longitudes de trayecto de entre 1Km y 2000Km.

El Modelo de Longley-Rice

También conocido como “*Irregular Terrain Model*” o ITM. Está basado en la teoría del electromagnetismo y en el análisis estadístico de las características del terreno y de los parámetros del radioenlace, prediciendo la atenuación media de una señal de radio que se propaga en un entorno troposférico sobre terreno irregular. Para ello, calcula la atenuación media de la misma, en función de la distancia y de la variabilidad de la señal en el espacio

y en el tiempo. Fue diseñado para frecuencias de trabajo entre 20MHz y 20GHz y para longitudes de trayecto entre 1Km y 2000Km.

El modelo ha sido adoptado por el Instituto de Ciencias de Telecomunicación del Departamento del Comercio de los Estados Unidos (*Institute for Telecommunication Sciences, U.S. Department of Commerce NTIA/ITS*)

Conceptos particulares

- UNIDAD: Estación de radio.
- SISTEMA: (Equipo) Especificaciones o parámetros de la estación de radio que definen su performance: altura de la antena, datos del equipo, etc.
- RED: Grupo de estaciones de radio

Radio Mobile requiere de mapas que tengan datos topográficos o de elevación sobre el nivel del mar para fijar en ellos las estaciones que se quieran analizar. La elevación en estos mapas, está dada por datos digitales (DTED o *Digital Terrain Elevation Data*).

Primeros pasos

Puede ocurrir que, al iniciarse el programa o para comenzar a definir nuestra primera red, se pidan tres parámetros iniciales:

- Número de Redes: Red. Por defecto son 25.
- Número de Unidades: Estaciones. Por defecto son 50.
- Número de Sistemas: Número de tipos de equipos de la estación. Por defecto son 25.

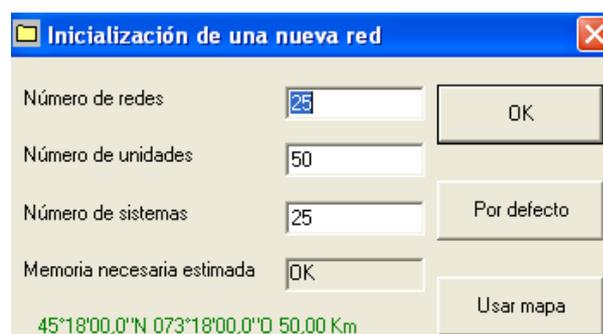


Figura 2. 27. Inicialización de una Nueva Red (Radio Mobile)

Debemos crear las carpetas apropiadas para direccionar los archivos de mapas e imágenes adecuadamente, las rutas a crearse son:

C:/ Geodata/DTED	C:/ Geodata/SRTM
C:/ Geodata/Google Earth	C:/ Geodata/Terraserver
C:/ Geodata/GTOPO	C:/ Geodata/Topograma
C:/ Geodata/Landsat	C:/ Geodata/VirtualEarth
C:/ Geodata/OpenStreetMap	C:/ Geodata/YahooMap

A continuación se indica la ubicación de todos los tipos de mapa, como ejemplo los mapas tipo SRTM:

Vamos a Menú > Opciones > Internet > SRTM.

1. Seleccionamos la opción “Bajar de Internet si un archivo no se encuentra en el disco local y guardarlo en el disco local”.
2. En “Ubicación archivos locales”, seleccionamos la ruta o directorio SRTM.
3. En “Directorio ftp Internet”, seleccionamos “USGS South América – 3 arcsecond”.

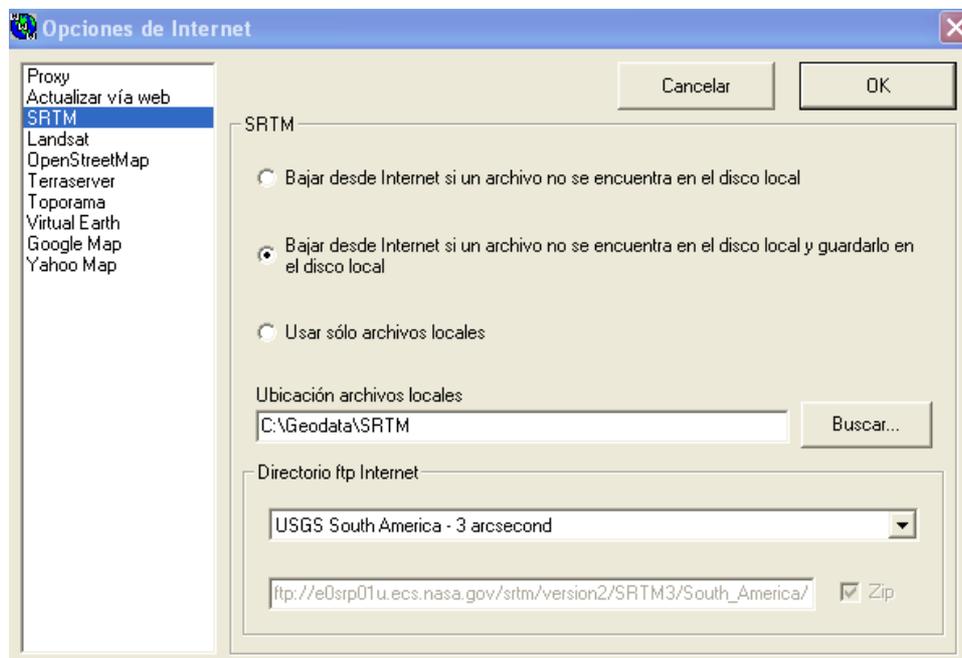


Figura 2. 28. Opciones de Internet (Radio Mobile)

Repetimos los pasos para direccionar todos los tipos de mapa que aparecen en la ventana.

Definiendo las estaciones de la red (UNIDADES)

En este punto se cargan las estaciones de radio que compondrán una red.

1. Entrar a Menú > Archivo > Propiedades de la Unidad
2. En “Nombre”, colocar un nombre.
3. Dar clic en el botón “Ingresar LAT LONG o QRA” y cargar los datos de la estación.
4. En el pie del cuadro, aparece el símbolo asignado por defecto. Recorrer con la barra deslizante para cambiarlo por el que se desee.
5. Se deben cargar, por lo menos, dos estaciones por cada red.
6. Antes de poder ver la cobertura teórica, se debe definir la red

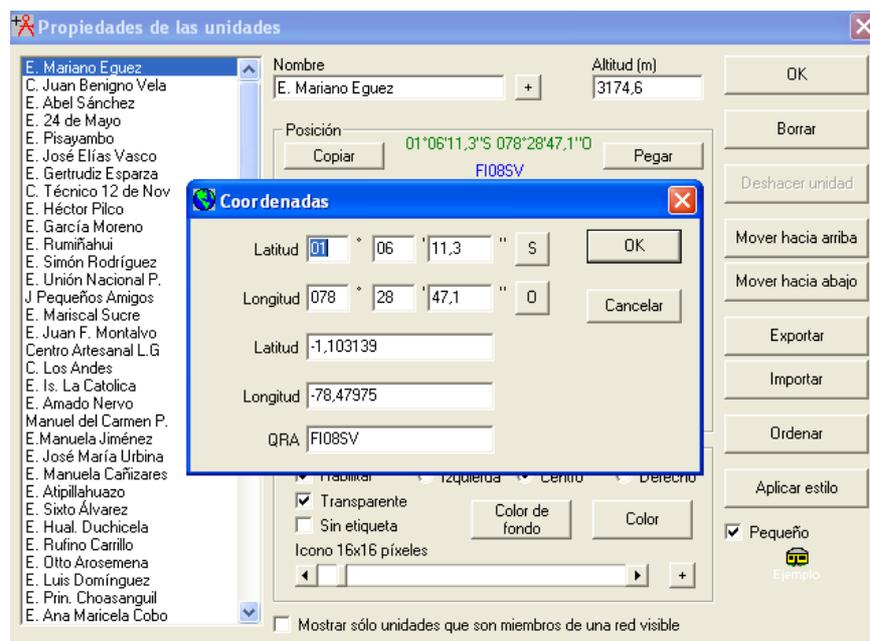


Figura 2. 29. Propiedades de la Unidad (Radio Mobile)

Adicionalmente, usando la opción “Importar”, es posible obtener la información de varias unidades a partir de un archivo plano, donde consten los datos respectivos, este archivo se lo puede crear con la herramienta “Microsoft Excel”, y los datos que debe incluir la tabla son mostrados en la siguiente figura:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Unit name	Enabled	Latitude(º)	Longitudo(º)	Elevation(m)	Icon	Forecolor	Transparent	Backcolor
2	Escuela Ma	1	-1,103139	-78,47975		24	FFFFFF	0	0
3	Colegio Jua	1	-1,100361	-78,476		24	FFFFFF	0	0
4	Escuela Ab	1	-1,120861	-78,484583		24	FFFFFF	0	0
5	Escuela 24	1	-1,1115	-78,471861		24	FFFFFF	0	0

Figura 2. 30. Archivo Plano de Unidades (Radio Mobile)

- Unit Name: Nombre de la Unidad
- Enabled: 1 si está habilitado, 0 si está deshabilitado
- Latitude: Latitud en Grados.
- Longitude: Longitud en Grados.
- Elevation: Elevación de la unidad, puede quedar en blanco para que Radio Mobile lo ajuste.
- Icon: Icono de la unidad, podrá ser modificado en “Propiedades de la Unidad”
- Forecolor: Color del Primer plano (Fuente).
- Transparent: Transparencia del cuadro de texto, 0 si está deshabilitado, 1 si está habilitado.
- Backcolor: Color del Fondo del Cuadro de texto.

Una vez completada la tabla, debe ser guardada como “Texto delimitado por Tabulaciones”, seguidamente se procede a cargar el archivo en la opción “Importar” dentro de “Propiedades de la Unidad”.

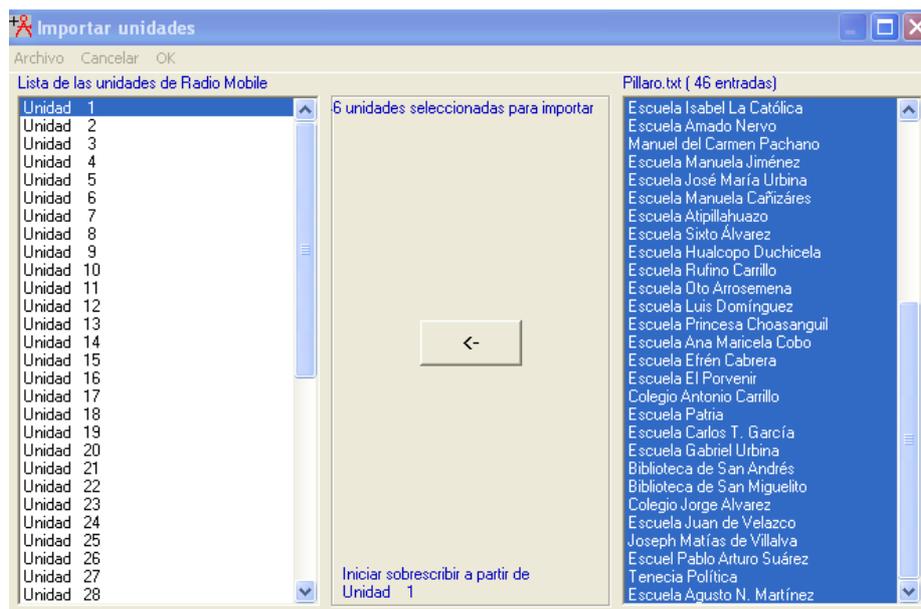


Figura 2. 31. Importar Unidades (Radio Mobile)

Inclusión del Mapa

Vamos a Menú > Archivo > Propiedades del Mapa

1. El cuadro “Tamaño (pixel)” representa el tamaño en pantalla de nuestro mapa
2. El cuadro “tamaño (Km)” representa el tamaño del mapa en Km, dentro de la pantalla. A mayor kilometraje, mas detalle de cobertura.
3. EL cuadro “Centro”, permite ingresar el centro de nuestro mapa, opción vital para ubicar el mapa, podemos ingresar las coordenadas, o cargar datos de una lista de ciudades del mundo.
4. El cuadro “Fuentes de datos de Altitud” permite ingresar las rutas donde están los archivos bajados de Internet, estas rutas deben ser creadas previamente.
5. Debemos marcar la opción “Ajustar la altura de las unidades”, para que se ubiquen correctamente con los datos de altitud apropiados.
6. Para obtener el mapa debemos dar clic en “Extraer”.
7. El mapa aparecerá en la pantalla.
8. Si se desean ajustar detalles o tamaño entrar nuevamente a Menú > Archivo > Propiedades del Mapa y corregir lo necesario.

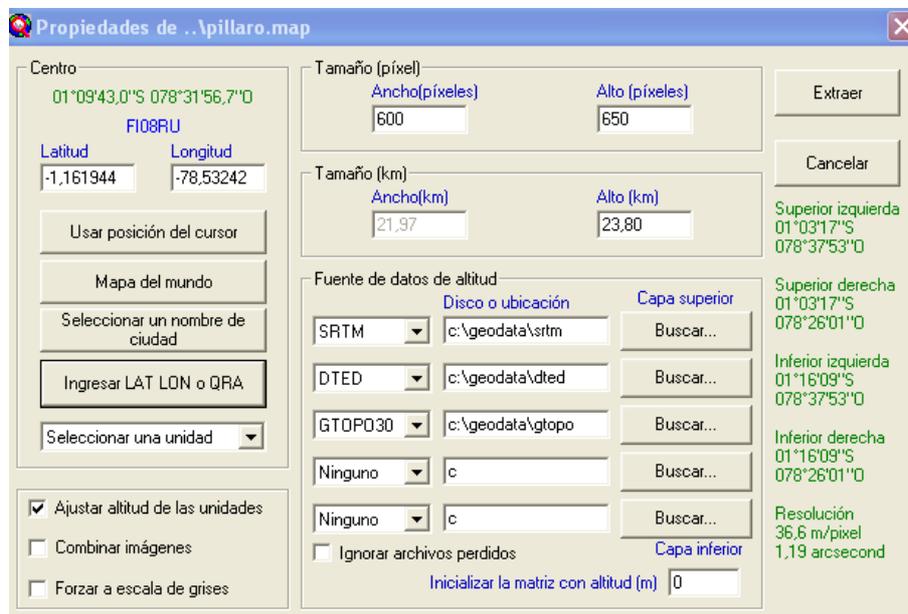


Figura 2. 32. Propiedades de la Unidad (Radio Mobile)

Definiendo la Red

1. Entrar a Menú > Archivo > Propiedades de Redes
2. Aparece el cuadro “Parámetros” En “Nombre de la Red”, ingresar un nombre, podremos ingresar cuantas redes diferentes hayamos especificado en la inicialización del programa.
3. Ingresar los datos “Frecuencia Mínima (MHz)”, y “Máxima Frecuencia (MHz)”.
4. En “Polarización” indicar “vertical” u “horizontal”
5. El resto de los datos pueden quedar así, pero para que el análisis sea efectivo, deberían revisar aspectos tales como pérdidas adicionales que interfieran la señal (“Ciudad”, “Bosque”, etc.) y “Clima”

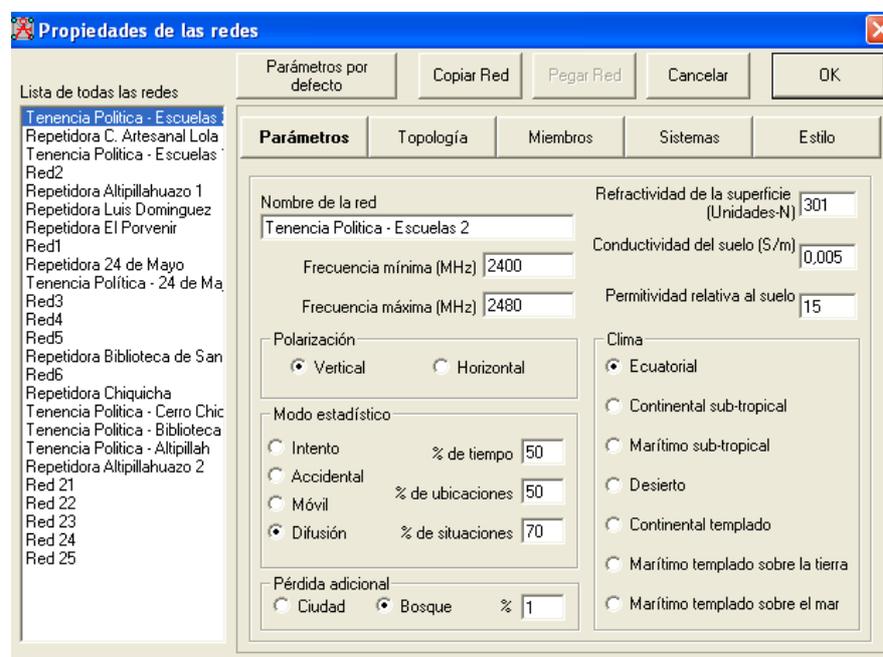


Figura 2. 33. Propiedades de las Redes, Parámetros (Radio Mobile)

A continuación se presentan los valores recomendados para parámetros de superficie.

Tabla 2. 7. Valores Recomendados para Parámetros de Superficie

Tipo de Suelo	Conductividad	Permeabilidad Relativa
Tierra Promedio	0,005	15
Tierra Pobre	0,001	4
Tierra Buena	0,02	25
Agua Fresca	0,01	25
Agua de Mar	5	25

6. Dar clic en Topología y escoger la adecuada, para nuestro caso;

Nodo/Terminal.

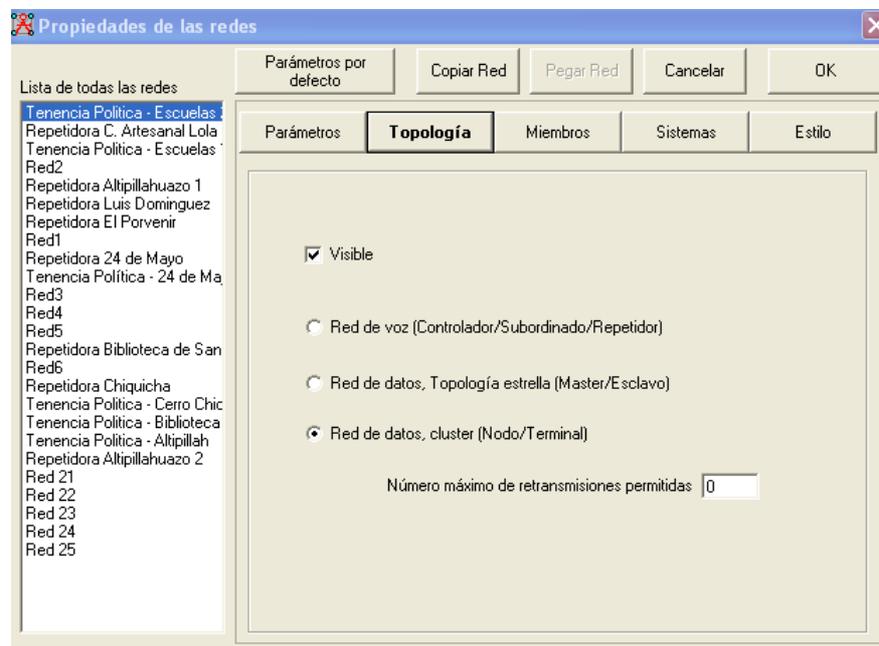


Figura 2. 34. Propiedades de las Redes, Topología (Radio Mobile)

7. Dar clic en el botón “Sistemas”, aquí podremos especificar cuantos equipos diferentes como hayamos propuesto en la inicialización del programa, procedemos a ingresar las especificaciones de los equipos que se van a usar para el diseño.

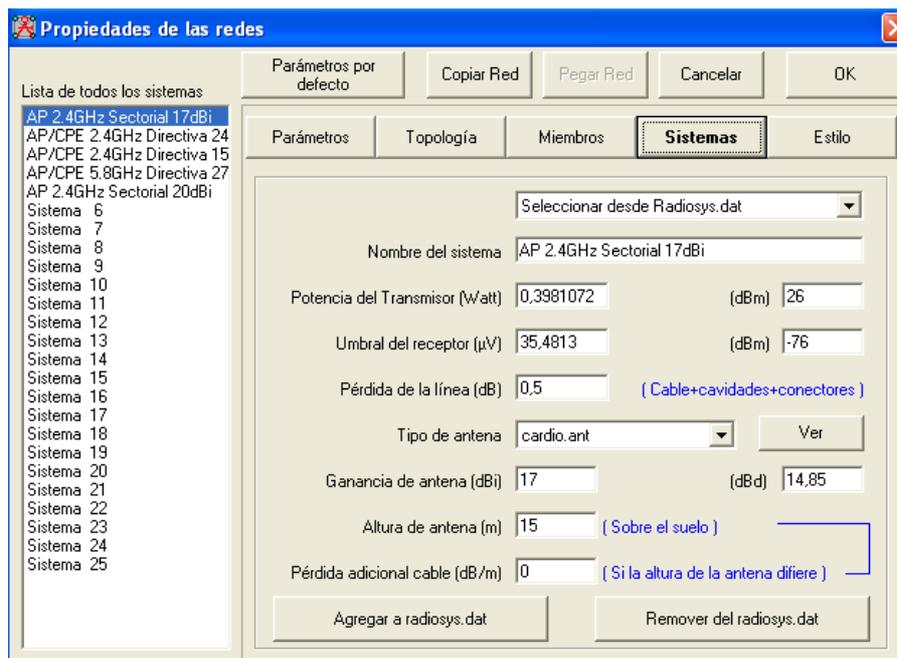


Figura 2. 35. Propiedades de las Redes, Sistemas (Radio Mobile)

8. Dar clic en el botón “Miembros”. En este apartado podremos seleccionar los miembros pertenecientes a cada una de las redes creadas anteriormente, así como el sistema o equipo que está en cada uno de estos miembros o unidades, y además el “Rol” que cumple cada uno, Nodo o Terminal. De ser necesario también podemos indicar el azimut de la antena que se encuentra en cada unidad.

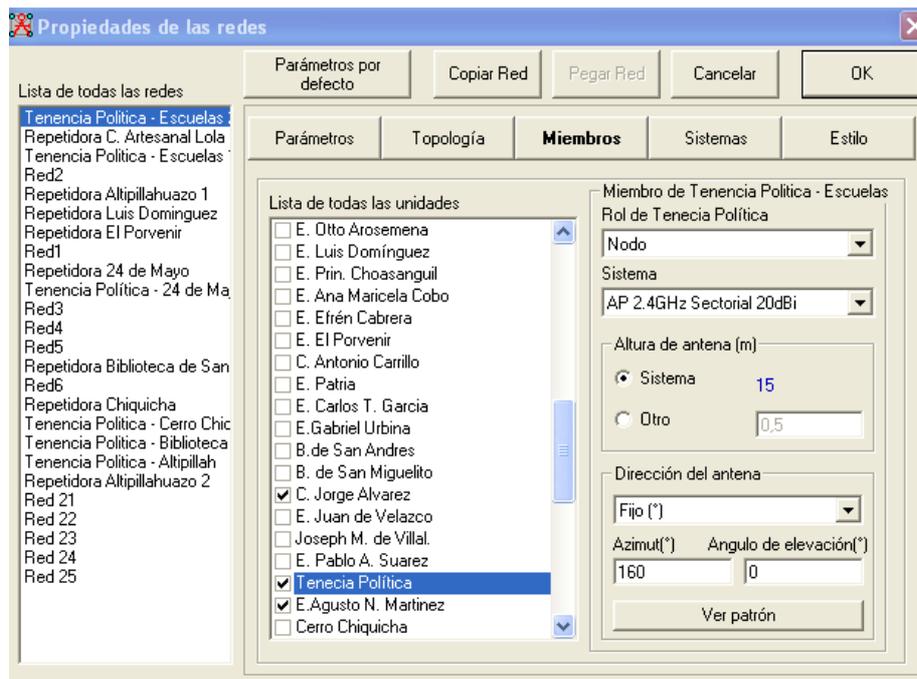


Figura 2. 36. Propiedades de las Redes, Miembros (Radio Mobile)

9. Al dar clic en “OK”, habremos formado las redes deseadas, con las especificaciones de equipos adecuadas.

CAPITULO III

SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Aspecto Socio Económico

La educación ecuatoriana atraviesa una crisis que se manifiesta en la falta de infraestructura, maestros mal remunerados y la falta de presupuesto, que inciden en paralizaciones permanentes. Pero el problema principal en la educación es la calidad de la misma.

De acuerdo al Sistema de Evaluación de la Calidad de Educación, apenas el 7% de los estudiantes están en capacidad de dominar las destrezas en matemáticas, y en menor porcentaje, las nuevas tecnologías. Estas falencias son mayores especialmente en el sector rural, donde apenas se cuenta con una pizarra y tiza. En este sector de la educación la oportunidad de estudio se limita a aprender a leer y escribir, donde las nuevas herramientas tecnológicas pasan desapercibidas por los educandos, cuando el nuevo siglo demanda de un amplio dominio de la informática.

La crisis educativa también se evidencia en el alto índice de deserción. En el ciclo primario en el área urbana es del 11 %, y en el área rural del 53%, a nivel de país. En cada provincia los parámetros son muy similares.

3.1.1 Actividad Económica

La principal actividad económica del cantón es la ganadería con una producción que sobre pasa los cien mil litros de leche diarios, igualmente la fertilidad de las tierras dan lugar a que tenga una gran producción de hortalizas, legumbres, cereales y una extraordinaria variedad de frutas. La talabartería, es otra actividad en la cual se elaboran

monturas tipo Galápagos, zamarros, riendas, arretrancas, cinchas, estribos, pellones, guruperas, entre otros.

3.1.2 Indicadores Sociales

La pobreza en el cantón llega al 55,9% de la población total; en el sector rural llega a ser del 61,3% en promedio.

Tabla 3. 1. Incidencia de la Pobreza de Consumo¹¹

Cantón / Parroquias	Incidencia de la Pobreza de Consumo	Número n	Población Total
Santiago de Píllaro	55,9	19.364	34.667
Píllaro	37,4	4.394	11.753
Baquerizo Moreno	53	145	273
Emilio María Terán (Rumipamba)	62,4	829	1.329
Marcos Espinel (Chacata)	49,5	1.076	2.174
Presidente Urbina (Chagrapamba-Patzucul)	59,2	1.432	2.420
San Andrés	74	7.246	9.794
San José De Poalo	74,9	1.420	1.896
San Miguelito	56,1	2.822	

La incidencia de la pobreza representa la insuficiente atención de servicios básicos que presenta la población; dentro de ellos los servicios de telecomunicaciones.

Los pueblos indígenas representan la población más pobre del Ecuador. Según un reciente informe del Banco Mundial, el 87% de los indígenas ecuatorianos son pobres, y el porcentaje llega hasta el 96% en las zonas rurales del altiplano, un porcentaje mucho mayor que el que registra la población no indígena 61%. La extrema pobreza afecta al 56% de los indígenas y al 71% de los que habitan en las sierras rurales, comparado con el 25% de la población no indígena. Las razones de esta pobreza hay que buscarlas en una histórica exclusión social, económica y política.

¹¹ Fuente: INEC – Censo de Población y Vivienda 2001 – Sistema Integral de Indicadores Sociales SIISE

La pobreza rural es el resultado de una larga lista de carencias: escaso acceso a los factores de producción; a los servicios sociales básicos de salud, saneamiento y educación; a oportunidades de empleo agrícola y no agrícola; a la falta de inserción en el tejido económico, y a una larga exclusión histórica por razones de sexo y etnia.

El 70% de los niños viven en situación de extrema pobreza. La mitad de los pobres son menores de 18 años. La pobreza y exclusión explican la mitad de las muertes de los niños menores de 5 años. Uno de cada 5 niños sufre desnutrición. En el ámbito educativo, los indicadores son poco alentadores:

- 3 de cada 10 niños y niñas no completan la educación primaria, y solamente 4 de cada 10 adolescentes alcanzan los 10 años de educación básica.
- Nueve de cada diez niños menores de 6 años no tienen acceso a la educación preescolar o cuidado diario; uno de cada 3 niños no llega a completar los seis años de educación primaria y 1 de cada 5 niños abandona la escuela en cuarto grado (quinto de educación básica).
- Apenas 6.1% de niños y niñas con necesidades educativas especiales tiene asistencia especializada.
- Problemas de infraestructura y servicio básico en el sistema público: 2 de cada 10 escuelas no tienen electricidad ni agua potable, 3 de cada 10 no tienen alcantarillado, 4 de cada 10 no tienen teléfono o fax. La situación es más severa en las zonas rurales: 5 de cada 10 escuelas unidocentes carecen de servicio eléctrico, 9 de cada 10 no tienen acceso a teléfono u otros medios de comunicación.
- El Ecuador tiene uno de los niveles más bajos de conectividad en la región – menos del 5% de hogares con acceso a computadora e Internet- y gran desigualdad entre el sector urbano y rural, así como entre provincias, en cuanto a disponibilidad de infraestructura de telecomunicaciones (PNUD 2003).
- Cerca de la mitad de los/las profesores viven en hogares catalogados como pobres o vulnerables (CEPAL).¹²

¹² Fuentes: CEPAL, OCDE, PNUD, SIISE, UNESCO, UNICEF, Torres 2004.

3.2 Aspecto Geográfico

El cantón Píllaro, cuenta con una topografía variable que va desde los 2.270.m.s.n.m. hasta los 3800.m.s.n.m. Su principal río es el Cutuchi, cuya red alimentadora constituyen los ríos: Culache, Yurac o Blanco, Pumancuchi, Patoa, Nagsiche y Ambato (Pachanlica), Saquimalac, San Diego y Purgatorio, Tambuyacu, Aláquez y Yanayacu, Illuchi y Campadre Huayco. El río Cutuchi al pasar por Píllaro toma el nombre de Culapachán y luego de recibir al río Cutzatahua toma el nombre de Patate. Ya en el cantón Píllaro, el río Yanayacu-Guapante nace de la cordillera Central y de las lagunas de Pisayambo y Pucayarubo, del lado oriental de los Llanganatis nace el río Curaray. Al este de Píllaro se encuentran las siguientes lagunas: Miquiyambu, Quignayambu, Sindiyambu, Susuyambu, Yutuyambu. Al sur se encuentran las lagunas de: Arlanga y Aquira; en Quimbana la laguna Alules; al oeste del Huicotango las lagunas Sumcocha y Tzanhuancocha, entre otras pequeñas. Pocos sitios en el mundo tienen el privilegio de poseer una multiplicidad de micro-climas a los diferentes pisos ecológicos existentes. Píllaro, es uno de esos sitios en los que la naturaleza se muestra exuberante y prodigiosa en una extensión de 472 Km².

Se encuentra en la zona Centro-Norte del Callejón Interandino, en la Hoya del Patate.

3.2.1 Ubicación Geográfica

Tabla 3. 2. Ubicación Geográfica del Cantón Píllaro en diferentes Unidades

Latitud:	-1.1666667
Longitud:	-78.5333333
UFI:	-931874
UNI:	-1378392
UTM:	QU77

3.2.2 Límites

Norte: Cantón Salcedo de la Provincia de Cotopaxi y la provincia del Napo.

Este: Provincia de Napo.

Sur: Cantones Patate y Pelileo.

Oeste: Cantón Ambato.

3.2.3 Población

35.772 Habitantes.

3.2.4 Parroquias Urbanas

Ciudad Nueva y Píllaro.

3.2.5 Parroquias Rurales

Baquerizo Moreno, Emilio María Terán (Rumipamba), Marcos Espinel (Chacata), Presidente Urbina (Chagrapamba-Patzucul), San Andrés, San José de Poaló, San Miguelito.



Figura 3. 1. División Política del Cantón Píllaro - Tungurahua

3.2.6 Clima

Su clima es diverso modificado por la altitud; así, en páramos y montañas llueve y nieva con frecuencia, el frío es intenso. En mesetas o sub-páramos, las precipitaciones son menores. Ubicado en la región de clima Ecuatorial mesotérmico, la media anual es de 13° C a 14°C.

3.3 Estudio de Campo

Con el fin de recopilar la información necesaria para llevar a cabo el diseño de la red se realizó una visita a cada centro educativo, donde se realizaron a cabo diversas actividades, las mismas que se detallan a continuación:

Levantamiento de Información In Situ.

- Levantamiento de información de ubicación geográfica (coordenadas, altura).
- Levantamiento de información de infraestructura de la unidad educativa (infraestructura, equipos de telecomunicaciones, informáticos, uso de sistemas de radiocomunicaciones, de energía, fotografías, etc.).
- Levantamiento de información de beneficiarios (# alumnos, # docentes, responsables)

La siguiente tabla contiene la información levantada en los centros educativos y bibliotecas del Cantón Píllaro¹³.

Tabla 3. 3. Estudio de Campo

Centro Educativo	Localidad	Longitud	Latitud	Beneficiarios	
				Docentes	Alumnos
Escuela Mariano Egüez	San José de Poaló	78°28'47,1"O	1°6'11,3"S	10	144
Colegio Juan Benigno Vela	San José de Poaló	78°28'33,6"O	1°6'1,3"S	15	41
Escuela Abel Sánchez	San José de Poaló	78°29'4,5"O	1°7'15,1"S	7	108
Escuela 24 de Mayo	San José de Poaló	78°28'18,7"O	1°6'41,4"S	2	18
Escuela Pisayambo	San José de Poaló	78°27'20,2"O	1°4'46"S	6	66
Escuela José Elías Vasco	San Miguelito	78°32'26,1"O	1°12'14,5"S	10	88
Escuela Gertrudiz Esparza	San Miguelito	78°32'25"O	1°12'13,8"S	11	112
Colegio Téc. 12 Noviembre	San Miguelito	78°32'24,1"O	1°12'7,6"S	33	358

¹³ Ver Anexo 1, Estudio de Campo con Fotografías de las Entidades Beneficiarias

Centro Educativo	Localidad	Longitud	Latitud	Beneficiarios	
				Docentes	Alumnos
Escuela Héctor Pilco	San Miguelito	78°31'27,8"O	1°12'46,2"S	2	24
Escuela García Moreno	San Miguelito	78°31'42,1"O	1°12'5,1"S	3	48
Escuela Rumiñahui	San Miguelito	78°31'30,5"O	1°11'46,3"S	13	194
Escuela Simón Rodríguez	San Miguelito	78°32'20,8"O	1°12'13"S	2	30
Escuela Unión Nacional de Periodistas	La Matriz	78°32'39,1"O	1°10'9,2"S	20	440
Jardín Pequeños Amigos	La Matriz	78°32'19,3"O	1°10'17,3"S	9	171
Escuela Mariscal Sucre	La Matriz	78°32'33,9"O	1°10'9,2"S	18	545
Escuela Juan Francisco Montalvo	Ciudad Nueva	78°33'29,1"O	1°10'24,3"S	10	149
Centro Artesanal Lola Gangotena	Barrio Callate	78°32'39,1"O	1°9'47,3"S	18	198
Colegio Los Andes	Ciudad Nueva	78°33'22,7"O	1°10'33"S	60	800
Escuela Isabel La Católica	La Matriz	78°32'27,5"O	1°10'23,2"S	25	500
Escuela Amado Nervo	Baquerizo Moreno	78°29'54,7"O	1°13'41"S	1	17
Manuel del Carmen Pachano	Marcos Espinel	78°31'27,8"O	1°10'28,8"S	8	103
Escuela Manuela Jiménez	San Andrés	78°32'22,4"O	1°8'8,5"S	13	130
Escuela José María Urbina	San Andrés	78°32'23"O	1°8'0,7"S	12	170
Escuela Manuela Cañizáres	San Pedro	78°32'54,1"O	1°7'29,1"S	7	92
Escuela Atipillahuazo	Huapante Chico	78°32'49"O	1°6'7,8"S	6	53

Centro Educativo	Localidad	Longitud	Latitud	Beneficiarios	
				Docentes	Alumnos
Escuela Sixto Álvarez	Yatchil	78°31'51,2"O	1°6'20,4"S	7	81
Escuela Hualcopo Duchicela	Andahuayo San Izidro	78°30'27,9"O	1°6'10,5"S	0	170
Escuela Rufino Carrillo	Huapante Grande	78°32'57"O	1°4'51,1"S	7	145
Escuela Oto Arrosemena	San Juan cardosanto	78°31'49,9"O	1°4'8,8"S	4	80
Escuela Luis Domínguez	Chaupiloma	78°31'39,3"O	1°5'15,8"S	4	70
Escuela Princesa Choasanguil	Andahuayo San Luis	78°30'57,1"O	1°5'39,3"S	3	39
Escuela Ana Maricela Cobo	San José del Baratillo	78°31'34,2"O	1°7'11"S	3	3
Escuela Efrén Cabrera	Santa Rita	78°30'49,7"O	1°7'33,2"S	6	63
Escuela El Porvenir	El Porvenir	78°30'57"O	1°7'10"S	2	33
Colegio Antonio Carrillo	La Dolorosa	78°32'28,7"O	1°8'22,1"S	15	240
Escuela Patria	Chagrapamba	78°32'57,2"O	1°9'26,3"S	5	47
Escuela Carlos T. García	Urbina	78°33'18,6"O	1°8'46,9"S	4	35
Escuela Gabriel Urbina	Centro	78°30'26,5"O	1°13'26,5"S	7	119
Biblioteca de San Andrés		78°32'23,8"O	1°8'6,8"S		
Biblioteca de San Miguelito		78°32'23,1"O	1°12'6,5"S		
Colegio Jorge Alvarez	Ciudad Nueva	78°33'21,5"O	1°10'24,3"S	59	1300
Escuela Juan de Velazco	Barrio Prazuela	78°30'16,9"O	1°13'55"S	2	22
Joseph Matías de Villalva	Cuzatahua	78°30'39,5"O	1°14'5,3"S	1	18
Escuel Pablo Arturo Suárez	Tacinteo	78°30'7,9"O	1°9'59,3"S	1	26

Centro Educativo	Localidad	Longitud	Latitud	Beneficiarios	
				Docentes	Alumnos
Tenencia Política	Urbina	78°33'17,9"O	1°8'46,5"S		
Escuela Augusto N. Martínez	La Matriz	78°32'28,1"O	1°10'14,9"S	18	405
Total Beneficiarios				469	7495

A continuación se presenta un esquema de las entidades beneficiarias, con sus ubicaciones georeferenciadas, obtenido mediante el software “Radio Mobile”, el cual será usado para el diseño de la red.

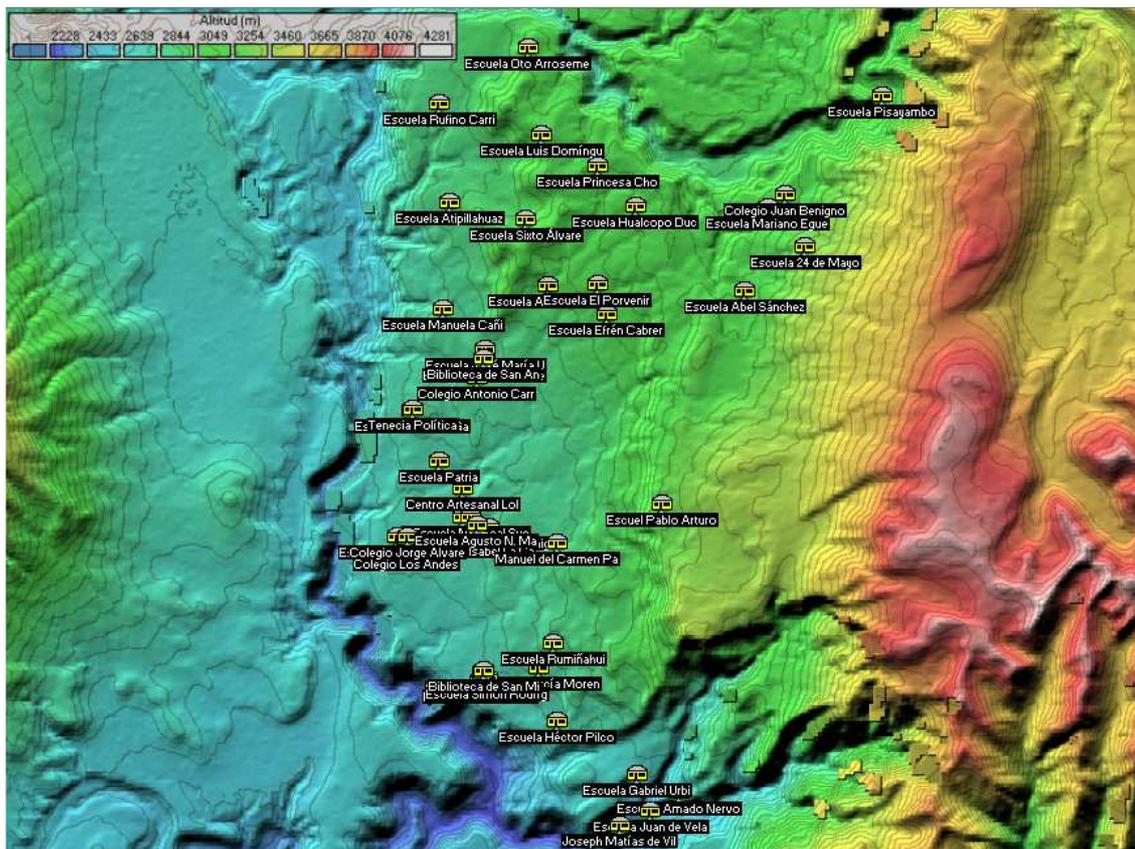


Figura 3. 2. Ubicación Geográfica de las Entidades Beneficiarias (RadioMobile)

CAPÍTULO IV

SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA A USARSE

En este capítulo se analizan las tecnologías planteadas en el capítulo uno, para así optar por la solución óptima para el diseño de la red, tomando en cuenta las prestaciones estas, así como ventajas y desventajas de las mismas, y por último los costos para su implementación.

Cabe mencionar aquí, que no existe un sistema de acceso ideal, sino que cada uno presenta ciertos condicionantes que lo hacen más apropiado para una determinada situación geográfica o tipo de mercado.

A continuación se presenta una tabla comparativa de las tecnologías de acceso, en cuanto a aspectos técnicos clave de cada una.

Tabla 4. 1 Comparativa Técnica de las Tecnologías de Acceso

Tipo de Acceso	Normalización o Estándar	Medio Físico	Topología	Terminales	Alcance
WLAN	IEEE 802.11, ETSI	Radio, 2,45GHz (11b,11g) 5GHz(11a)	Multipunto ó punto a punto	Móviles, o fijos si son punto a punto	Hasta 20Km con Línea de Vista
xDSL	ITU-T, ETSI	Par trenzado telefónico de cobre	Punto a punto	Fijos	0.3-6 km.
Satelital	DVB, ETSI	Radio,11-14 GHz (Ku), 20-30 GHz (Ka)	Multipunto	Fijos, o móviles (a pocos Kbps)	Visión directa. Cobertura Global
CDMA450	CDMA 1xEVDO	Radio, 450MHz	Multipunto	Fijos o Móviles	Hasta 80Km
Fibra Óptica	DOCSIS, DVB	Fibra óptica y cable coaxial	Multipunto	Fijos	40Km

4.1. Ventajas e inconvenientes de las Tecnologías de Acceso

4.1.1. Tecnología WiFi

Ventajas

1. Son sistemas de gran Flexibilidad. Dentro de la zona de cobertura de la red inalámbrica los nodos se podrán comunicar y no estarán atados a un cable para poder estar comunicados por el mundo. Esto les dota de gran libertad y capacidad para adaptarse a las necesidades que los usuarios tengan.
2. Requieren muy poca planificación y tiempo de implantación, con respecto a las redes cableadas. Antes de cablear un edificio o unas oficinas se debe pensar mucho sobre la distribución física de las máquinas, mientras que con una red inalámbrica sólo nos tenemos que preocupar de que el edificio o las oficinas queden dentro del ámbito de cobertura de la red. Esto reduce altamente los esfuerzos de planificación.
3. El diseño de los equipos es muy sencillo y de fácil integración. Los receptores son bastante pequeños y pueden integrarse dentro de un dispositivo y llevarlo en un bolsillo. Esto permite que cualquier dispositivo pueda integrarse en las redes WLAN.
4. Robustez ante fallos de la integridad de la red. Ante eventos inesperados que pueden ir desde un usuario que se tropieza con un cable o lo desenchufa, hasta un pequeño terremoto o algo similar. Una red cableada podría llegar a quedar completamente inutilizada, mientras que una red inalámbrica puede aguantar bastante mejor este tipo de percances inesperados.
5. Son sistemas que ofrecen una mayor cobertura que las redes clásicas de cable, al poder cubrir amplias zonas con un único punto de acceso.

6. Ilimitada capacidad de implantación, pudiendo estar en todo tipo de entornos, como los son entornos residenciales, empresariales, de ámbito público (*hotspots*), centros de enseñanza, aeropuertos y aviones, trenes y estaciones de tren, transporte urbano, centros de conferencias y reuniones, zonas rurales, aplicaciones medicas y sanitarias etc.
7. Provisionalidad. Las WLANs tienen una gran utilidad en instalaciones que tienen carácter de provisionalidad. Ejemplos de ello son infraestructuras itinerantes (ferias, congresos, demostradores), despliegues cortos o limitados en el tiempo (oficinas temporales), para absorber fuertes picos de utilización ocasional (las WLAN pueden soportar un número elevado de usuarios transitorios, mientras que las fijas están limitadas a las conexiones ya cableadas exclusivamente) y para permitir crecimientos urgentes en una red ya establecida hasta adoptar otras alternativas. Las razones que soportan esta característica frente a la solución cableada son múltiples: economía, escalabilidad, rapidez de implantación, movilidad, etc.

Desventajas

1. La seguridad es el talón de Aquiles de las redes WiFi. En dos vertientes: Por una parte seguridad e integridad de la información que se transmite. Este campo está bastante criticado en casi todos los estándares actuales, que, según dicen no se deben utilizar en entornos críticos en los cuales un “robo” de datos pueda ser peligroso. Por otra parte este tipo de comunicación podría interferir con otras redes de comunicación (policía, bomberos, hospitales, etc.) y esto hay que tenerlo en cuenta en el diseño.
3. Las redes WiFi operan en un tramo del espectro radioeléctrico. Éste está muy saturado hoy día y las redes deben amoldarse a las reglas que existan dentro de cada país.
4. Las redes inalámbricas ofrecen menor calidad de servicio que las redes cableadas. Estamos hablando de velocidades que no superan habitualmente los 11 Mbps

(802.11b, existen estándares de hasta 54 Mbps), frente a los 100 que puede alcanzar una red normal y corriente. Por otra parte hay que tener en cuenta también la tasa de error debida a las interferencias. Esta se puede situar alrededor de 10^{-4} frente a las 10^{-10} de las redes cableadas. Esto significa que hay 6 órdenes de magnitud de diferencia y eso es mucho. Estamos hablando de 1 bit erróneo cada 10.000 bits o lo que es lo mismo, aproximadamente de cada Mb transmitido, 1 Kb será erróneo. Esto puede llegar a ser imposible de implantar en algunos entornos industriales con fuertes campos electromagnéticos y ciertos requisitos de calidad.

5. Son redes altamente sensibles a interferencias, al operar en el espectro radioeléctrico. Las WLAN no solo se ven afectadas por las interferencias entre diferentes dispositivos conectados a una red, sino también entre otro tipo de dispositivos independientes que generen campos electromagnéticos, por ejemplo, microondas.

4.1.2. Tecnología xDSL-ADSL

Ventajas

1. La infraestructura ya está disponible en la mayoría de casos, pues se utiliza la planta de cobre existente, para estos casos no se requiere trabajos de la ingeniería civiles para colocar nuevos cables, o necesidad de permisos de obra. Esto redundará en una reducción de costes y de los tiempos de respuesta para ofrecer el servicio.
2. Proporciona accesos de alta velocidad. Esto posibilita que se ofrezcan servicios como la videoconferencia o la difusión de vídeo, así como desde aplicaciones multimedia a interconexiones LAN, WLAN, o acceso a Internet. Pese a ello algunas de estas aplicaciones tienen restricciones en cuanto a la velocidad operativa de la línea.
3. Conexión ininterrumpida. Los usuarios pueden descargar gran cantidad de información al tener un ancho de banda dedicado en el enlace.

4. Red de Acceso domestica y personal. Dada la enorme capilaridad de esta red de acceso, que presenta topología de red, en estrella, frente topologías en bus de los medios compartidos, dotan al enlace se mayor seguridad y privacidad. Ello la hace muy adecuada para ofrecer servicios de datos al mercado doméstico.
5. Flexibilidad. Antes del desarrollo de la tecnología xDSL, aquellos quienes querían utilizar Internet sin ocupar su línea debían adherir otra más; lo que en realidad tenía un costo bastante elevado. Utilizando la tecnología xDSL, los usuarios pueden utilizar la misma línea para recibir y hacer llamadas telefónicas mientras estén conectado a Internet y transfiriendo o recibiendo datos. Una de las mayores ventajas de ADSL sobre los módem analógicos, RDSI y HDSL reside en su capacidad para proporcionar soporte de servicio telefónico sin impacto alguno en la capacidad de procesamiento de datos. La razón es que ADSL utiliza tecnología de división de frecuencia, permitiendo separar los canales telefónicos de los otros dos canales. RDSI y HDSL sin embargo aunque pueden efectuar conexiones telefónicas, lo hacen consumiendo 64 Kbps de ancho de banda.
6. Totalmente digital. xDSL convierte las líneas telefónicas analógicas en digitales adhiriendo un dispositivo denominado “*Splitter*”, y un módem del tipo xDSL. De ese modo la línea permite la convivencia de ambos servicios.
7. Conectividad a bajo coste. Al no ocupar la línea, la conexión es permanente y es posible asignar direcciones IP fijas. Además, ADSL descarga la red telefónica de tráfico de datos. Además permite que no se tarife por tiempo, resultando una solución económica para el mercado residencial.
8. Seguridad. Como consecuencia de que a cada cliente le llega un par trenzado, entre las central y el abonado se crea un acceso dedicado, no compartido, donde la seguridad es
9. mayor que en un medio compartido donde las transmisiones requieren de algún algoritmo
10. que garantice la confidencialidad de los datos.

11. Facilidad en el crecimiento del servicio. ADSL puede introducirse en base a la demanda por usuario individual; esto es importante para los operadores de la red porque significa que su inversión en ADSL es proporcional a la demanda del servicio de los usuarios.
12. Capacidad de integración en redes de fibra. Las tecnologías xDSL, y en especial VDSL, posee una elevada capacidad para ser el método de difusión final de las tecnologías FTTx (como FTTC), permitiendo acercar la fibra hasta muy cerca del usuario, y permitiendo abaratar los costes que supondría llevar la fibra hasta cada cliente (FTTH).

Desventajas

1. Incompatibilidades. El sistema no es compatible con líneas con servicios especiales, como son RDSI, hilo musical, servicio TRAC, líneas backup, circuitos alquilados, grupos centrex, centralitas, etc. Ello dificulta la instalación de la tecnología al tener que llevar a cabo reformas del equipamiento anterior.
2. Diferencias en cuanto a ancho de banda, atenuación, distancia o calibre (0.4 – 0.6mm) del par trenzado utilizado, para cada tecnología xDSL, que evitan el despliegue de ADSL y sus tecnologías análogas hasta los clientes cuando la red no es la adecuada.
3. Estado del bucle de abonado. Presenta algunos problemas, como rampas multipladas, calibres heterogéneos, empalmes, destrenzado en los últimos metros, existencias de bobinas de carga, etc. que impiden el despliegue de estas tecnologías por problemas de pérdidas o imposibilidad de uso del ancho de banda del par.
4. El Ruido las interferencias degradan altamente la calidad de las señales que se intercambian entre la central y el módem, produciendo una reducción de la tasa binaria al aumentar el BER. En condiciones de ruido y exceso de interferencias en la línea telefónica, quizás no es posible desplegar ADSL. En ocasiones los cables de pares son mas sensibles al ruido e interferencia, incluso que los cables coaxiales.

5. Diafonía en cables multipares. Los pares trenzados que viajan agrupados en un mismo cable, pueden interferir electromagnéticamente unos con otros, de manera que se distorsionen las señales que se transportan.
6. Problema de la longitud del bucle. En las tecnologías xDSL, el régimen binario máximo obtenible disminuye cuando la longitud del bucle de abonado aumenta. Así, tecnologías como VDSL, que permiten regímenes binarios muy elevados, precisan que el bucle de abonado tenga 300m como máximo. Podemos decir que para utilizar xDSL, se debe estar a menos de 5.500 metros (aproximadamente) de la central telefónica, ya que a una distancia mayor no se puede disfrutar de la gran velocidad que provee el servicio. Después de los 2.400 metros la velocidad comienza a disminuir, aunque pese a ello en este tipo de tecnologías la conexión es más veloz que mediante un módem y una línea telefónica.
7. Dimensionamiento Debemos considerar que los operadores que ofrecen servicio, incorpora una función de multiplexación ATM, así las características del acceso a Internet de Alta Velocidad ofrecidas, permite obtener ganancia estadística mediante “sobre suscripción”, es decir, la suma de los tráficos “medios” ofrecidos a los abonados es superior al tráfico que se suele ofrecer hacia la red. Así los usuarios de ADSL deben competir por el ancho de banda, y de esta manera los operadores pueden contratar más líneas ADSL. Existe pues la posibilidad, de que el servicio contratado no sea ofrecido por el operador, al saturarse la red.
8. xDSL tiene dificultades para integrar todos los servicios. Actualmente ADSL, HDSL, etc., no son capaces de solventar las aplicaciones de video de manera robusta, ni combinarlas de forma eficiente con el acceso a Internet y la telefonía. VDSL, nació con el propósito de solucionarlo, pero se ha quedado como una simple posibilidad futura, de introducción de acceso de alta velocidad integral.
9. Monopolio. Como consecuencia de que la empresa telefónica posea el bucle de abonado en propiedad y la liberalización sólo afecte al acceso de los demás operadores al bucle, el mercado está en una posición poco balanceada con un

control excesivo por parte del operador dominante que maneja el sector desde su posición privilegiada.

4.1.3. Tecnología Cableada con Fibra Óptica

Ventajas

1. Alta capacidad de crecimiento y escalado, mediante el desdoblamiento de las redes de fibra óptica, que permiten dimensionar la red en función del número de clientes que hayan contratado el servicio.
2. Capacidad Integración de otras tecnologías de acceso, como el xDSL de la cual se puede valer para llevar mas lejos el alcance de los servicios prestados, sin mas que usar el par trenzado de cada usuario si este dispone de él. También es posible usar tecnología de WLAN en la difusión final de servicios provistos por las redes de fibra óptica.
3. Asignación dinámica de recursos, en función de la demanda y número de clientes que paulatinamente solicitan el servicio, mediante la reducción de los usuarios por canal y la dotación de un mayor numero de portadoras digitales para prestar los servicios.
4. Posee una capacidad nominal de hasta 40Mbps y una capacidad efectiva de hasta 30Mbps en el canal descendente y de 10Mbps en de retorno, que la convierten en la red de acceso de mayor capacidad de las que están operativas en la actualidad.
5. Estas redes dotan a los operadores de una potente infraestructura, que puede ser explotada de múltiples opciones, así como es capaz de dotar de servicio de alta capacidad en áreas desde decenas a cientos de Km. De esta manera siempre se tiene la posibilidad no solo de explotar los servicios a los clientes, sino también puede explotarse la red y toda su capacidad de transporte.

6. Al ser un sistema cableado, que requiere de una infraestructura de red independiente por operador, el espectro es el medio de transmisión y por lo tanto, el ancho de banda disponible es exclusivo para cada uno de ellos. Esto permite una gran flexibilidad, y no impone restricciones como ocurre en el medio inalámbrico tales para satélite, LMDS, WLAN, GSM, etc.
7. Capacidad de integrar todos los servicios de manera transparente bajo un único acceso para el usuario final. Además esto supone la existencia de una tarificación única y un único elemento al que dirigirse en caso de existir problemas asociados al servicio.
8. Acceso simple al servicio para los clientes, únicamente requiere la instalación de un nuevo equipo en casa del usuario y la provisión del servicio en los sistemas de gestión (aparte de la acometida y la RIC).
9. Las redes de fibra óptica poseen un elevado ancho de banda, haciendo de ella una red ideal para los servicios interactivos, al tener la red también una estructura básica de difusión.
10. Capacidad de soportar indistintamente servicios a tiempo real (telefonía, videoconferencia), o servicios de datos, de Internet, VoD y alta latencia de transmisión.

Desventajas

1. La capacidad del canal ascendente y descendente es compartida por todos los usuarios de la red de distribución, lo cual ante elevadas tasas de carga, o un dimensionamiento excesivamente ajustado, puede provocar una elevada ralentización del servicio prestado al reducirse la tasa mínima asignada a cada usuario para transmitir y recibir.
2. La velocidad de transmisión de la red se ve altamente afectada por las condiciones de propagación de las señales eléctricas, es decir por el ruido, “ingress”,

- “*funneling*”, intermodulación, no linealidades en la red, espurios, retardos de propagación y ecos, etc. Por ello es fundamental un diseño de la red que los prevenga.
3. Equipos activos de la red de como amplificadores, introducen ruido y generan una alta degradación en la red, exigiendo de unos elevados niveles de calidad para mantener un servicio. Además estos amplificadores deben ser bidireccionales para que los contenidos transmitidos por los usuarios lleguen hasta la cabecera.
 4. Las redes de cable son un medio compartido, lo cual supone un problema para la seguridad dentro de la red. Esto hace que sean necesarios sistemas que prevengan de violaciones de seguridad por parte de otros usuarios o intrusos que accedan a la red de manera ilegal, pudiendo tener acceso a contenidos prohibidos para ellos. Pese a la existencia de potentes herramientas de seguridad en las redes ópticas, es necesario que los clientes del servicio extremen las precauciones debido a las características de la red.
 5. Canal de retorno “hostil” y del tipo multipunto a punto. El canal de retorno de las redes ópticas, tiene un ancho de banda de entre 5-65MHz. Esto es reducible a una banda entre 20-65MHz debido, a que el ruido presente en la banda de 5-20MHz, hace prácticamente inservible este rango de frecuencias. Además como el medio es compartido, compitiendo por los recursos y usando la parte mas baja del espectro (la más ruidosa), estamos ante un canal hostil de difícil gestión y control. Además la reducción del espectro de retorno, así como obliga a modulaciones robustas frente a eficientes reduciendo la velocidad efectiva final. La red, en el canal de retorno es del tipo multipunto-punto, al viajar hacia la cabecera todas las transmisiones de los usuarios, pudiéndose producir problemas si el dimensionado de la red, se ve saturado por las demandas o el tráfico que los usuarios generen.
 6. Las redes ópticas, poseen un elevado costo de implantación, debido a la necesidad de realizar una obra civil para la instalación de la infraestructura de red, así como el cableado hasta los usuarios. Esto pese a la utilización de canalización existente

genera un costo elevado que es la principal desventaja para su implementación global en mayor número de localidades.

7. La red óptica puede tener problemas en el canal de retorno cuando la carga es excesiva, de manera que algunos servicios interactivos que requieren elevada capacidad de respuesta en el enlace.

4.1.4. Tecnología Satelital

Ventajas

1. Las redes vía satélite son redes que admiten múltiples topologías de red, y sistemas de transmisión. Dada la posición orbital en la que se sitúan, les permite tener múltiples configuraciones de red pudiendo proveer de enlaces punto a punto, enlaces punto a multipunto (multicast) o multipunto a multipunto, enlaces de difusión unidireccional, redes VSAT en estrella o en malla, etc.
2. Los satélites GEO, y en menor medida los MEO y LEO, debido a la órbita a gran altura en la que orbitan poseen una amplia cobertura geográfica (la huella del haz de un satélite GEO puede llegar a cubrir 1/3 de la superficie terrestre), permitiendo romper las barreras impuestas por la distancia física.
3. En la actualidad los sistemas embarcados en los satélites, son tecnología de última generación permitiendo que los satélites estén adaptados a las nuevas demandas actuales.
4. Gracias a los anchos de banda de los transpondedores embarcados los satélites poseen capacidades comparables a enlaces STM-16 de fibra óptica, lo que permite un ancho de banda elevado para aplicaciones troncales o de acceso de banda ancha.
5. Los sistemas por satélite permiten eliminar los problemas asociados con la distancia propia de los sistemas inalámbricos y xDSL, ya que la distancia física

- entre puntos, las barreras naturales y geográficas, o las limitaciones de potencia, se ven subsanadas, al ser un enlace espacial que discurre en el espacio exterior a la tierra.
6. Como en otros sistemas inalámbricos, el despliegue de los terminales satélite es rápido. Una vez que se dispone de la infraestructura de acceso (el satélite o transpondedores alquilados, la estación terrestre y los accesos a otras redes), pueden instalarse terminales rápidamente en cualquier punto dentro de la zona de cobertura que tenga visión directa con el satélite.
 7. Los sistemas satelitales pueden ejercer indistintamente de segmento de redes de transporte de manera transparente, o como soporte de redes de acceso hacia los usuarios que demandan los servicios. Esto le dota de una elevada capacidad de adaptación en función de las demandas y necesidades de cada momento, facilitando la posibilidad para establecerse en nuevos mercados e introducir nuevos servicios.
 8. La creación de una red satelital no requiere de ningún tipo de cableado, o infraestructura terrestre, que requiera el desarrollo de una red de transmisión como las redes de fibra óptica. Además la red acceso es sencilla y rápida de instalar.
 9. Los sistemas satelitales actualmente son sistema bidireccionales, ya que la nueva tecnología satelital permite que la transmisión se produzca íntegramente a través del enlace vía satélite sin necesidad de interactuar con redes terrestres, para el canal de retorno. De esta forma el canal de retorno pese a tener menor capacidad que el descendente, es posible habilitarlo sin pérdida de otros servicios como el telefónico.
 10. Las velocidades de acceso a Internet o para transmisión de datos IP a través de las redes vía satélite posee velocidades de hasta 4Mbps o incluso más (definidas en los estándares DVB-S y DVB-RCS) en el enlace descendente y hasta 1Mbps en el de retorno satelital.

11. El costo del servicio es independiente de la distancia de transmisión, lo cual le hace un servicio muy eficiente para transmisiones de larga distancia, como enlaces internacionales, entre continentes o puntos distantes dentro de una misma corporación.
12. Al ser un sistema global, posee diferentes configuraciones de servicio, desde servicio fijo (FSS), servicio acceso móvil (MSS) (marítimo, aeronáutico, terrestre), servicio de radiodifusión (BSS), servicios de posicionamiento y localización (RNS), servicios de información (meteorología), exploración de la Tierra (EES), Investigación en el Espacio (SRS), Enlaces entre satélites (ISS), etc.
13. El satélite es una plataforma multiservicio, que puede proveer todos los servicios y aplicaciones actuales, desde los más clásicos TV (analógica y digital), telefonía (móvil o fija), radio, hasta Internet, transmisión de datos, redes VPN, enlaces dedicados, tele-educación, videoconferencia, etc.
14. El satélite es la herramienta ideal para cubrir las superficies de la tierra a las que no pueden llegar otras tecnologías de banda ancha, debido a sus limitaciones de cobertura e implantación. Así los servicios satelitales son la principal alternativa para dotar de banda ancha a las zonas rurales o poco pobladas.
15. Los servicios vía satélite pueden ser integrados en un único enlace de manera transparente y sencilla. Además este servicio integrado es ofertado generalmente con un único proveedor, pudiéndose disfrutar con independencia de su localización.

Desventajas

1. Los satélites que prestan el servicio en el espacio, lo hacen por un tiempo finito de entre 10 a 15 años. Una vez superado deben ser sustituidos por otros satélites que cubran el servicio que estos prestan. Esto hace la necesidad de tener una flota en continua regeneración, lo cual lo encarece, ya que los satélites, sus sistemas de

- control y su proceso de lanzamiento al espacio, etc. tienen elevados costos no fáciles de asumir.
2. Los sistemas satelitales excepto para aplicaciones unidireccionales (distribución de TV), el número de usuarios que se puede atender viene limitado por la capacidad disponible en la interfaz radio, normalmente en el enlace ascendente. De esta forma el número final de usuarios que pueden disponer de aplicaciones bidireccionales vía satélite, es finito y condicionado a la demanda.
 3. Los sistemas satelitales son sistemas con deficiencias elevadas de seguridad, como consecuencia de estar en un medio compartido por múltiples usuarios. Esto hace necesario mecanismos severos de protección contra escuchas externas, cosa que es compleja en las configuraciones satelitales PEP.
 4. Los sistemas satelitales comerciales y de comunicaciones operan en la banda Ku y C, lo cual les hace altamente sensibles a las atenuaciones durante la transmisión de la lluvia, la atmósfera y otros elementos medioambientales. Estos fenómenos generan elevadas pérdidas que obligan a tener que transmitir mayor potencia que garantice la recepción correcta de la señal (la potencia transmisora a bordo del satélite está muy limitada).
 5. La transmisión, sobre todo en el enlace descendente se ve muy afectada por los obstáculos físicos que puede encontrarse, como árboles, montañas, edificios, etc. Esto obliga a la necesidad de tener una visión directa y en línea recta con el receptor, aspecto complejo en entornos muy urbanos.
 6. Los sistemas GEO, tienen elevadas limitaciones asociadas al retardo de propagación (250ms.) consecuencia del camino de ida y vuelta (78.000 Km) que debe hacer la señal para propagarse. Así las aplicaciones que requieren de elevada interactividad, como la telefonía, la videoconferencia, etc. se ven muy limitadas y degradadas. Los sistemas LEO, solucionan el problema de la latencia, pero introducen los problemas asociados de conmutación entre satélites, así como la

necesidad de decenas de estos, para garantizar la cobertura, lo cual es excesivamente caro para las prestaciones ofrecidas.

7. Los sistemas del satélite son críticos debido a la imposibilidad de solventar posibles problemas surgido una vez puesto en órbita. Así la transmisión del enlace descendente es mucho más crítica, al tener los sistemas del satélite elevadas restricciones en la potencia transmitida, así como un mayor ruido, ya que se suma el proveniente del enlace ascendente el introducido por sus equipos. Además las frecuencias usadas en este enlace son menores, ya que así la potencia empleada en transmitir se reduce sustancialmente.
8. Al ser un sistema inalámbrico, que hace uso del espectro público, se encuentra mediatizado por la disponibilidad de este, ya que limita la capacidad total del sistema al no poder disponer de un ancho de banda mayor para la transmisión.
9. Los servicios que requieren de elevadas tasas de interacción y retardos bajos, no son adecuados en sistemas MEO y GEO principalmente, ya que el retardo acumulado genera una gran pesadez en las comunicaciones que acaba por degradarla.
10. Los costos de los sistemas bidireccionales son actualmente excesivamente caros para que estén a disposición de los usuarios residenciales, orientándose más al mercado empresarial y local. Esto hace que se ralentice su penetración y la toma de contacto del usuario con el servicio.
11. Muchos de los sistemas tradicionales de satélites, como Iridium, Globstar, etc. fueron optimizados para la telefonía y las comunicaciones móviles, no poseyendo capacidad de transmisión de datos superiores a 9,6Kbps. Esto ha producido tras el triunfo de la telefonía móvil terrestre el hundimiento de los sistemas y una difícil situación de explotación comercial.

Tabla 4. 2. Comparación de Costos de Diferentes Tecnologías

RESUMEN DE POSIBLES SOLUCIONES TECNOLÓGICAS				
	Instalaciones locales en Quito		Instalaciones en puntos remotos fuera de Quito	
Enlaces Radiales WiFi	Costo de tener un CPE local	\$ 4.000,00	Costo del CPE en zonas rurales	\$ 6.000,00
	Costos de Operación anual	\$ 600,00	Costos de Operación anual	\$ 900,00
	Total invertido al cabo de 5 años	\$ 7.000,00	Total invertido al cabo de 5 años	\$ 10.500,00
	Total invertido al cabo de 10 años	\$ 10.000,00	Total invertido al cabo de 10 años	\$ 15.000,00
Enlaces Microondas	Costos de equipos por punto local	\$ 50.000,00	Costos de equipos por punto remoto	\$ 50.000,00
	Costos de Operación anual	\$ 6.000,00	Costos de Operación anual	\$ 6.000,00
	Total invertido al cabo de 5 años	\$ 80.000,00	Total invertido al cabo de 5 años	\$ 80.000,00
	Total invertido al cabo de 10 años	\$ 110.000,00	Total invertido al cabo de 10 años	\$ 110.000,00
Enlaces satelitales VSAT	Costo de la estación satelital	\$ 3.500,00	Costo de la estación satelital	\$ 3.500,00
	Costo mensual de un enlace de 128Kbps recepción	\$ 200,00	Costo mensual de un enlace de 128Kbps recepción	\$ 200,00
	Costos del servicio anual	\$ 2.400,00	Costos del servicio anual	\$ 2.400,00
	Total invertido al cabo de 5 años	\$ 15.500,00	Total invertido al cabo de 5 años	\$ 15.500,00
	Total invertido al cabo de 10 años	\$ 27.500,00	Total invertido al cabo de 10 años	\$ 27.500,00
Enlaces terrestres de cobre	Costo mensual de un enlace local de 128Kbps	\$ 140,00	Costo mensual de un enlace regional de 128Kbps	\$ 250,00
	Costos del servicio anual	\$ 1.680,00	Costos del servicio anual	\$ 3.000,00
	Total invertido al cabo de 5 años	\$ 8.400,00	Total invertido al cabo de 5 años	\$ 15.000,00
	Total invertido al cabo de 10 años	\$ 16.800,00	Total invertido al cabo de 10 años	\$ 30.000,00
Enlaces terrestres de Fibra Óptica	Costo mensual de un enlace local de 128Kbps	\$ 150,00	Costo mensual de un enlace regional de 128 Kbps	\$ 250,00
	Costos del servicio anual	\$ 1.800,00	Costos del servicio anual	\$ 3.000,00
	Total invertido al cabo de 5 años	\$ 9.000,00	Total invertido al cabo de 5 años	\$ 15.000,00
	Total invertido al cabo de 10 años	\$ 18.000,00	Total invertido al cabo de 10 años	\$ 30.000,00

Una vez planteadas las ventajas y desventajas, así como los costos de cada una de las tecnologías posibles, se pudo llegar a conclusiones importantes como fueron:

- Existen dos puntos críticos para tomar la decisión adecuada con respecto a la tecnología a usarse, y estos son, el costo y la viabilidad que cada tecnología tiene para la zona de influencia.
- La banda ancha sobre WIFI es la solución más económica para desplegar una red en zonas rurales. La inversión en infraestructura de telecomunicaciones es pequeña o moderada, ya que implica una serie de pequeñas antenas y radios ubicadas en distintas entidades sin necesidad de llevar cable de comunicaciones hasta cada entidad beneficiaria.
- El principal inconveniente radica justamente en la instalación de estos equipos. Ante un eventual fallo del sistema es necesario el acceso al inmueble para la reparación o simple reinicio por fallo eléctrico y, claro, esto no siempre es sencillo ya que cada usuario no está siempre pendiente del sistema.
- La banda ancha sobre ADSL es sin duda la solución más fiable. Utilizando los pares telefónicos evitamos problemas de interferencias radioeléctricas y problemas eléctricos. Por tanto, la red es mucho más estable y los usuarios perciben una gran calidad del servicio. Con esta tecnología nos encontramos principalmente dos inconvenientes. Por un lado el costo de la inversión en infraestructura es mayor que en redes WIFI. En caso de no estar disponible, es preciso llevar cable telefónico a cada entidad y además es necesario alquilar a la empresa telefónica correspondiente, los pares de cobre para posteriormente dar el servicio de ADSL. También hay costos relevantes en la central telefónica asociada. Por otro lado, la viabilidad técnica del proyecto puede peligrar en función de las características de la central telefónica, tamaño, capacidad, distancia, etc.
- Se descarta la tecnología cableada con fibra óptica por la no existencia del tendido de la misma en la zona de influencia.

- La tecnología Satelital es ideal para el diseño de la red, en los casos en los que la entidad beneficiaria carezca de línea de vista con un cerro u otra entidad para realizar un enlace de radio, o no se tenga el cableado necesario para realizar enlaces ADSL o de fibra óptica, esto debido a la característica principal de los enlaces satelitales, con la cual es posible acceder a un satélite desde cualquier parte del planeta.

La zona de influencia del proyecto, no goza en su totalidad, de cobertura telefónica, tan solo unas pocas escuelas y colegios tienen este servicio, por lo que para acceder a la tecnología ADSL sería necesaria la expansión del cableado telefónico, con un costo adicional y por ende elevado a la red.

Finalmente se definió que la tecnología mas apropiada para la implementación de la red Píllaro sea WiFi, ya que al usar la banda ISM de 2.4GHz y 5,8GHz, el ahorro en cuestión de costos en comparación a tecnología microondas en banda licenciada, es realmente significativo.

Adicionalmente se estableció que se use WiFi, para la redes LAN de cada institución, debido a su rapidez y facilidad de implementación, y su facilidad de mantenimiento y gestión.

CAPÍTULO V

ESTUDIO DE TRÁFICO

En base a experiencias en proyectos anteriores, y conjuntamente entre el FODETEL, ANDINATEL y el Fondo de Solidaridad se acordó que el ancho de banda que va a ser asignado a las entidades beneficiarias, dependerá directamente del número de alumnos que esta tenga, al mismo tiempo deberán cumplir con un número de computadores, haciendo relación con el número de alumnos; de no contar dicha entidad con el número de computadores solicitado, se le entregarán los equipos necesarios hasta que cumpla con los valores de la siguiente tabla.

Tabla 5. 1. Ancho de Banda según Número de Alumnos

Número de Alumnos	Computadoras	Ancho de Banda (Kbps)
De 10 a 30	2	128
De 31 a 100	3	128
De 101 a 300	10	128
De 301 a 600	15	256
De 601 a 1000	20	512
De 1001 a 3000	40	512
3001 o más	40	1024

A continuación se presenta un cuadro con el ancho de banda que se les asignará a las entidades beneficiarias, cabe recalcar que dichos anchos de banda tienen una compresión de 4 a 1, y de ser el caso, el # de PC's que se le deberán entregar para cumplir con los valores determinados.

Tabla 5. 2. Ancho de Banda Requerido por Institución

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	# ALUMNOS	# PC'S QUE POSEE	ANCHO DE BANDA (Kbps)	PC'S ADICIONALES
Escuela Mariano Eguez	144	2	128	8
Colegio Juan Benigno Vela	41	5	128	0
Escuela Abel Sánchez	108	3	128	7
Escuela 24 de Mayo	18	1	128	1
Escuela Pisayambo	68	3	128	0
Escuela José Elías Vasco	86	9	128	0
Escuela Gertrudiz Esparza	112	8	128	2
Colegio Téc. 12 de Noviembre	358	10	256	5
Escuela Héctor Pilco	24	1	128	1
Escuela García Moreno	48	1	128	2
Escuela Rumiñahui	194	5	128	5
Escuela Simón Rodríguez	30	1	128	1
Escuela UNP	440	13	256	2
Jardín Pequeños Amigos	171	3	128	7
Escuela Mariscal Sucre	545	8	256	7
Escuela Juan F. Montalvo	149	5	128	5
Centro Artesanal Lola G.	198	1	128	9
Colegio Los Andes	800	25	512	0
Escuela Isabel La Católica	500	20	256	0
Escuela Amado Nervo	17	1	128	1
Manuel del Carmen Pachano	103	7	128	3
Escuela Manuela Jiménez	130	2	128	8
Escuela José María Urbina	170	6	128	4
Escuela Manuela Cañizares	92	3	128	0
Escuela Atipillahuzo	53	3	128	0
Escuela Sixto Álvarez	81	3	128	0
Escuela Hualcopo Duchicela	170	2	128	8
Escuela Rufino Carrillo	145	4	128	6
Escuela Otto Arosemena	80	1	128	2
Escuela Luis Domínguez	70	2	128	1
Escuela Princesa Choasanguil	39	2	128	1
Escuela Ana Maricela Cobo	3	2	128	0
Escuela Efrén Cabrera	63	1	128	2
Escuela El Porvenir	33	1	128	2
Colegio Antonio Carrillo	240	8	128	2
Escuela Patria	47	1	128	2
Escuela Carlos T. García	35	3	128	0
Escuela Gabriel Urbina	119	4	128	6
Biblioteca de San Andrés		3	128	3
Biblioteca de San Miguelito		3	128	3
Colegio Jorge Álvarez	1300	43	512	0
Escuela Juan de Velasco	22	2	128	0
Joseph Matías de Villalba	18	0	128	2
Escuela Pablo Arturo Suárez	26	0	128	2
Tenencia Política		3	512	3
Escuela Augusto N. Martínez	405	15	256	0
Total			7168	123

$$AB_Total = 7168[Kbps]$$

$$Compartición \Rightarrow 4 : 1$$

$$AB_Total_Re_querido = 7168 / 4[Kbps]$$

$$AB_Total_Re_querido = 1792[Kbps]$$

$$AB_a_Contratar \approx 2Mbps$$

Se realizó un análisis del ancho de banda tomando en cuenta las aplicaciones que serían las más usadas en las entidades beneficiadas, para obtener en el mejor y peor de los casos el tiempo que les tomaría ejecutar aplicaciones, en promedio las aplicaciones a más utilizadas, y el tamaño de cada una de estas se presenta a continuación:

Tabla 5. 3. Aplicaciones más Frecuentes y Tamaño en Bytes

Aplicación	Tamaño
Página Web	25KB = 200Kb
Correo Electrónico	5KB = 40Kb
Mensajería instantánea	1KB = 8Kb
Descarga de Música	3MB = 24Mb

5.1 Dos Computadores / 128Kbps

Mejor de los Casos; Este se presentará cuando ninguna otra escuela use el servicio de Internet y cuando se use sólo un PC de las disponibles.

$$Compresión = 1 : 1$$

$$PCs_Usando_el_Servicio = 1$$

$$Ancho_de_Banda_Disponible = 128Kbps$$

$$Página_Web = 200Kb$$

$$Tiempo_de_Carga = \frac{200Kb}{128 \frac{Kb}{s}} = 1.6s$$

$$Correo_Electrónico = 40Kb$$

$$Tiempo_de_Carga = \frac{40Kb}{128 \frac{Kb}{s}} = 0.3s$$

$$\text{Canción}_{mp3} = 24Mb$$

$$\text{Tiempo}_{de_Carga} = \frac{24Mb}{128 \frac{Kb}{s}} = 187.5s = 3.13 \text{ min}$$

Peor de los Casos; Este se presentará cuando todas las demás escuelas usen el servicio de Internet y cuando se usen las dos PCs disponibles.

$$\text{Compresión} = 4:1$$

$$\text{PCs}_{Usando_el_Servicio} = 2$$

$$\text{Ancho}_{de_Banda_Disponible} = \frac{128Kbps}{4*2} = 16Kbps$$

$$\text{Página}_{Web} = 200Kb$$

$$\text{Tiempo}_{de_Carga} = \frac{200Kb}{16 \frac{Kb}{s}} = 12.5s$$

$$\text{Correo}_{Electrónico} = 40Kb$$

$$\text{Tiempo}_{de_Carga} = \frac{40Kb}{16 \frac{Kb}{s}} = 2.5s$$

$$\text{Canción}_{mp3} = 24Mb$$

$$\text{Tiempo}_{de_Carga} = \frac{24Mb}{16 \frac{Kb}{s}} = 1500s = 25 \text{ min}$$

5.2 Tres Computadores / 128Kbps

Mejor de los Casos; Este se presentará cuando ninguna otra escuela use el servicio de Internet y cuando se use sólo un PC de las disponibles.

$$\text{Compresión} = 1:1$$

$$\text{PCs}_{Usando_el_Servicio} = 1$$

$$\text{Ancho}_{de_Banda_Disponible} = 128Kbps$$

$$\text{Página}_{Web} = 200Kb$$

$$Tiempo_de_Carga = \frac{200Kb}{128 \frac{Kb}{s}} = 1.6s$$

$$Correo_Electrónico = 40Kb$$

$$Tiempo_de_Carga = \frac{40Kb}{128 \frac{Kb}{s}} = 0.3s$$

$$Canción_mp3 = 24Mb$$

$$Tiempo_de_Carga = \frac{24Mb}{128 \frac{Kb}{s}} = 187.5s = 3.13 \text{ min}$$

Peor de los Casos; Este se presentará cuando todas las demás escuelas usen el servicio de Internet y cuando se usen las tres PCs disponibles.

$$Compresión = 4:1$$

$$PCs_Usando_el_Servicio = 3$$

$$Ancho_de_Banda_Disponible = \frac{128Kbps}{4 * 3} = 10.7Kbps$$

$$Página_Web = 200Kb$$

$$Tiempo_de_Carga = \frac{200Kb}{10.7 \frac{Kb}{s}} = 18.69.s$$

$$Correo_Electrónico = 40Kb$$

$$Tiempo_de_Carga = \frac{40Kb}{10.7 \frac{Kb}{s}} = 3.74s$$

$$Canción_mp3 = 24Mb$$

$$Tiempo_de_Carga = \frac{24Mb}{10.7 \frac{Kb}{s}} = 2243s = 37.4 \text{ min}$$

5.3 Diez Computadores / 128Kbps

Mejor de los Casos; Este se presentará cuando ninguna otra escuela use el servicio de Internet y cuando se use sólo un PC de las disponibles.

$$\text{Compresión} = 1:1$$

$$\text{PCs Usando el Servicio} = 1$$

$$\text{Ancho de Banda Disponible} = 128\text{Kbps}$$

$$\text{Página Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{200\text{Kb}}{128 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 1.6\text{s}$$

$$\text{Correo Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{40\text{Kb}}{128 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.3\text{s}$$

$$\text{Canción mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{24\text{Mb}}{128 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 187.5\text{s} = 3.13\text{ min}$$

Peor de los Casos; Este se presentará cuando todas las demás escuelas usen el servicio de Internet y cuando se usen las diez PCs disponibles.

$$\text{Compresión} = 4:1$$

$$\text{Pcs Usando el Servicio} = 2$$

$$\text{Ancho de Banda Disponible} = \frac{128\text{Kbps}}{4 * 10} = 3.2\text{Kbps}$$

$$\text{Página Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{200\text{Kb}}{3.2 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 62.5\text{s}$$

$$\text{Correo Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{40\text{Kb}}{10.7 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 12.5\text{s}$$

$$\text{Canción mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{24\text{Mb}}{10.7 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 7500\text{s} = 125\text{ min}$$

5.4 Quince Computadores / 256Kbps

Mejor de los Casos; Este se presentará cuando ninguna otra escuela use el servicio de Internet y cuando se use sólo un PC de las disponibles.

$$\text{Compresión} = 1:1$$

$$\text{PCs_Usando_el_Servicio} = 1$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = 256\text{Kbps}$$

$$\text{Página_Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{200\text{Kb}}{256 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.78\text{s}$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{40\text{Kb}}{256 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.16\text{s}$$

$$\text{Canción_mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{24\text{Mb}}{256 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 93.73\text{s} = 1.56\text{ min}$$

Peor de los Casos; Este se presentará cuando todas las demás escuelas usen el servicio de Internet y cuando se usen las quince PCs disponibles.

$$\text{Compresión} = 4:1$$

$$\text{Pcs_Usando_el_Servicio} = 15$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = \frac{256\text{Kbps}}{4 * 15} = 4.26\text{Kbps}$$

$$\text{Página_Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{200\text{Kb}}{4.26 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 46.94\text{s}$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{40\text{Kb}}{4.26 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 9.39$$

$$\text{Canción_mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{24\text{Mb}}{4.26 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 5633\text{s} = 93.89\text{ min}$$

5.5 Veinte Computadores / 512Kbps

Mejor de los Casos; Este se presentará cuando ninguna otra escuela use el servicio de Internet y cuando se use sólo un PC de las disponibles.

$$\text{Compresión} = 1 : 1$$

$$\text{PCs_Usando_el_Servicio} = 1$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = 512\text{Kbps}$$

$$\text{Página_Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{200\text{Kb}}{512 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.39\text{s}$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{40\text{Kb}}{512 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.08\text{s}$$

$$\text{Canción_mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{24\text{Mb}}{512 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 46.87\text{s}$$

Peor de los Casos; Este se presentará cuando todas las demás escuelas usen el servicio de Internet y cuando se usen las veinte PCs disponibles.

$$\text{Compresión} = 4 : 1$$

$$\text{Pcs_Usando_el_Servicio} = 20$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = \frac{512\text{Kbps}}{4 * 20} = 6.4\text{Kbps}$$

$$\text{Página_Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{200\text{Kb}}{6.4 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 31.25\text{s}$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40Kb$$

$$\text{T tiempo_de_Carga} = \frac{40Kb}{6.4 \frac{Kb}{s}} = 6.25s$$

$$\text{Canción_mp3} = 24Mb$$

$$\text{T tiempo_de_Carga} = \frac{24Mb}{6.4 \frac{Kb}{s}} = 3750s = 62.50 \text{ min}$$

5.6 Cuarenta Computadores / 512Kbps

Mejor de los Casos; Este se presentará cuando ninguna otra escuela use el servicio de Internet y cuando se use sólo un PC de las disponibles.

$$\text{Compresión} = 1 : 1$$

$$\text{PCs_Usando_el_Servicio} = 1$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = 512Kbps$$

$$\text{Página_Web} = 200Kb$$

$$\text{T tiempo_de_Carga} = \frac{200Kb}{512 \frac{Kb}{s}} = 0.39s$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40Kb$$

$$\text{T tiempo_de_Carga} = \frac{40Kb}{512 \frac{Kb}{s}} = 0.08s$$

$$\text{Canción_mp3} = 24Mb$$

$$\text{T tiempo_de_Carga} = \frac{24Mb}{512 \frac{Kb}{s}} = 46.87s$$

Peor de los Casos; Este se presentará cuando todas las demás escuelas usen el servicio de Internet y cuando se usen las cuarenta PCs disponibles.

$$\text{Compresión} = 4 : 1$$

$$\text{Pcs_Usando_el_Servicio} = 40$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = \frac{512Kbps}{4 * 40} = 3.2Kbps$$

$$\text{Página_Web} = 200Kb$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{200Kb}{3.2 \frac{Kb}{s}} = 62.50s$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40Kb$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{40Kb}{3.2 \frac{Kb}{s}} = 12.50s$$

$$\text{Canción_mp3} = 24Mb$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{24Mb}{6.4 \frac{Kb}{s}} = 7500s = 125 \text{ min}$$

5.7 Cuarenta Computadores / 1024Kbps

Mejor de los Casos; Este se presentará cuando ninguna otra escuela use el servicio de Internet y cuando se use sólo un PC de las disponibles.

$$\text{Compresión} = 1:1$$

$$\text{PCs_Usando_el_Servicio} = 1$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = 1024Kbps$$

$$\text{Página_Web} = 200Kb$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{200Kb}{1024 \frac{Kb}{s}} = 0.2s$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40Kb$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{40Kb}{1024 \frac{Kb}{s}} = 0.04s$$

$$\text{Canción_mp3} = 24Mb$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{24Mb}{1024 \frac{Kb}{s}} = 23.43s$$

Peor de los Casos; Este se presentará cuando todas las demás escuelas usen el servicio de Internet y cuando se usen las cuarenta PCs disponibles.

$$\text{Compresión} = 4:1$$

$$\text{Pcs_Usando_el_Servicio} = 40$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = \frac{1024\text{Kbps}}{4 * 40} = 6.4\text{Kbps}$$

$$\text{Página_Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{200\text{Kb}}{6.4 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 31.25\text{s}$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{40\text{Kb}}{6.4 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 6.25.\text{s}$$

$$\text{Canción_mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{24\text{Mb}}{6.4 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 3750\text{s} = 62.5 \text{ min}$$

CAPÍTULO VI

DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

La red a implementarse interconectará la Tenencia Política del Cantón Píllaro con los diferentes centros educativos que han sido considerados para formar parte de este proyecto. Se contratará un canal dedicado de acceso a la Internet con un ancho de banda de acuerdo a los requerimientos de cada uno de los centros educativos previamente establecidos.

En la siguiente figura se puede apreciar el esquema general de la red a diseñarse.

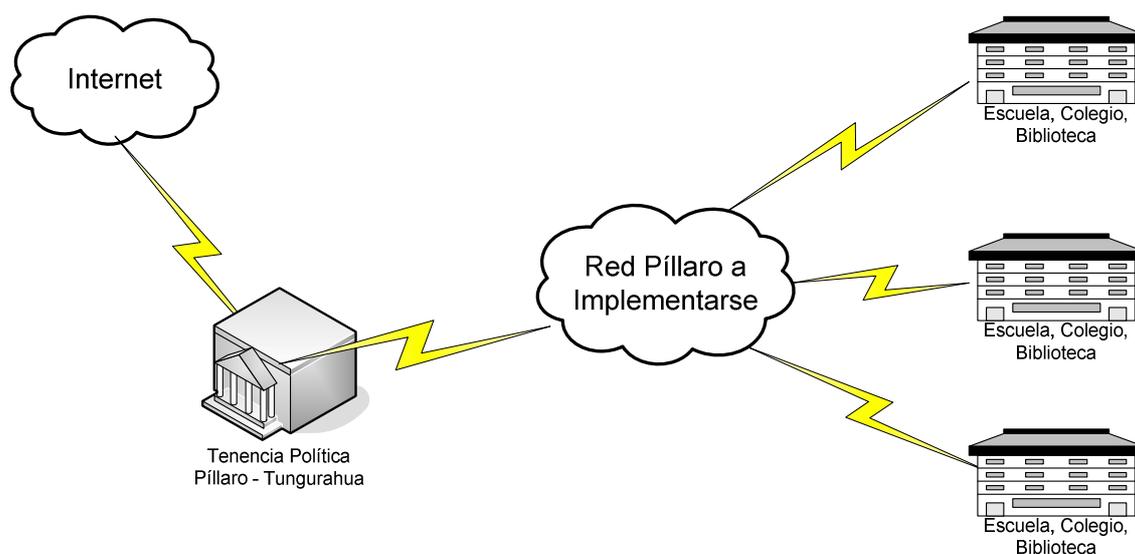


Figura 6. 1. Diagrama Funcional de la Red

El nodo de concentración del servicio de Internet estará ubicado en el edificio de la Tenencia Política de Píllaro, debido a los recursos logísticos disponibles para un adecuado control, operación y administración de este sistema de distribución del servicio de Internet a los centros educativos del Cantón.

Adicionalmente se estableció que cada entidad beneficiaria tendrá una red LAN inalámbrica, para que los computadores de dichas entidades accedan al servicio de

Internet, so optó por tecnología inalámbrica por facilidad de implementación y mantenimiento.

En cuanto a la red WAN, en un principio, teniendo en cuenta que el cerro Pilisurco es utilizado para infraestructura de televisión, radio, y otros servicios de telecomunicaciones, se había planteado la posibilidad de usarlo también como nodo central para el diseño actual de la red; pero luego de analizar dicha solución en el software de diseño “Radio Mobile”, se concluye que no es una solución óptima por la distancia desde dicho cerro a varias de las escuelas, la misma que supera en su mayoría los 15Km.

Las coordenadas geográficas del cerro Pilisurco, son:

Latitud: 01°09'18"S

Longitud: 78°40'06"O

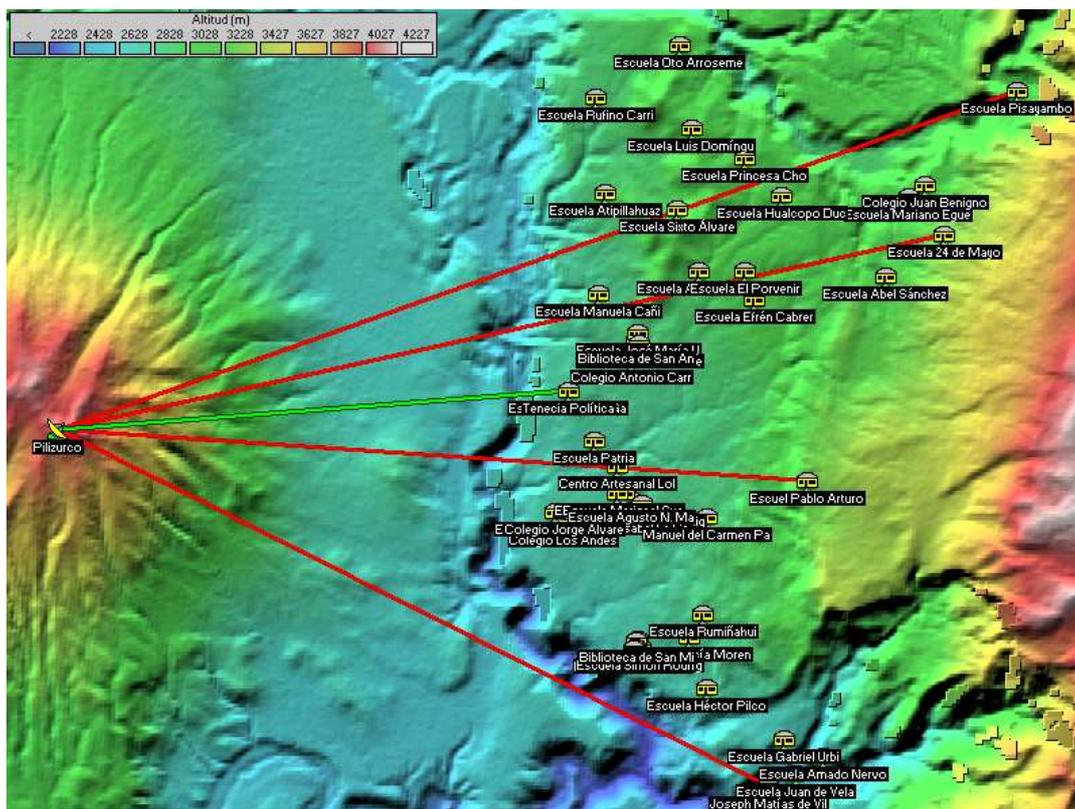


Figura 6. 2. Vista de Enlaces desde el Pilisurco hacia, Escuela Pisayambo, Escuela 24 de Mayo, Escuela Joseph Matías de Villalba (Radio Mobile)

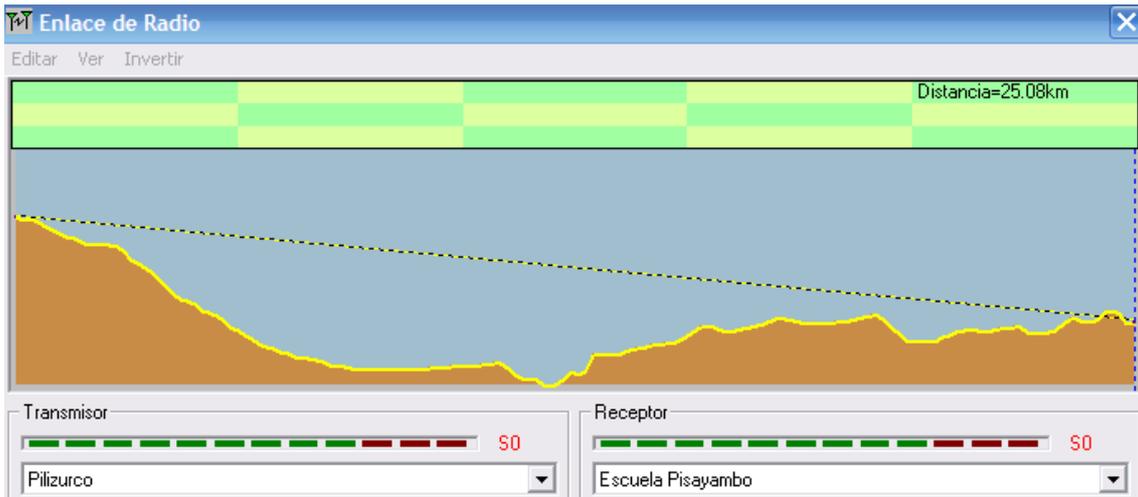


Figura 6. 3. Distancia Pilizurco – Escuela Pisayambo 25.08Km (Radio Mobile)

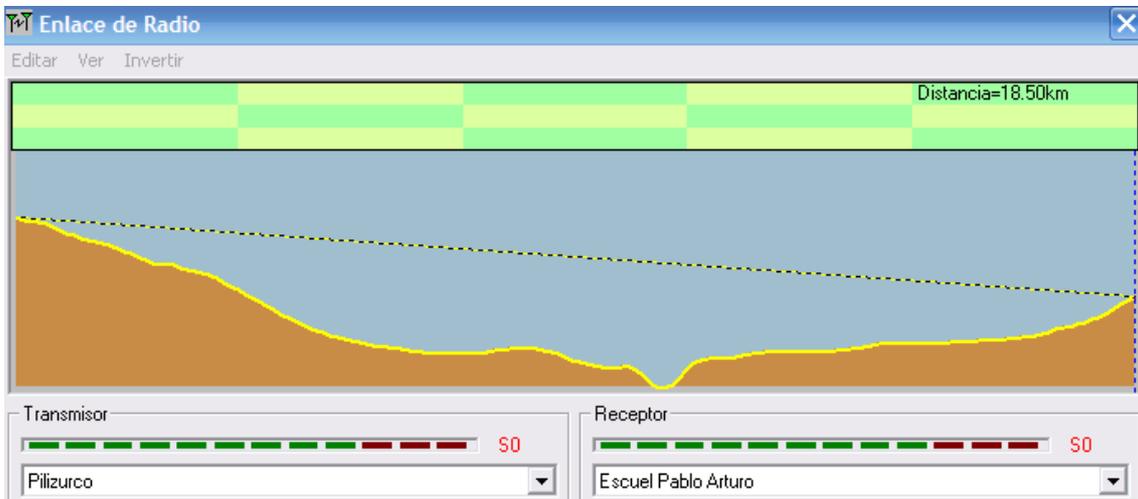


Figura 6. 4. Distancia Pilizurco – Escuela Pablo Arturo 18.5Km (Radio Mobile)

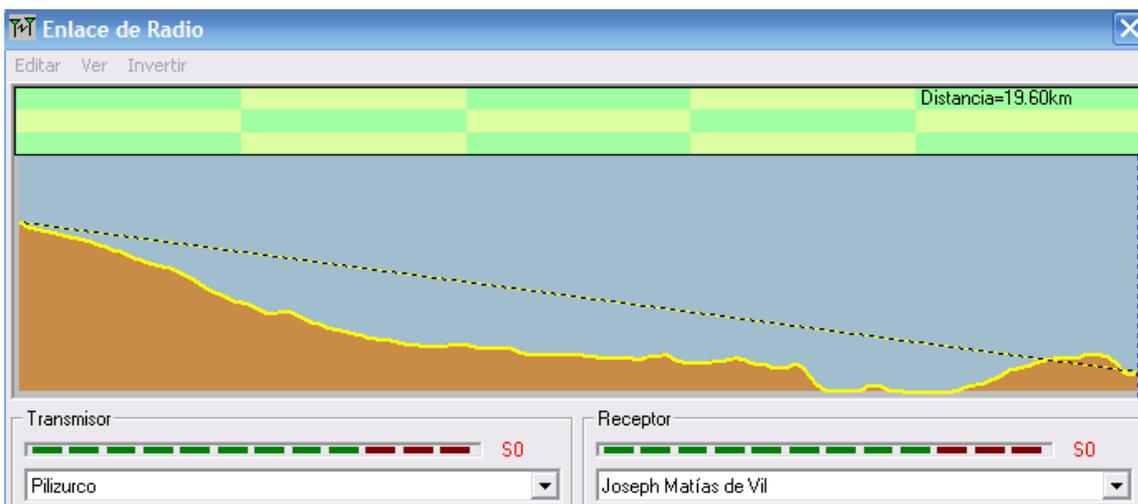


Figura 6. 5. Distancia Pilizurco – Joseph Matías Villalba 19.6Km (Radio Mobile)

Es por esto que se decidió contemplar otro tipo de diseño de red, con varios enlaces Punto-Punto y Punto-Multipunto, que cubran diferentes áreas, y así abarquen la mayor cantidad de entidades posibles, partiendo desde la Tenencia política, que será el centro de administración de la red.

Se ha tomado en cuenta al Cerro “Chiquicha”, también conocido como “Nitón”, para el diseño de la red, sabiendo que en este existe infraestructura de telecomunicaciones, lo que facilitará el uso del mismo para los enlaces.

Las coordenadas del cerro Chiquicha o Nitón, son:

Latitud: 1°15'46,1"S

Longitud: 78°31'47,8"O¹⁴

6.1. Consideraciones Previas

Para diseñar la red, y tomar en cuenta los parámetros adecuados de los sistemas a usarse en Radio Mobile, se revisaron especificaciones de varios equipos posibles para la implementación, a continuación se presentan las especificaciones de dichos equipos. Estas consideraciones se realizaron con el fin de garantizar un ancho de banda para cada uno de los enlaces WiFi, los parámetros tomados en cuenta fueron la frecuencia de operación, potencia de transmisión, las velocidades de transmisión y la sensibilidad del receptor para diferentes velocidades de transmisión.

Tabla 6. 1. Especificaciones de Equipos para Enlaces

Marca	Modelo	Frecuencia de Operación [GHz]	Potencia de Tx [dBm]	Sensibilidad de Rx
Netkrom	AIRBR500GHP	2.400 - 2.497	26	-92dBm@1Mbps, -70dBm@54Mbps
	AIRBR500GUHP		30	
	AIR-BR500AGH	2.400 - 2.497	23	
	AIRBR500GAHP	5.15 - 5.35 & 5.725 - 5.850	26	
Teletronics	TT2400	2.4	23	-95dBm@1Mbps,
	TT5800	5.15 - 5.825 & 5.725 - 5.850	23	-72Mbps@54Mbps
SmartBridges	SB32115	2.400 - 2.485	24	-91dBm@6Mbps, -74dBm@54Mbps
	SB32116	5.15 - 5.35 & 5.725 - 5.850	22 - 17	(Con Antena Externa)

¹⁴ Fuente: Dirección General de Gestión del Espectro Radio Eléctrico (SENATEL)

Tranzeo	TR-600f	2.401 – 2.483	23	-76Mbps@54Mbps
	TR5Plus	5.170 - 5805	23	

Bajo estas especificaciones, se seleccionaron los diferentes sistemas a implementar en el software de diseño “RadioMobile”.

Figura 6. 6. Sistema 5.8GHz AP/CPE (PTP) con Antena Directiva De 27dBi

Figura 6. 7. Sistema 2.4GHz AP (PMP) con Antena Sectorial de 17dBi

Seleccionar desde Radiosys.dat

Nombre del sistema AP 2.4GHz Sectorial 20dBi

Potencia del Transmisor (Watt) 0.3981072 (dBm) 26

Umbral del receptor (μ V) 11.2202 (dBm) -86

Pérdida de la línea (dB) 0.5 (Cable+cavidades+conectores)

Tipo de antena cardio.ant Ver

Ganancia de antena (dBi) 20 (dBd) 17.85

Altura de antena (m) 15 (Sobre el suelo)

Pérdida adicional cable (dB/m) 0 (Si la altura de la antena difiere)

Agregar a radiosys.dat Remove del radiosys.dat

Figura 6. 8. Sistema 2.4GHz AP (PMP) con Antena Sectorial de 20dBi

Seleccionar desde Radiosys.dat

Nombre del sistema AP/CPE 2.4GHz Directiva 15dBi

Potencia del Transmisor (Watt) 0.1995262 (dBm) 23

Umbral del receptor (μ V) 5.6234 (dBm) -92

Pérdida de la línea (dB) 0.5 (Cable+cavidades+conectores)

Tipo de antena parabolic.ant Ver

Ganancia de antena (dBi) 15 (dBd) 12.85

Altura de antena (m) 5 (Sobre el suelo)

Pérdida adicional cable (dB/m) 0 (Si la altura de la antena difiere)

Agregar a radiosys.dat Remove del radiosys.dat

Figura 6. 9. Sistema 2.4GHz AP/CPE (PMP) con Antena Directiva 15dBi

6.2. Selección de Rutas y Perfiles de Enlaces

Usando el software de diseño de redes Radio Mobile se seleccionaron las rutas más apropiadas para los enlaces, tomando en cuenta los accidentes del terreno, alturas efectivas, y distancias adecuadas. Se puede apreciar la selección de dichas rutas en la siguiente figura.

Adicionalmente se puede llamar o distinguir la topología de red como tipo “Estrella Extendida”, según lo expresado en el capítulo 2.

6.2.1. Topología de Red Propuesta

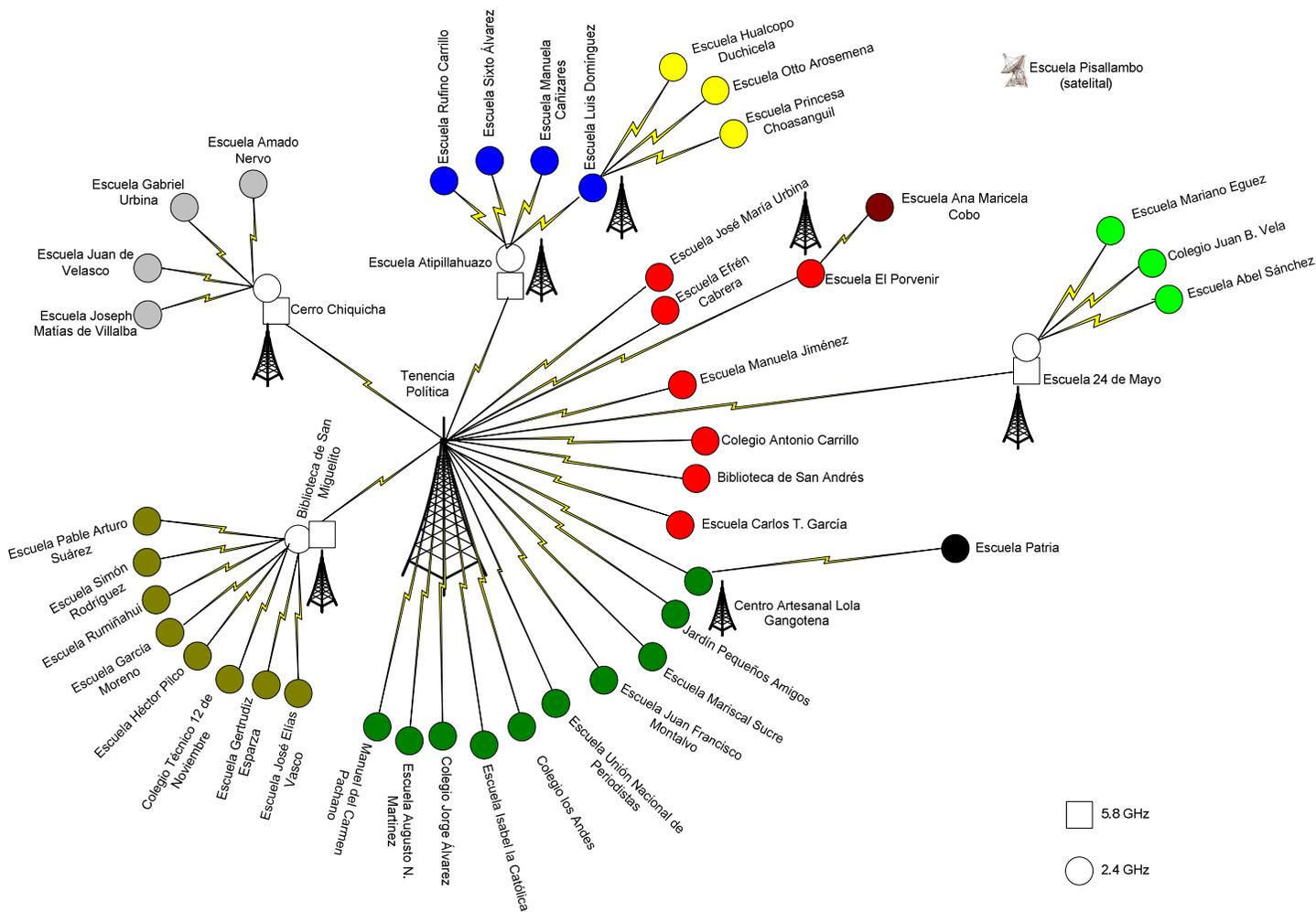


Figura 6. 10. Topología de la Red Propuesta

6.2.2. Tenencia Política - Escuela Atipillahuazo (PTP)

Tenencia Política

- AP 5.8GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)
- Antena Directiva 27dBi

Escuela Atipillahuazo

- CPE 5.8GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)
- Antena Directiva 27dBi

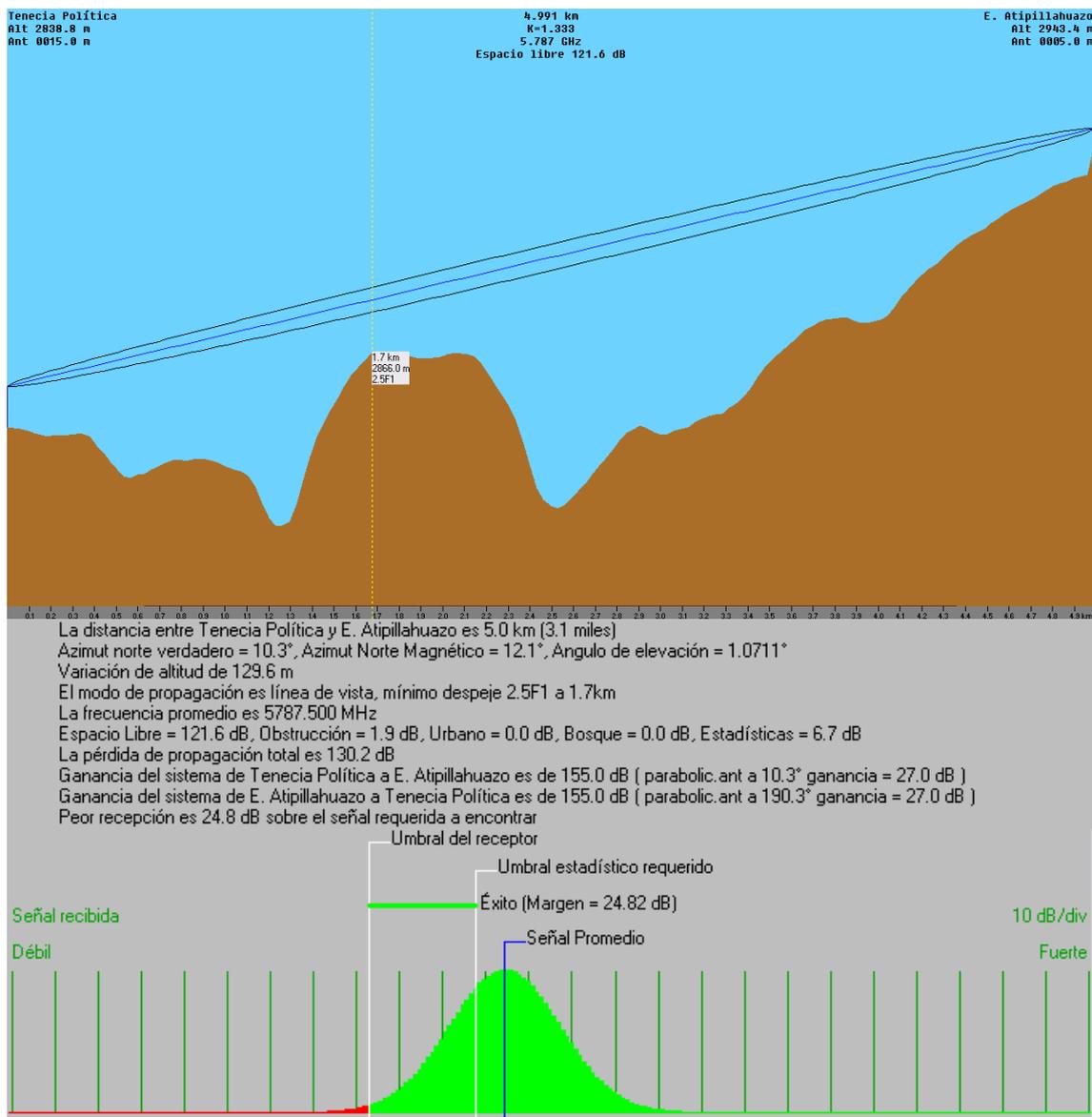


Figura 6. 11.Enlace Tenencia Política - E. Atipillahuazo

6.2.3. Repetidora Escuela Atipillahuazo 1(PMP)

Escuela Atipillahuazo

- AP 2.4Ghz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX} = -76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)
- Antena Sectorial 90 Grados 17dBi ($AZ= 25$ Grados)

Escuela Rufino Carrillo

- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX} = -92\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

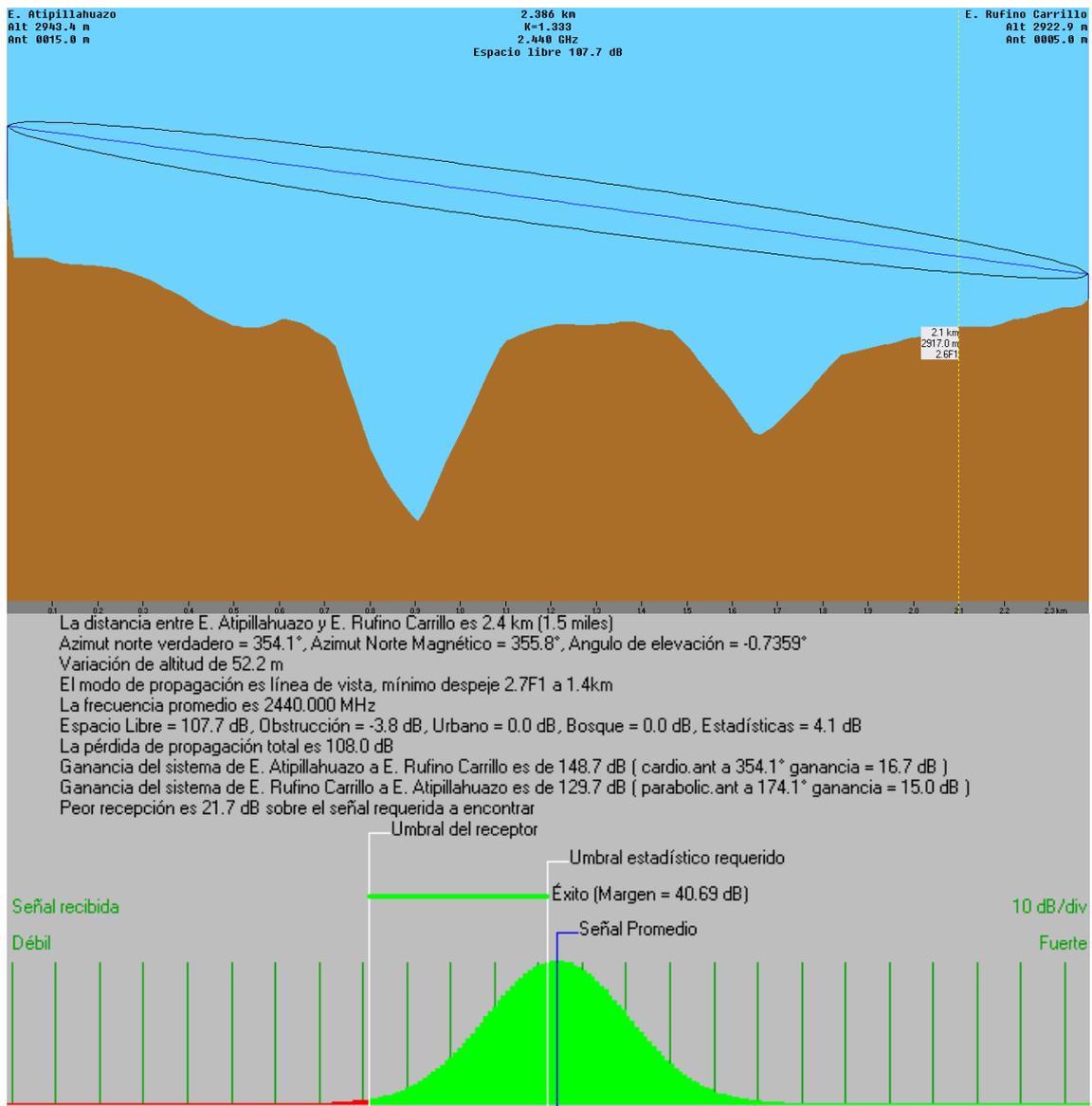


Figura 6. 12.Enlace Escuela Atipillahuazo - Escuela Rufino Carrillo

Escuela Luis Domínguez

- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx} = -92\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

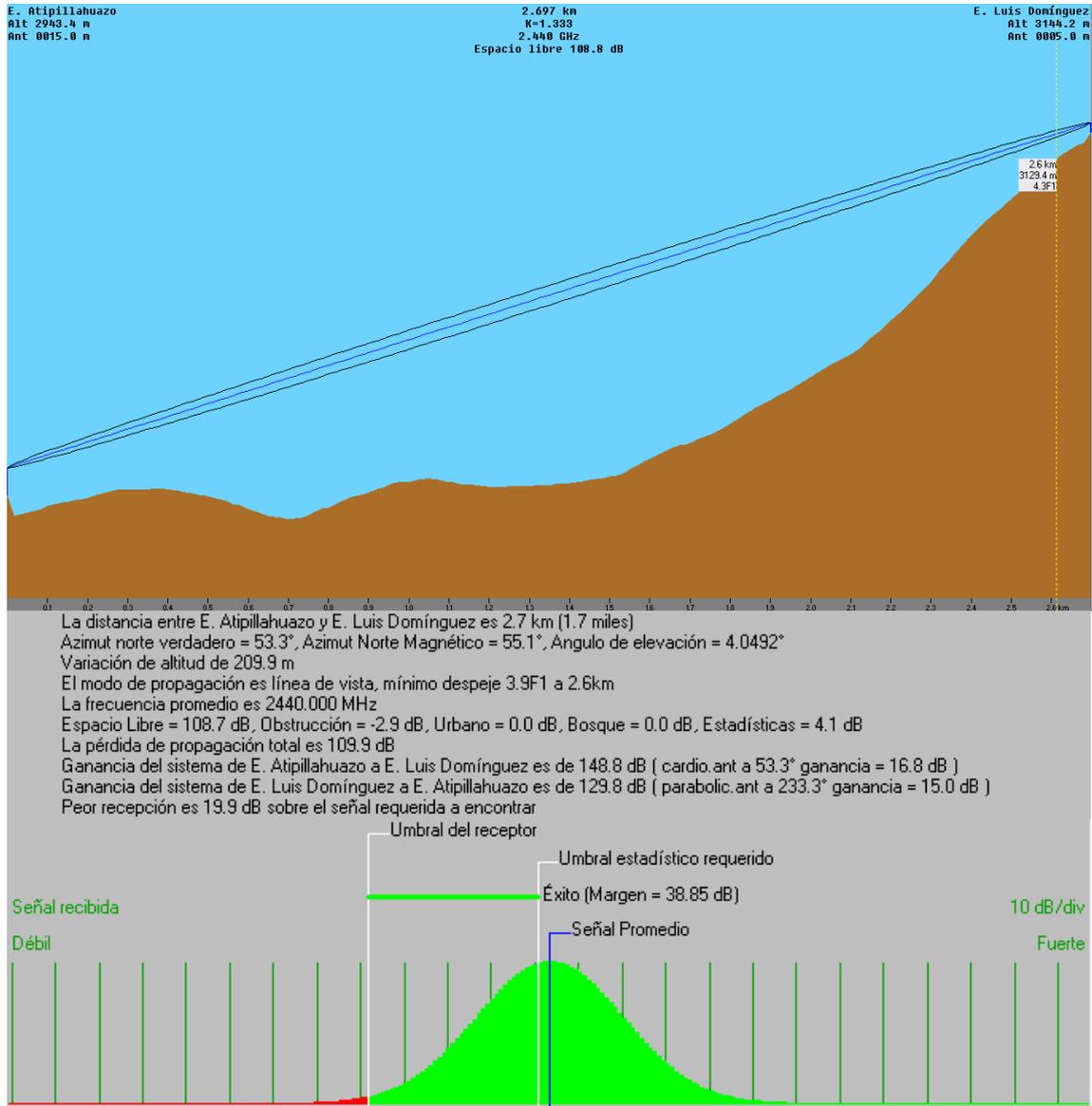


Figura 6. 13.Enlace Escuela Atipillahuazo - Escuela Luis Domínguez

6.2.4. Repetidora Escuela Atipillahuazo 2 (PMP)

Escuela Atipillahuazo

- AP 2.4Ghz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX} = -76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)
- Antena Sectorial 90 Grados 17dBi ($AZ= 150$ Grados)

Escuela Manuela Cañizares

- CPE 2.4GHZ ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX} = -92\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

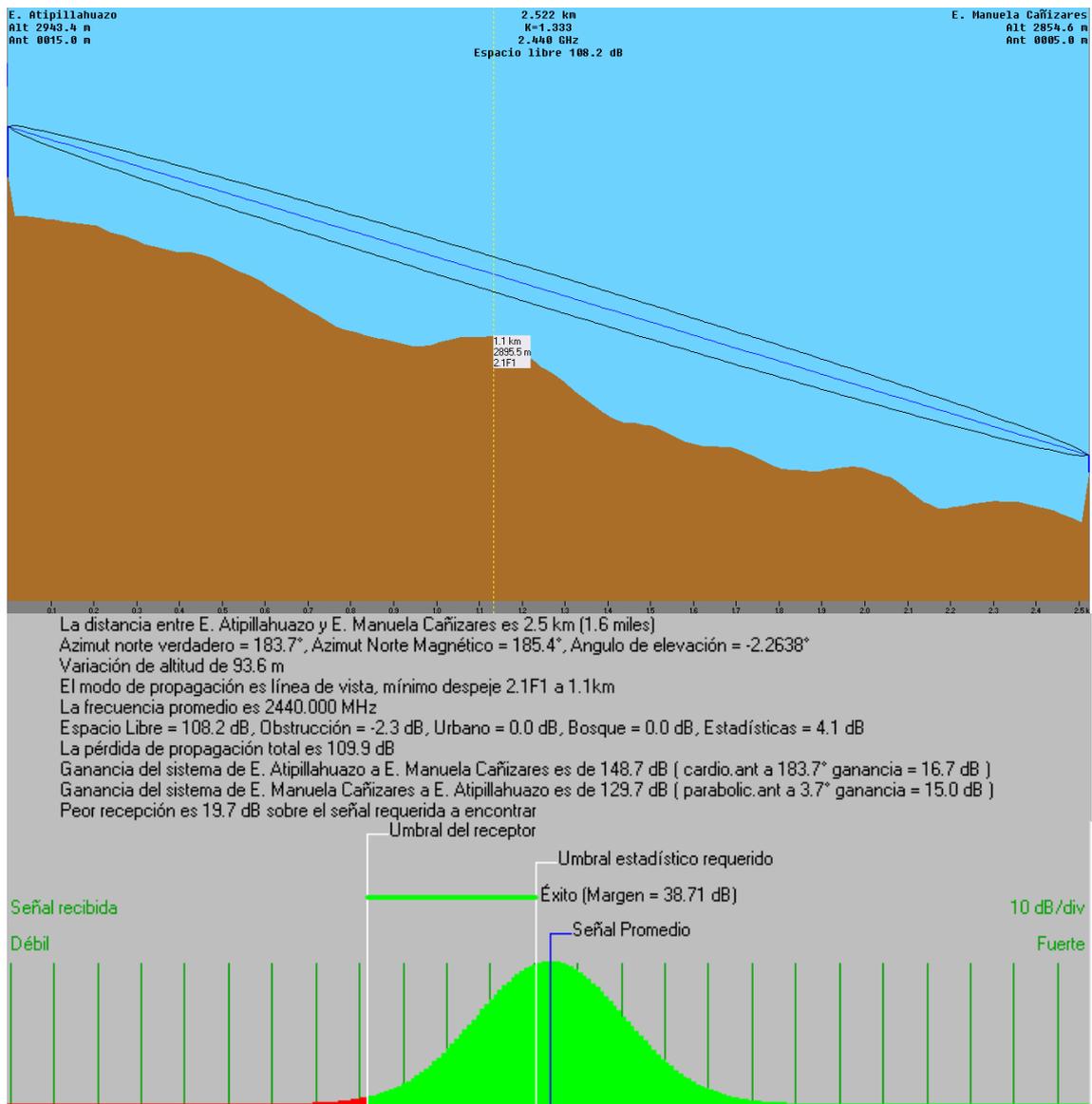


Figura 6. 14.Enlace Escuela Atipillahuazo - Escuela Manuela Cañizares

Escuela Sixto Álvarez

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

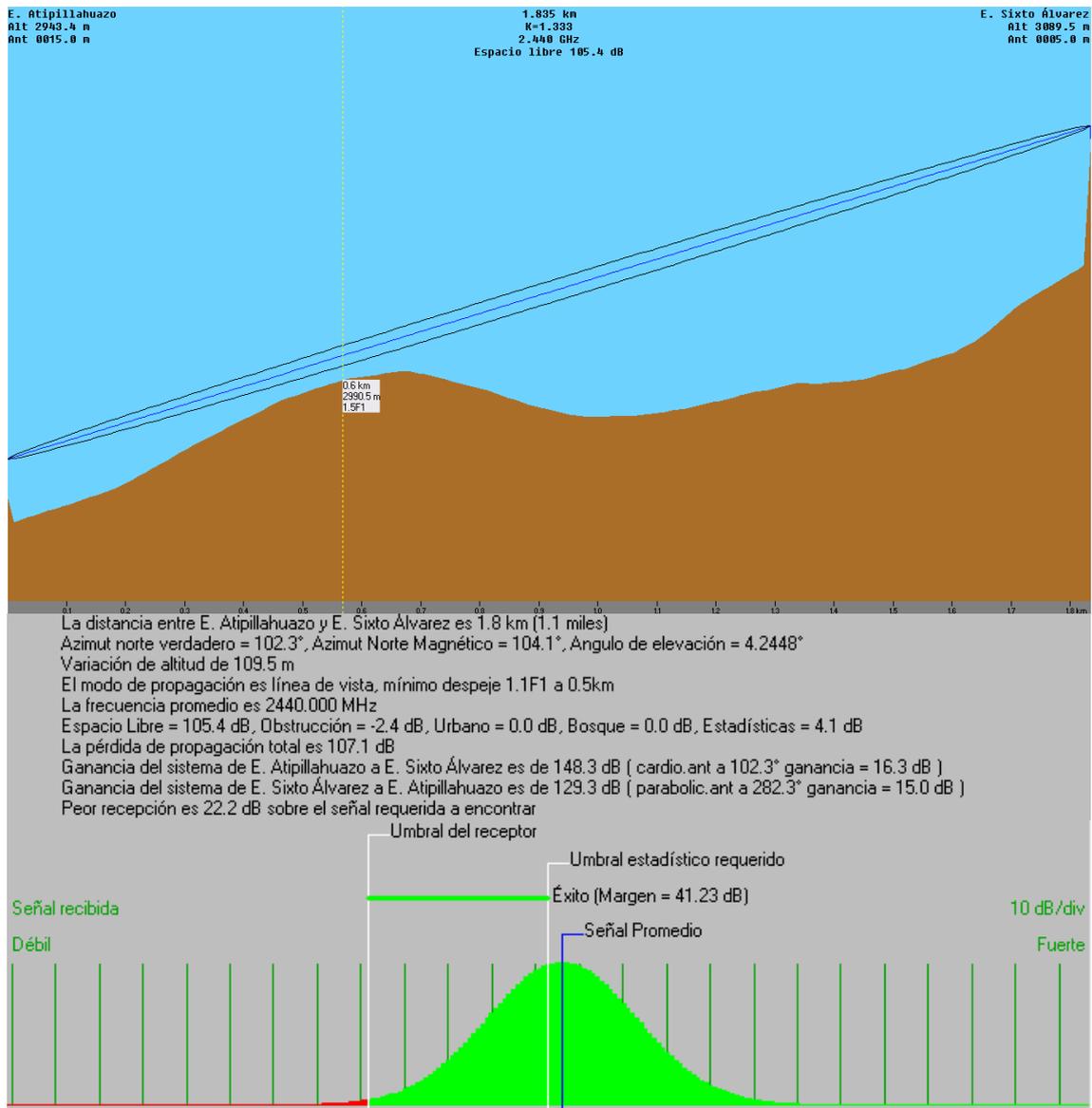


Figura 6. 15.Enlace Escuela Atipillahuazo - Escuela Sixto Álvarez

6.2.5. Repetidora Luis Domínguez (PMP)

Escuela Luis Domínguez

- AP 2.4GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi ($AZ=55$ Grados)

Escuela Hualcopo Duchicela

- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-92\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

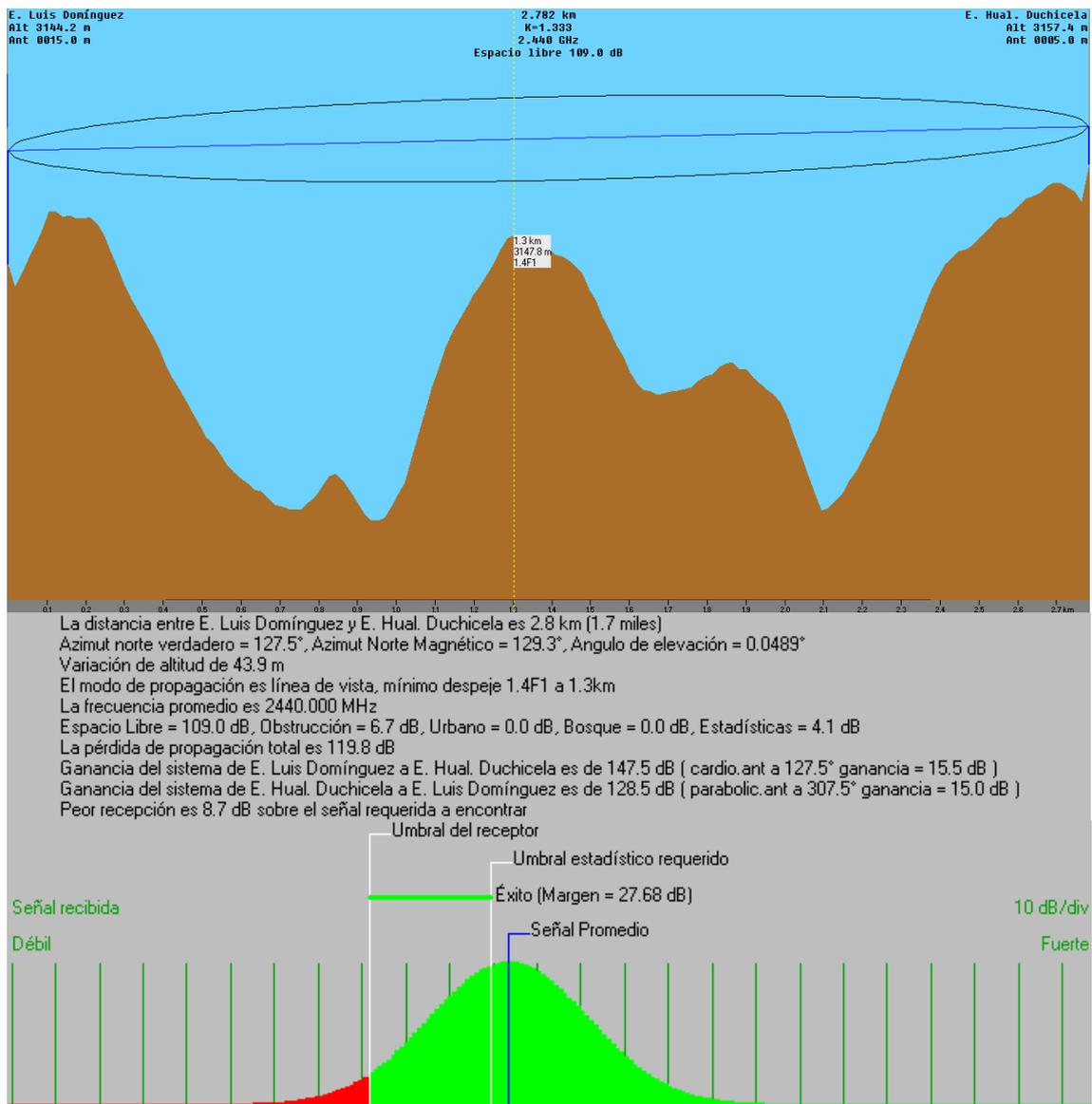


Figura 6. 16.Enlace Escuela Luis Domínguez - Escuela Hualcopo Duchicela

Escuela Otto Arosemena

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=10m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

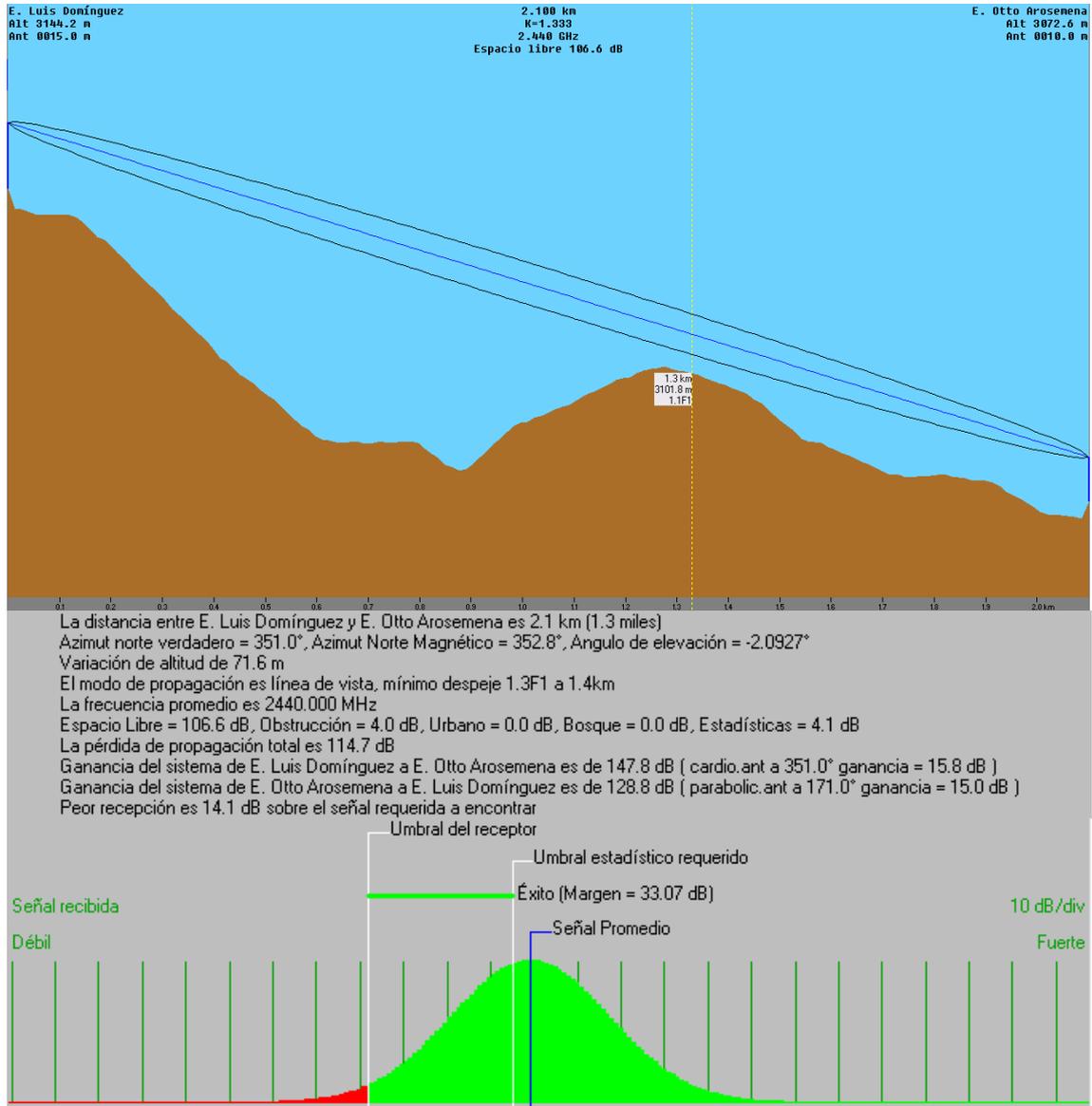


Figura 6. 17.Enlace Escuela Luis Domínguez - Escuela Otto Arosemena

Escuela Princesa Choasanguil

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

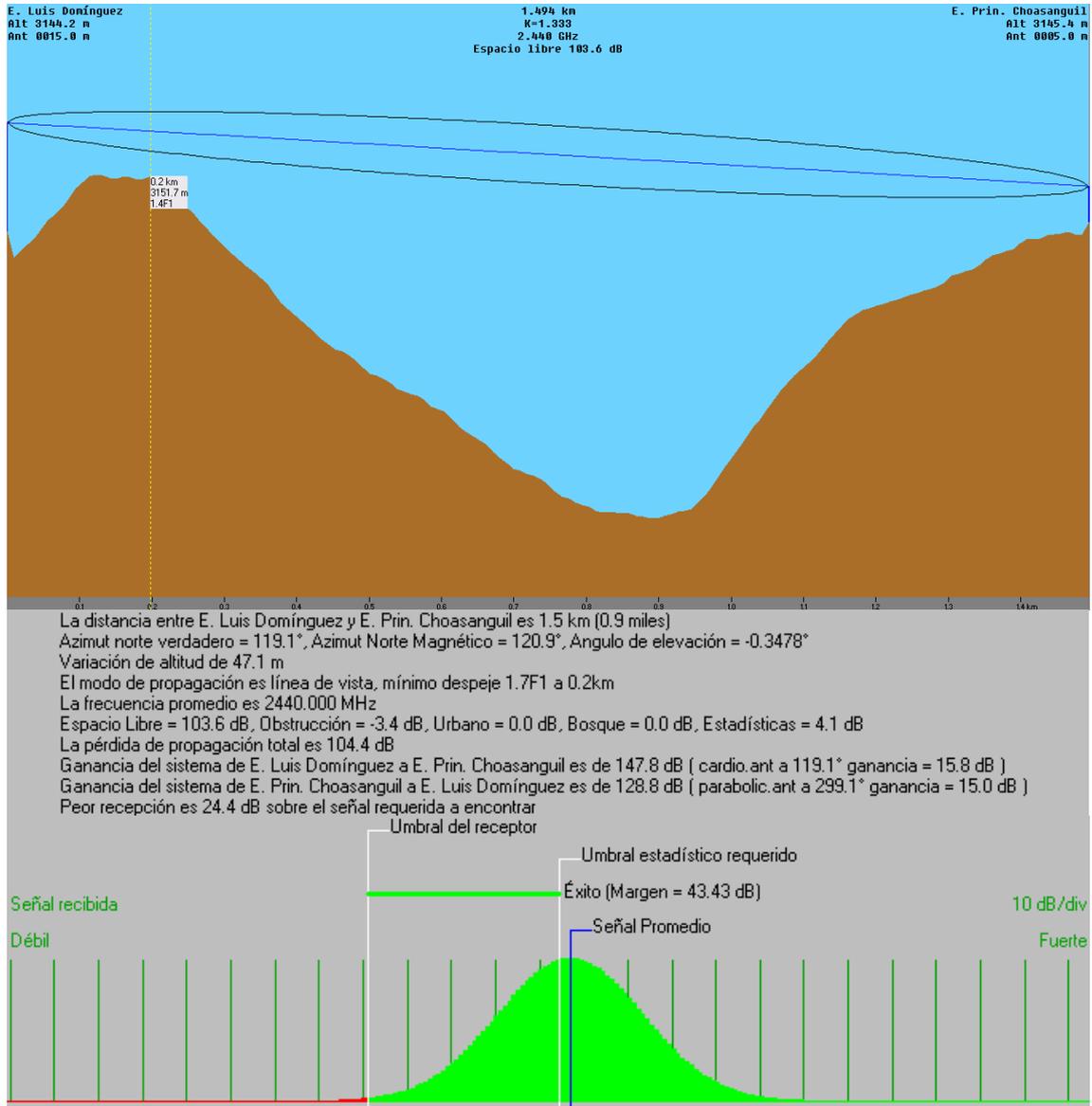


Figura 6. 18.Enlace Escuela Luis Domínguez - Escuela Princesa Choasanguil

6.2.6. Tenencia Política 1 (PMP)

Tenencia Política

- AP 2.4GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)
- Antena Sectorial 90 Grados 17dBi ($AZ=35$ Grados)

Escuela José María Urbina

- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-92\text{dBm}$, $\text{Altura}=10\text{m}$)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

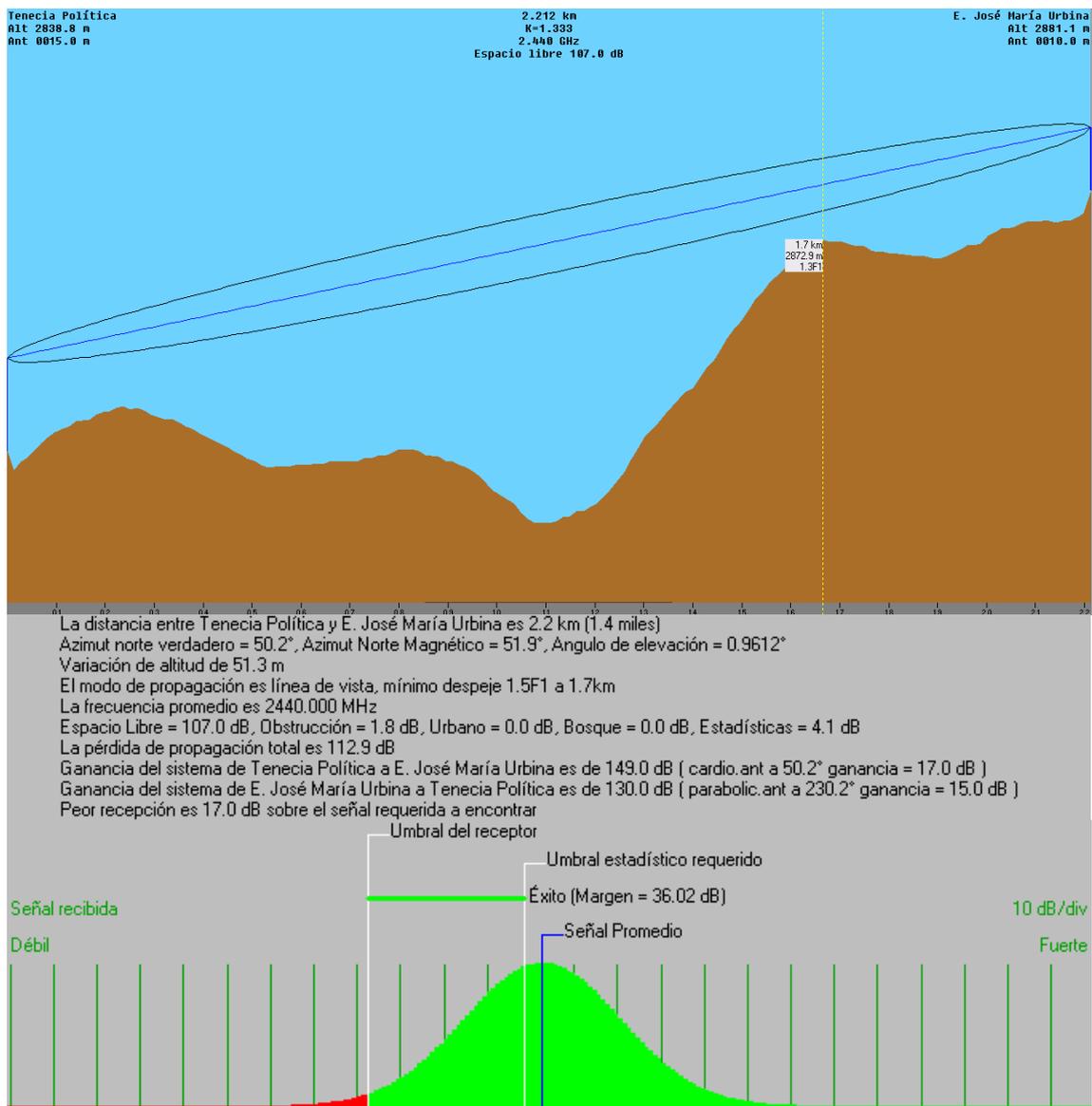


Figura 6. 19.Enlace Tenencia Política - Escuela José María Urbina

Escuela Efrén Cabrera

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

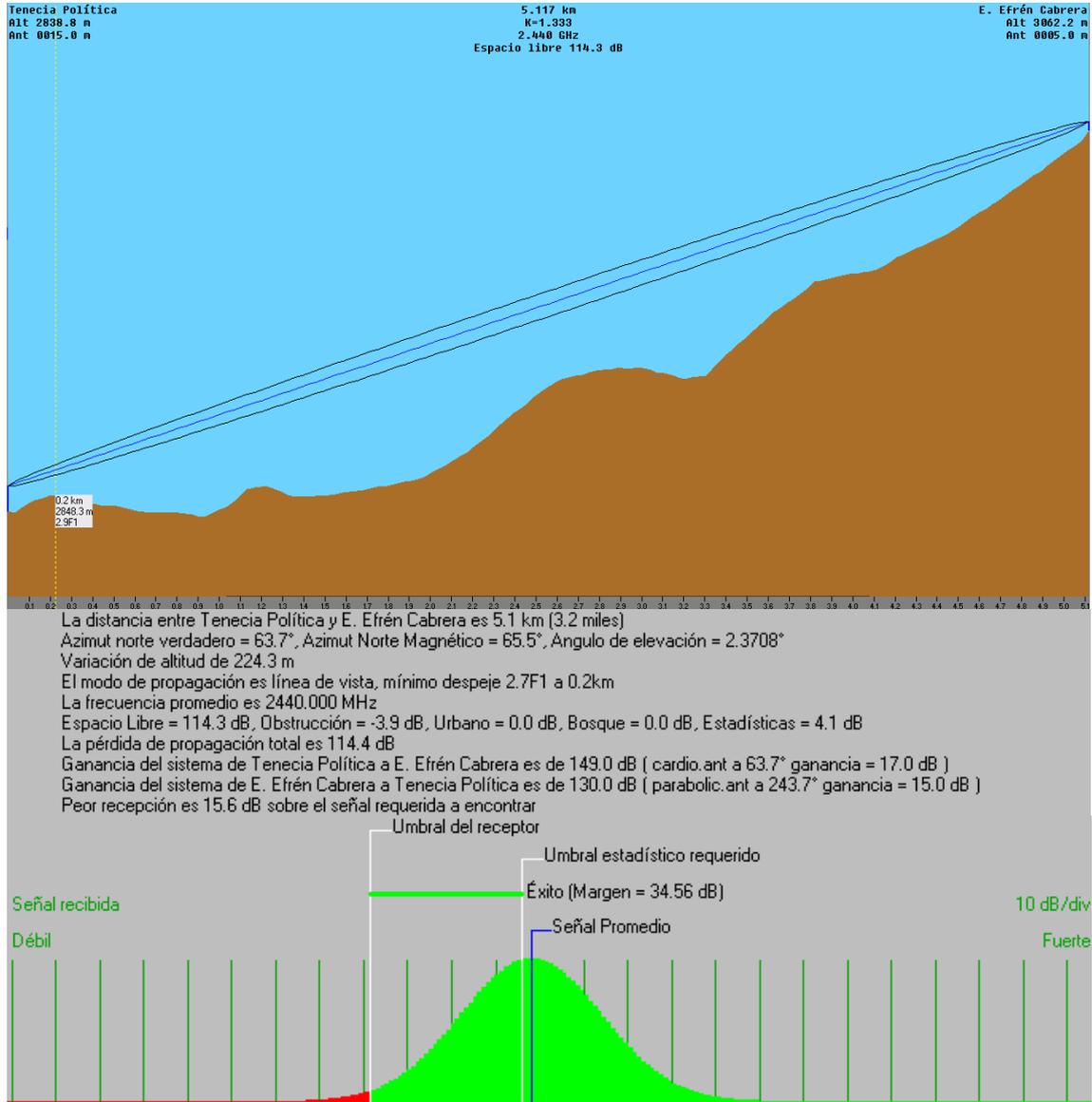


Figura 6. 20.Enlace Tenecia Política - Escuela Efrén Cabrera

Escuela El Porvenir

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

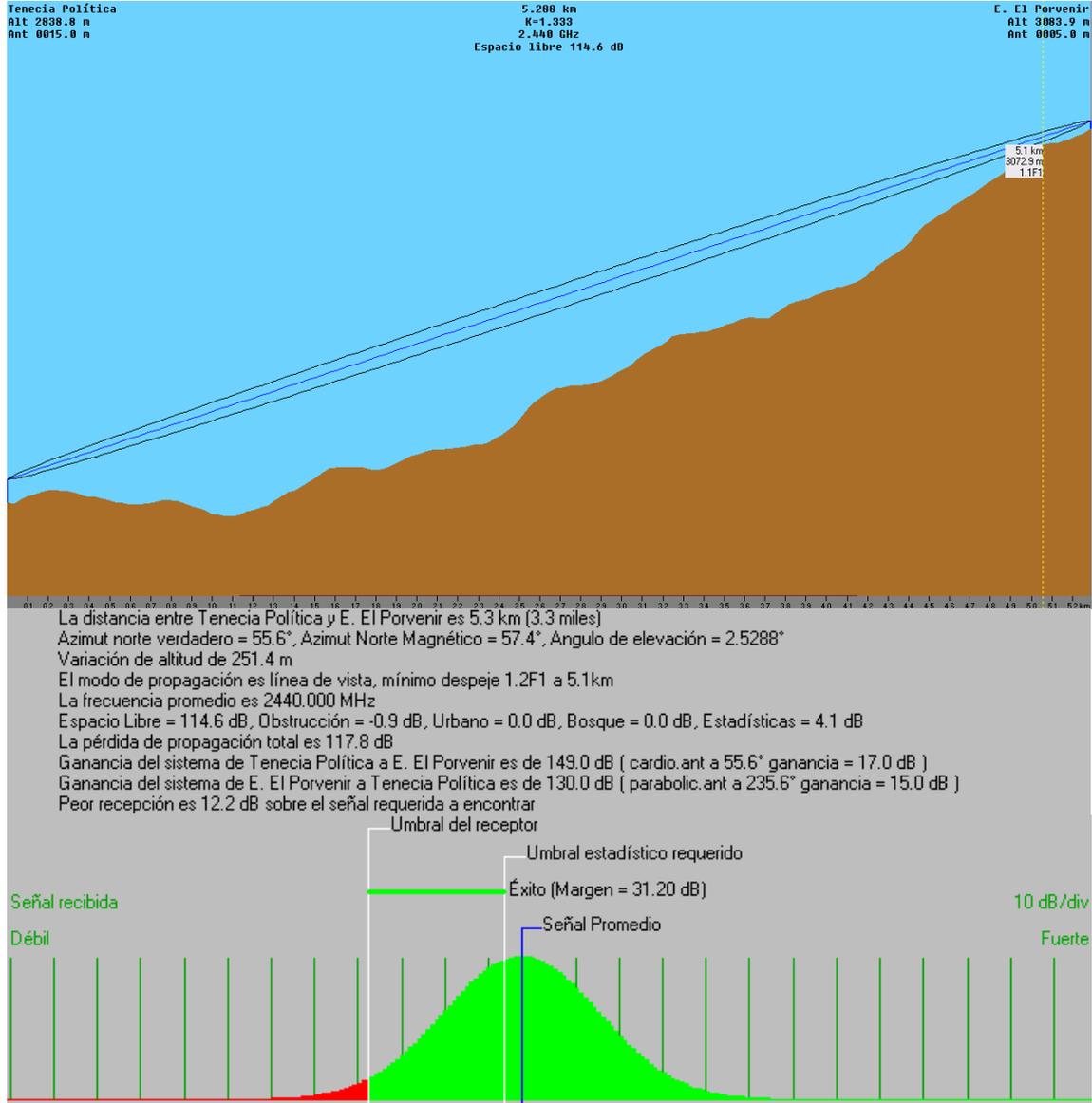


Figura 6. 21.Enlace Tenencia Política - Escuela El Porvenir

Escuela Manuela Jiménez

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

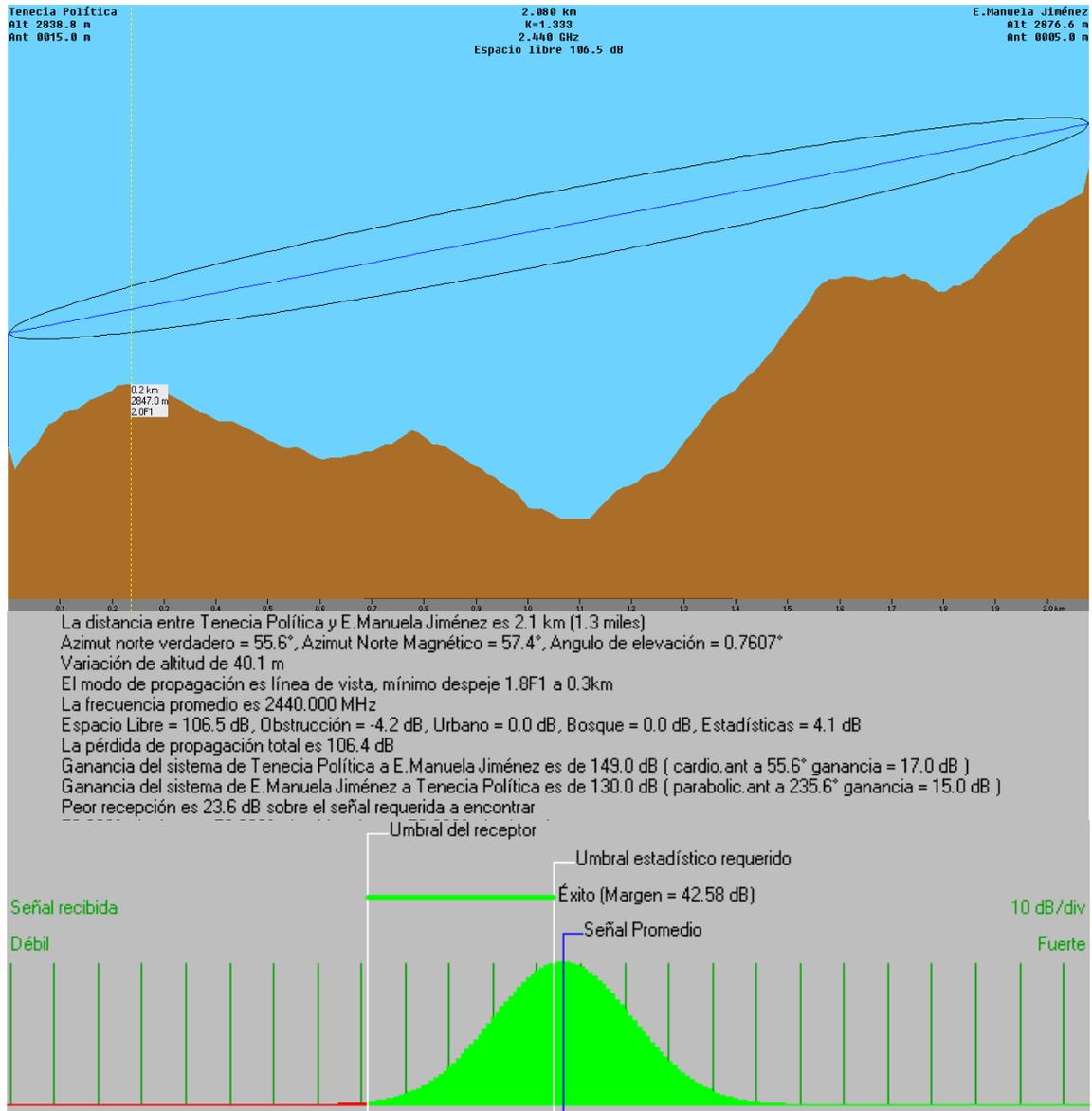


Figura 6. 22.Enlace Tenencia Política - Escuela Manuela Jiménez

Colegio Antonio Carrillo

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

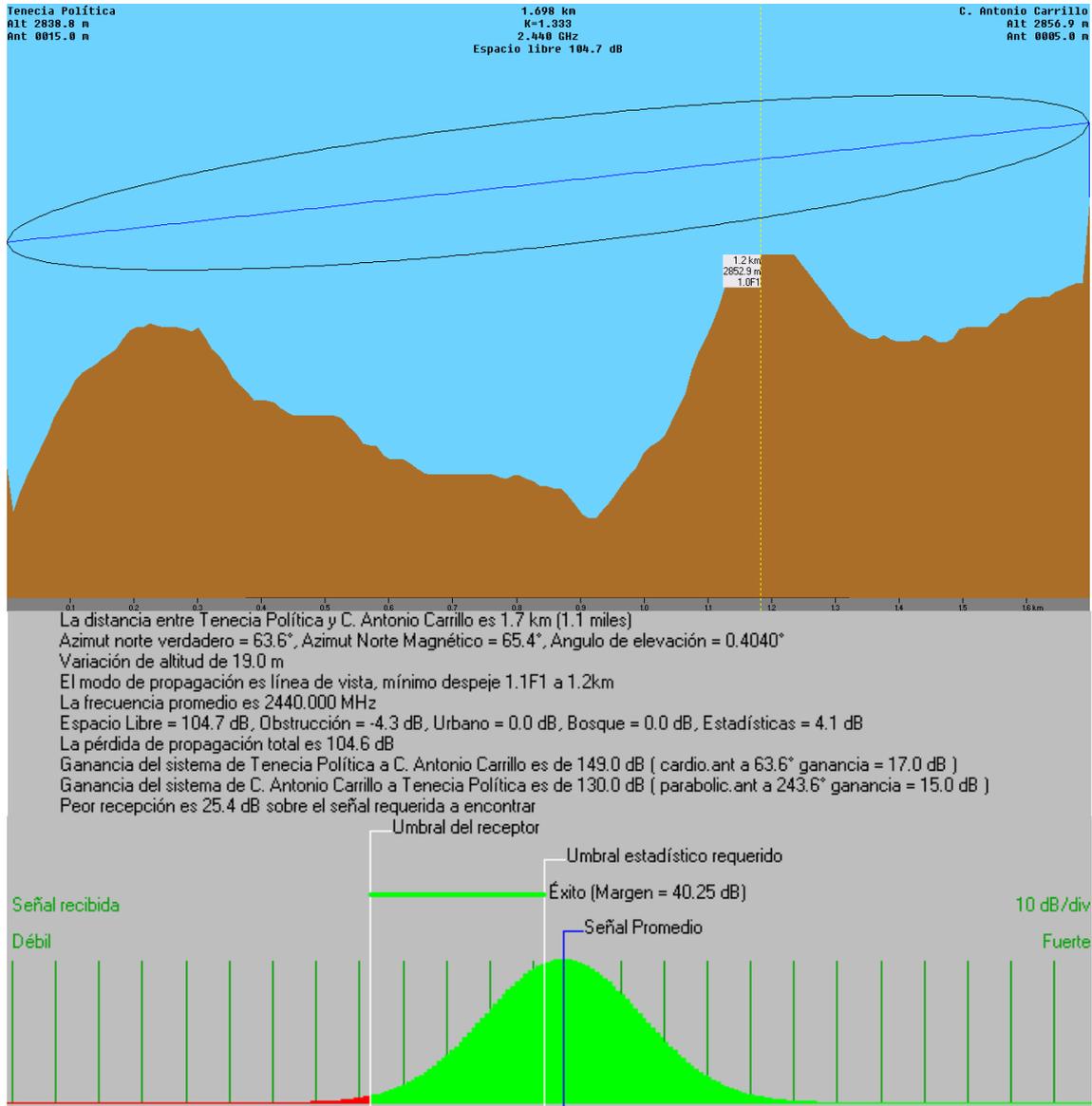


Figura 6. 23.Enlace Tenecia Política - Colegio Antonio Carrillo

Biblioteca de San Andrés

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

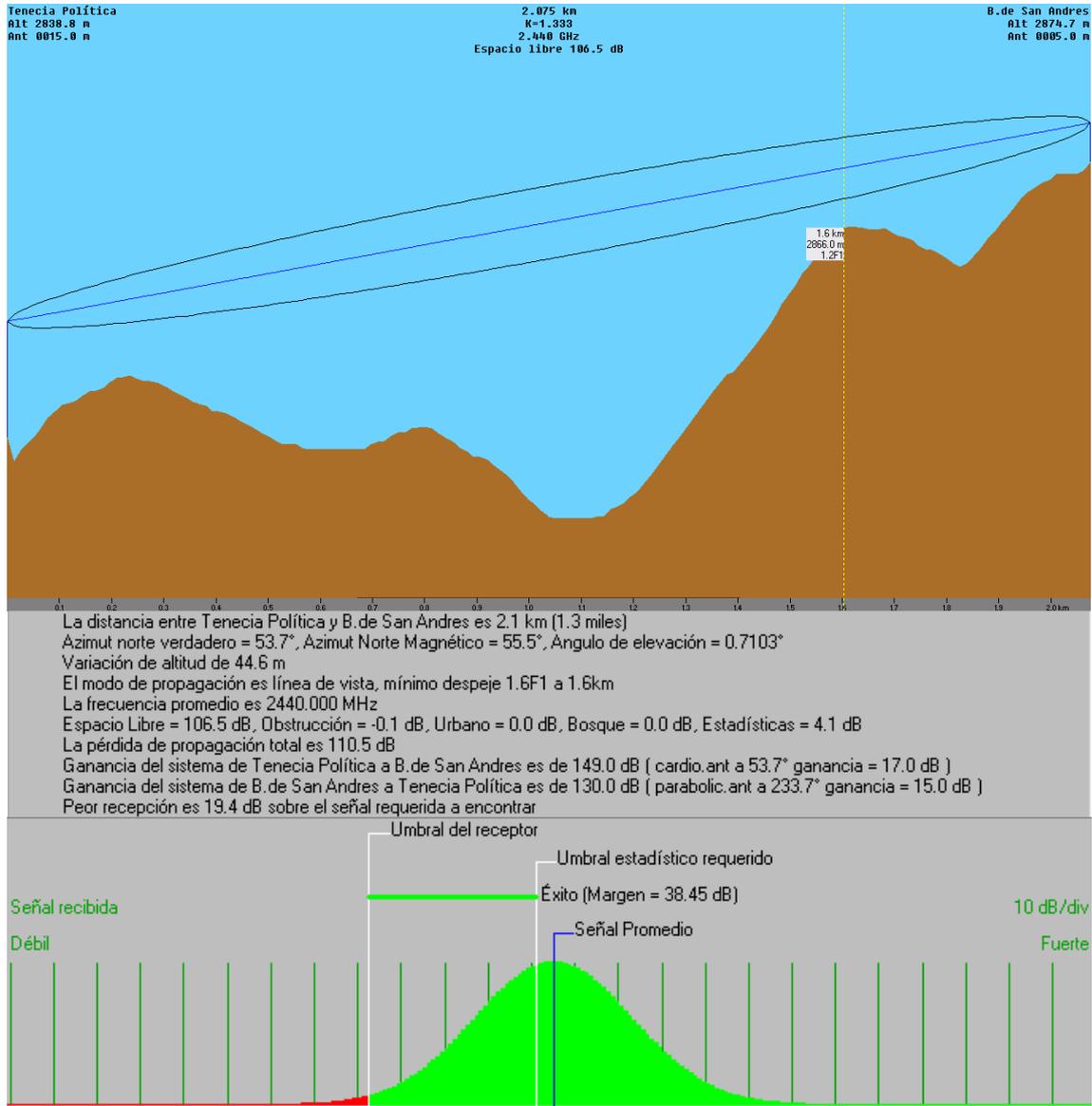


Figura 6. 24.Enlace Tenecia Política - Biblioteca de San Andrés

Escuela Carlos T. García

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

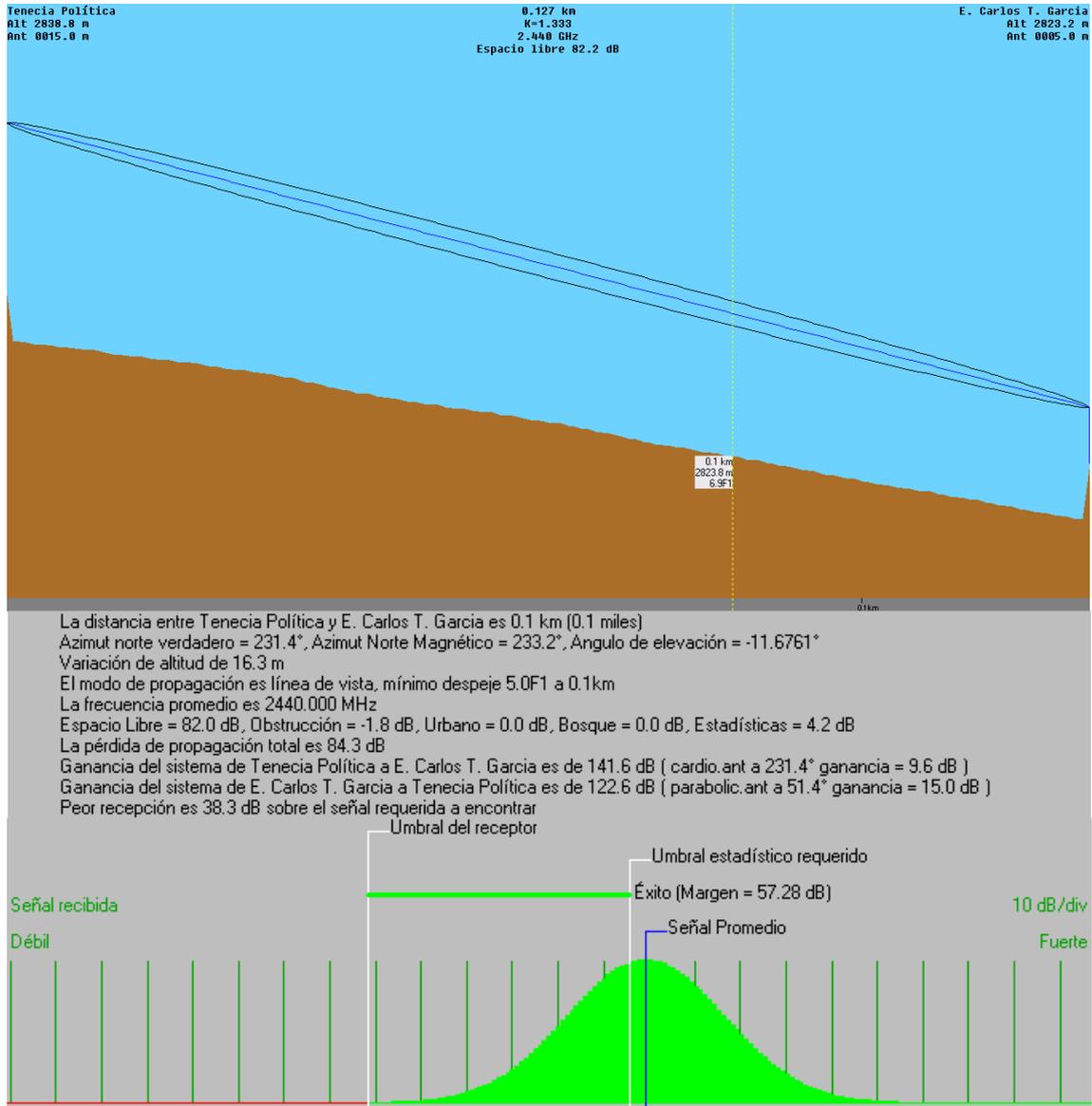


Figura 6. 25.Enlace Tenecia Política - Escuela Carlos T. García

6.2.7. Repetidora El Porvenir (PTP)

Escuela El Porvenir

- AP 2.4GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-92\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

Escuela Ana Maricela Cobo

- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-92\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

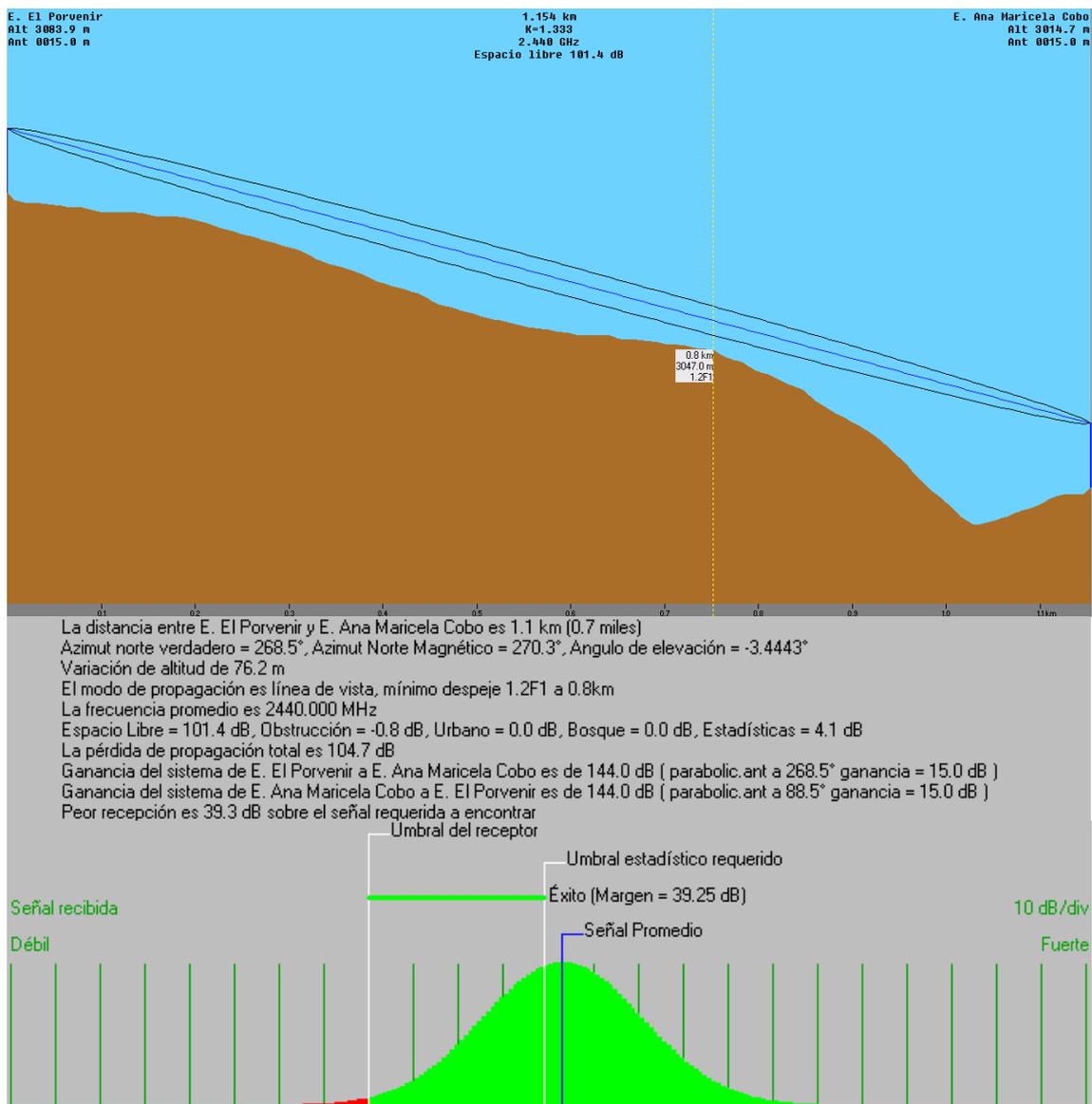


Figura 6. 26.Enlace Escuela El Porvenir - Escuela Ana Maricela Cobo

6.2.8. Tenencia Política - Escuela 24 de Mayo (PTP)

Tenencia Política

- AP 5.8GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, Umbral $_{Rx}= -76\text{dBm}$, Altura=15m)
- Antena Direccional 27dbi

Escuela 24 de Mayo

- CPE 5.8GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, Umbral $_{Rx}= -76\text{dBm}$, Altura=5m)
- Antena Direccional 27dBi

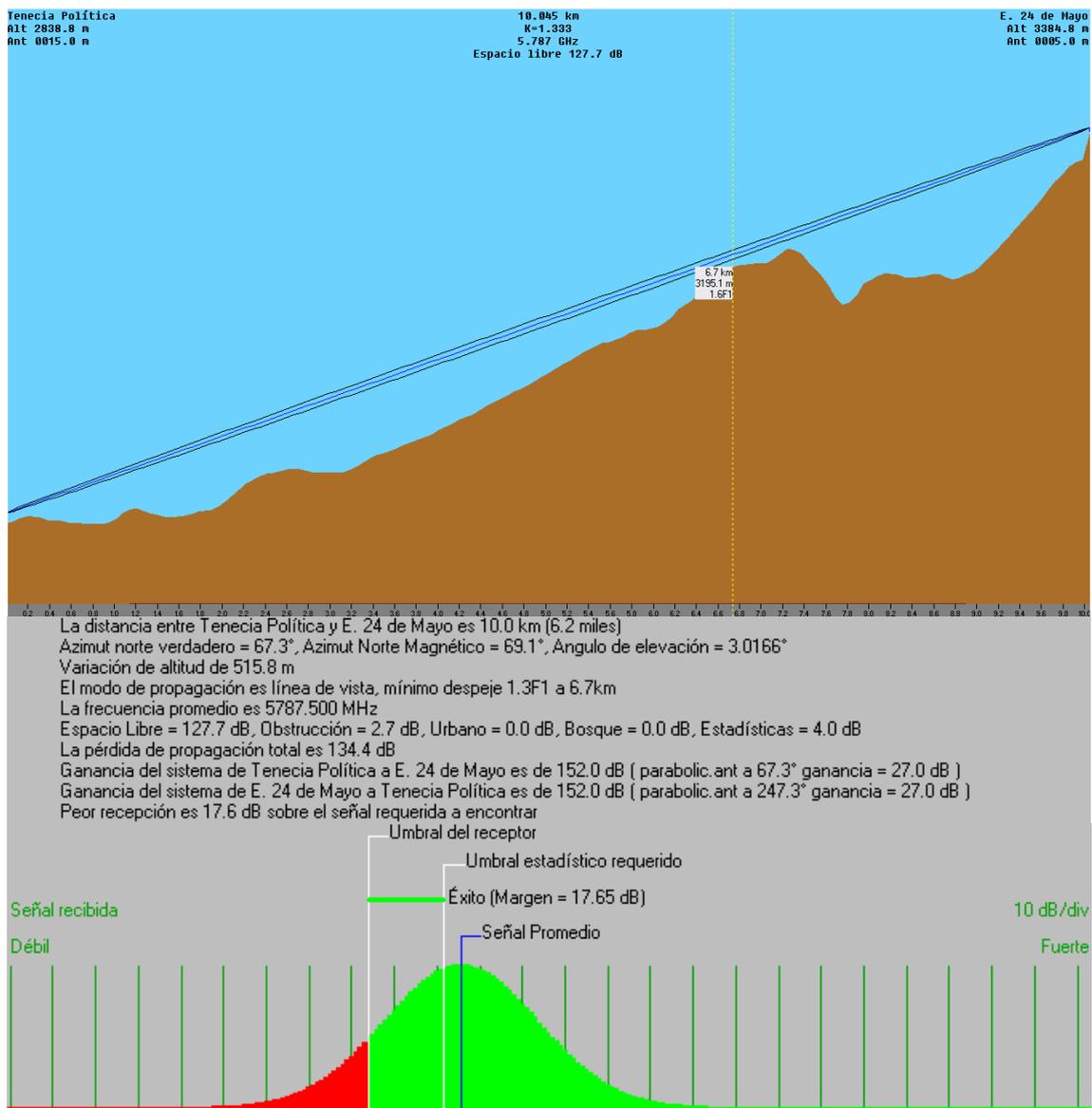


Figura 6. 27.Enlace Tenencia Política - Escuela 24 de Mayo

6.2.9. Repetidora 24 de Mayo (PMP)

Escuela 24 de Mayo

- AP 2.4GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)
- Antena Sectorial 90 Grados 17dBi ($AZ=275$ Grados)

Escuela Mariano Eguez

- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-92\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

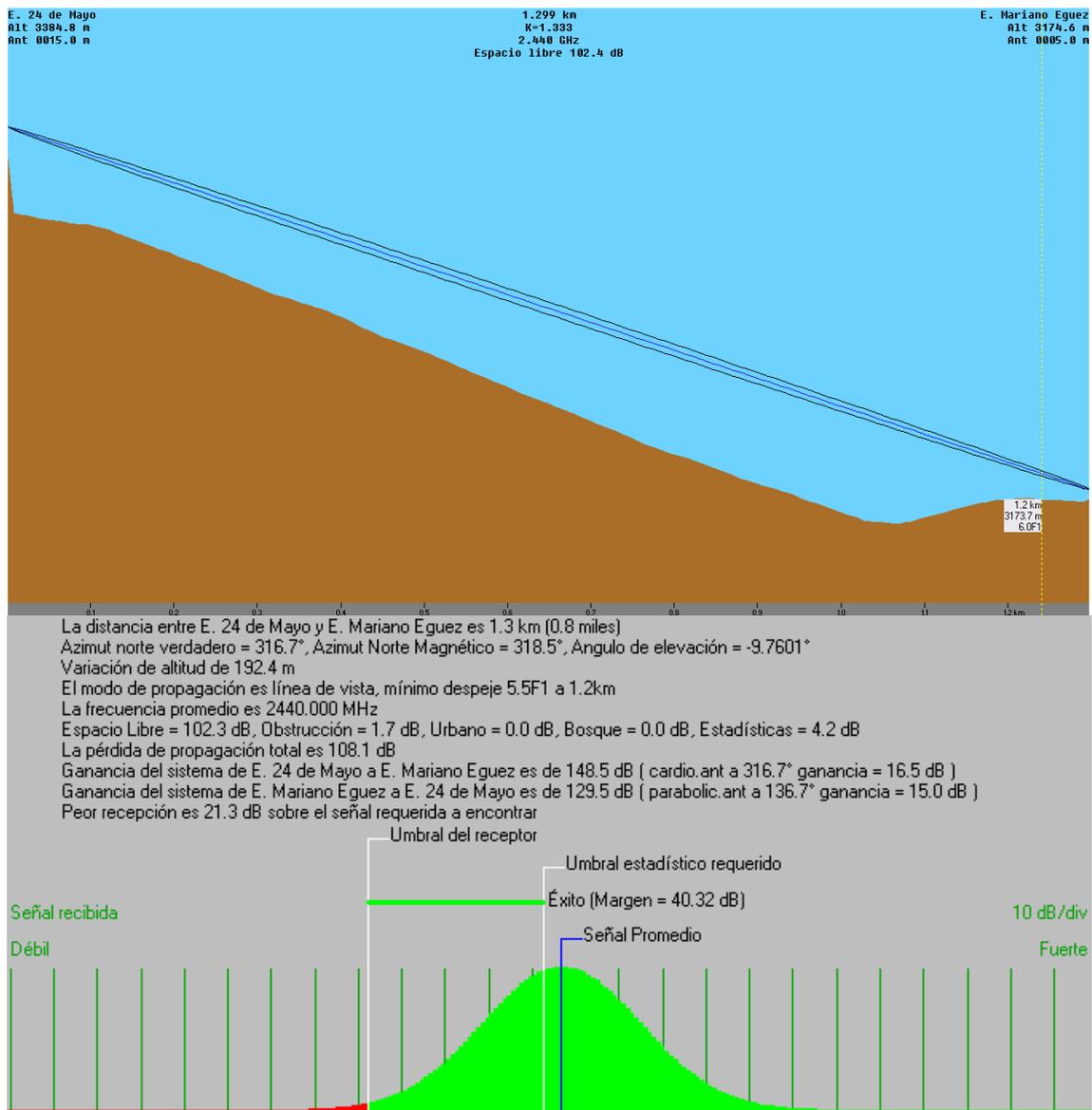


Figura 6. 28.Enlace Escuela 24 de Mayo - Escuela Mariano Eguez

Colegio Juan Benigno Vela

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

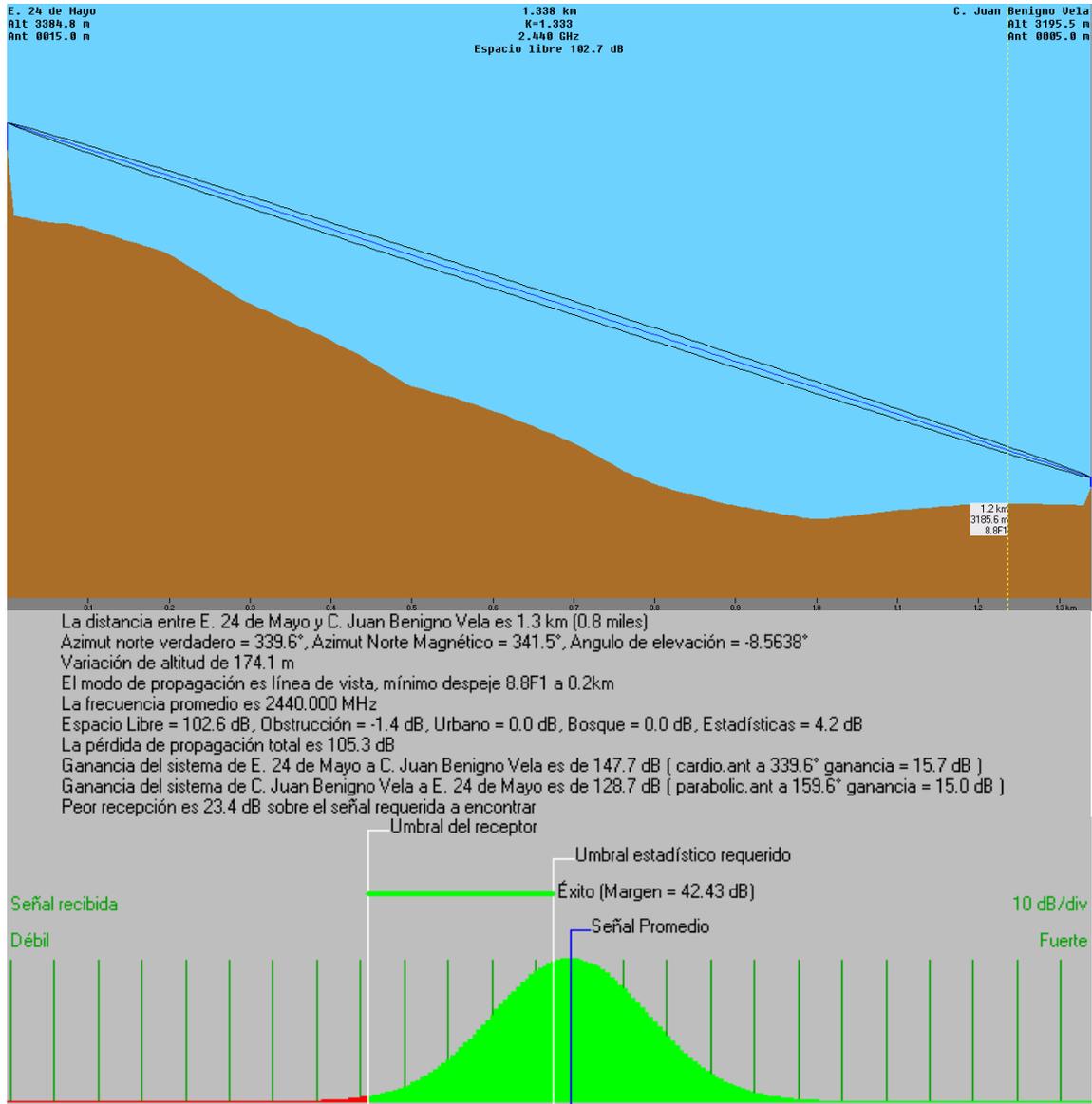


Figura 6. 29.Enlace Escuela 24 de Mayo - Colegio Juan Benigno Vela

Escuela Abel Sánchez

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

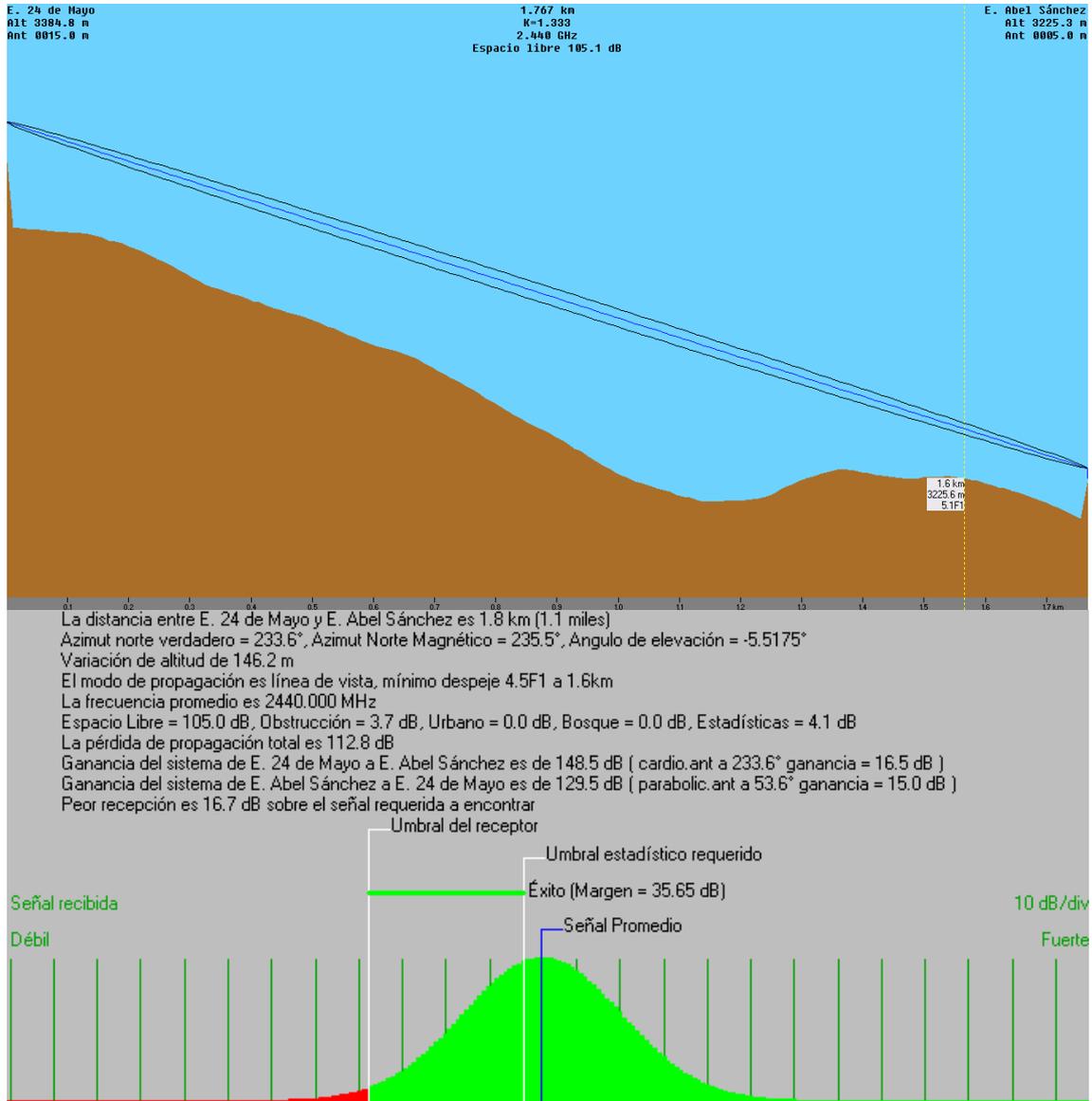


Figura 6. 30.Enlace Escuela 24 de Mayo - Escuela Abel Sánchez

Resultados del Sector Norte de la Red

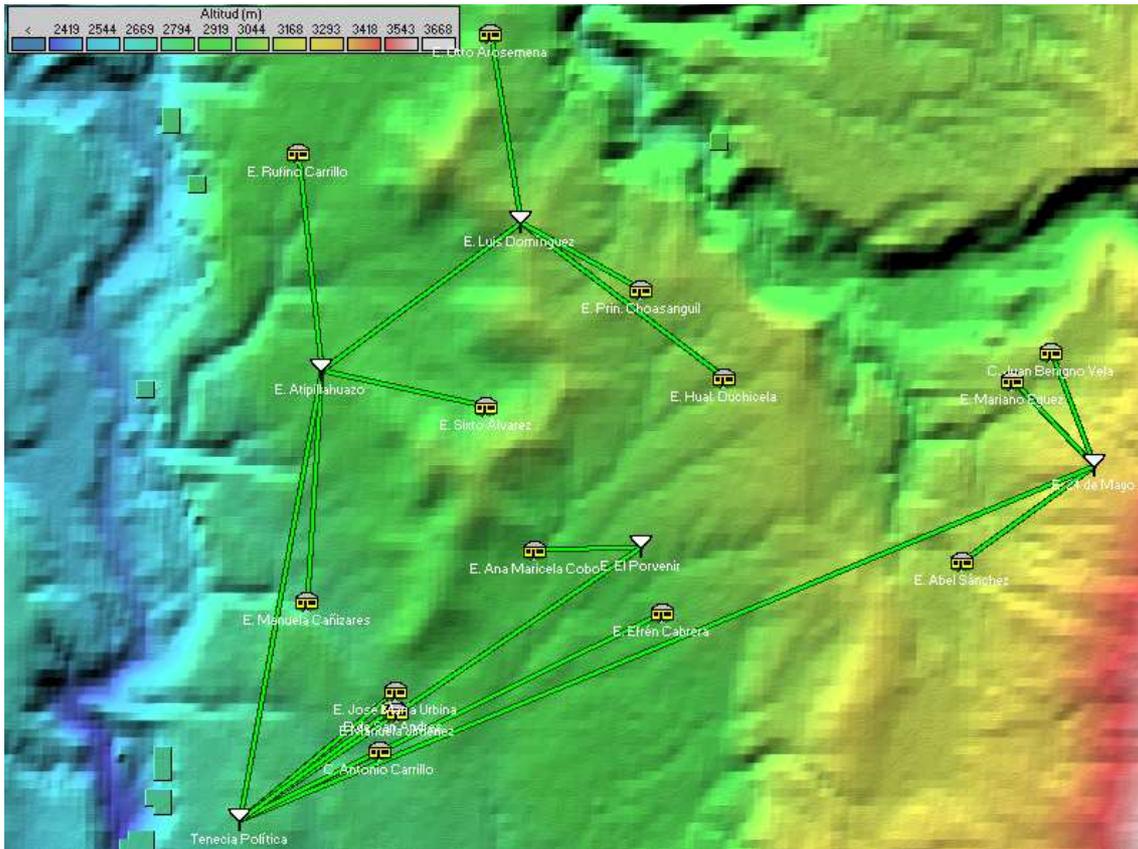


Figura 6. 31.Red Píllaro (Sector Norte)

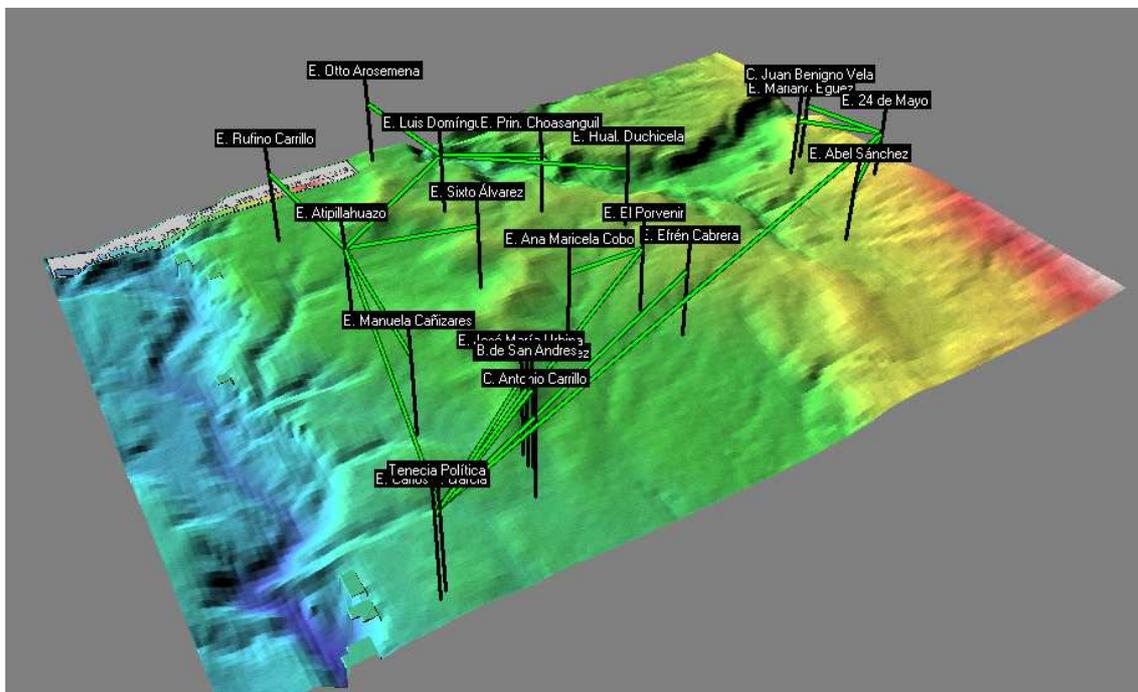


Figura 6. 32.Vista 3D Red Píllaro (Sector Norte)

6.2.10. Tenencia Política 2(PMP)

Tenencia Política

- AP 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx} = -86\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)
- Antena Sectorial 90 Grados 20dBi ($AZ= 160$ Grados)

Escuela Unión Nacional de Periodistas

- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx} = -92\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

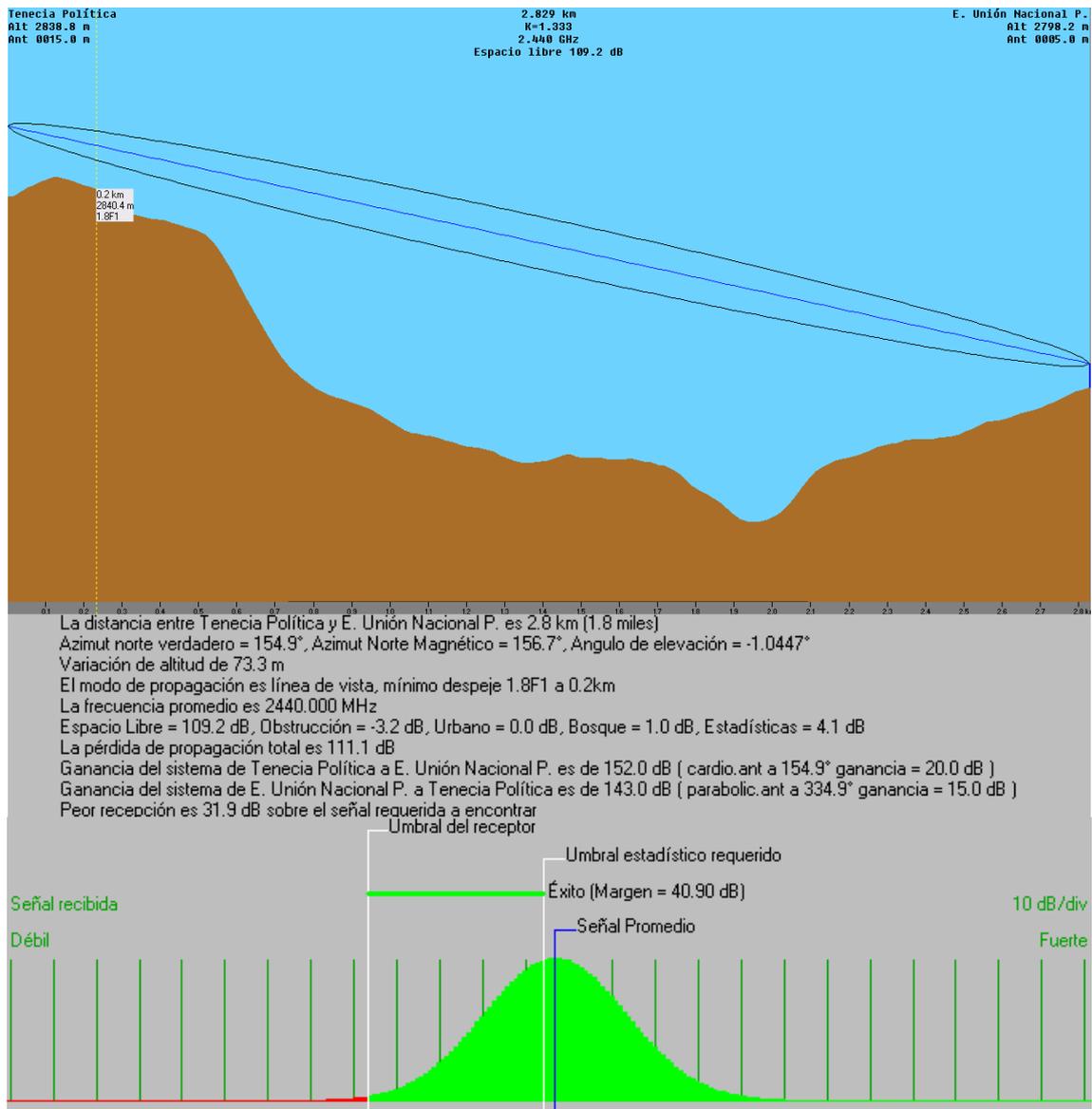


Figura 6. 33.Enlace Tenencia Política - Escuela Unión Nacional de Periodistas

Jardín de Infantes Pequeños Amigos

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

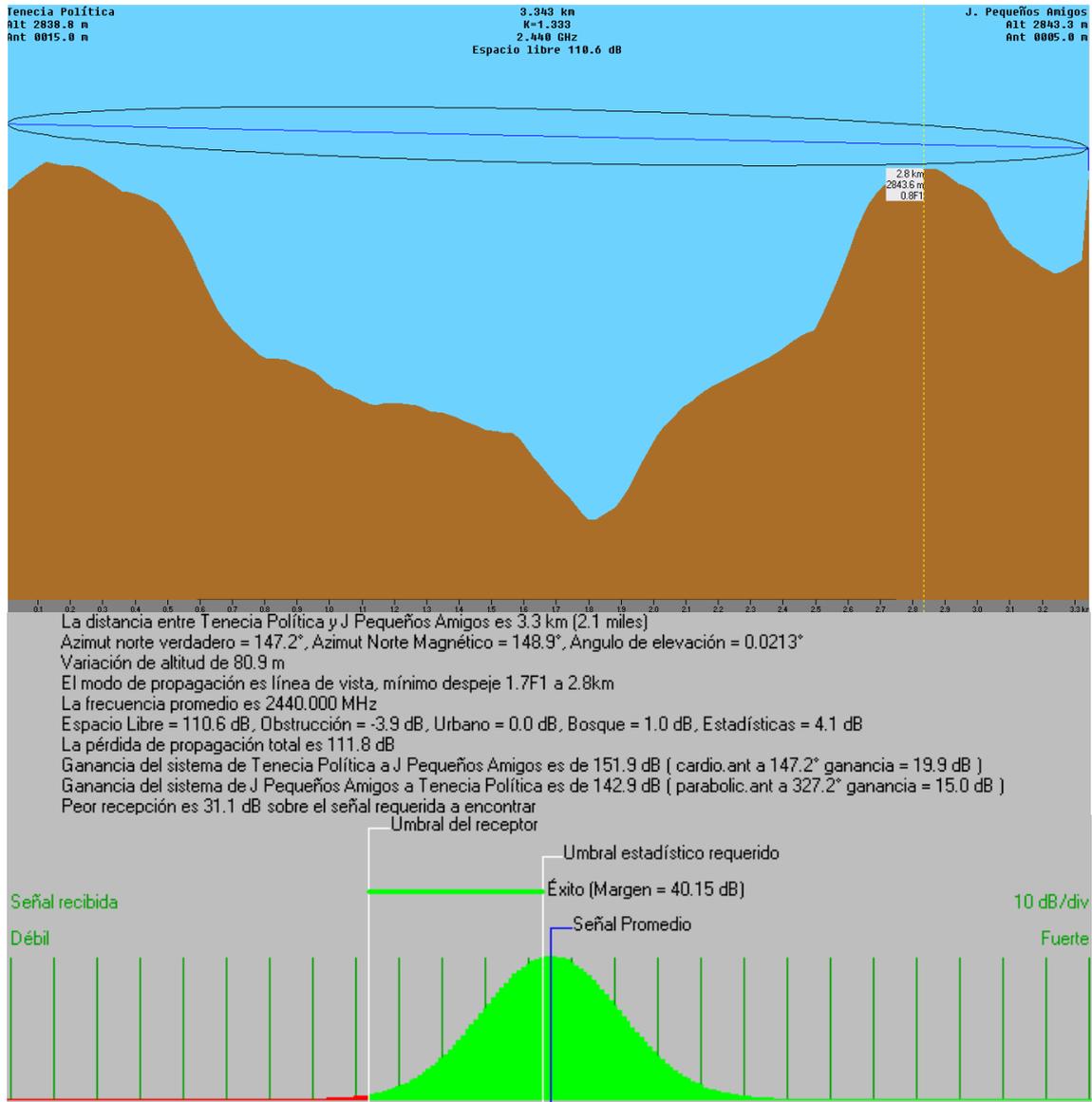


Figura 6. 34.Enlace Tenecia Política - Jardín de Infantes Pequeños Amigos

Escuela Mariscal Sucre

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

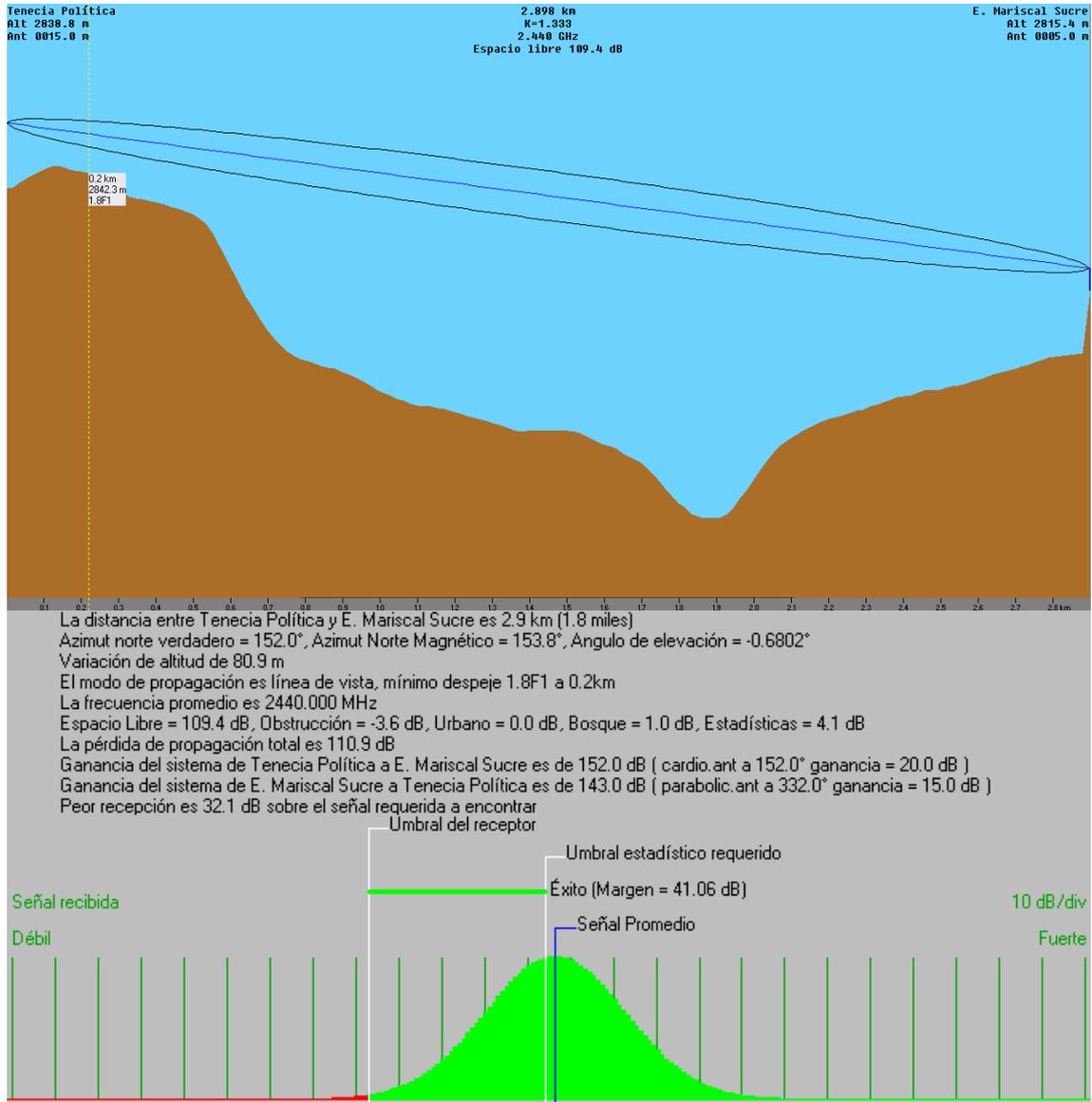


Figura 6. 35.Enlace Tenecia Política - Escuela Mariscal Sucre

Escuela Juan Francisco Montalvo

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

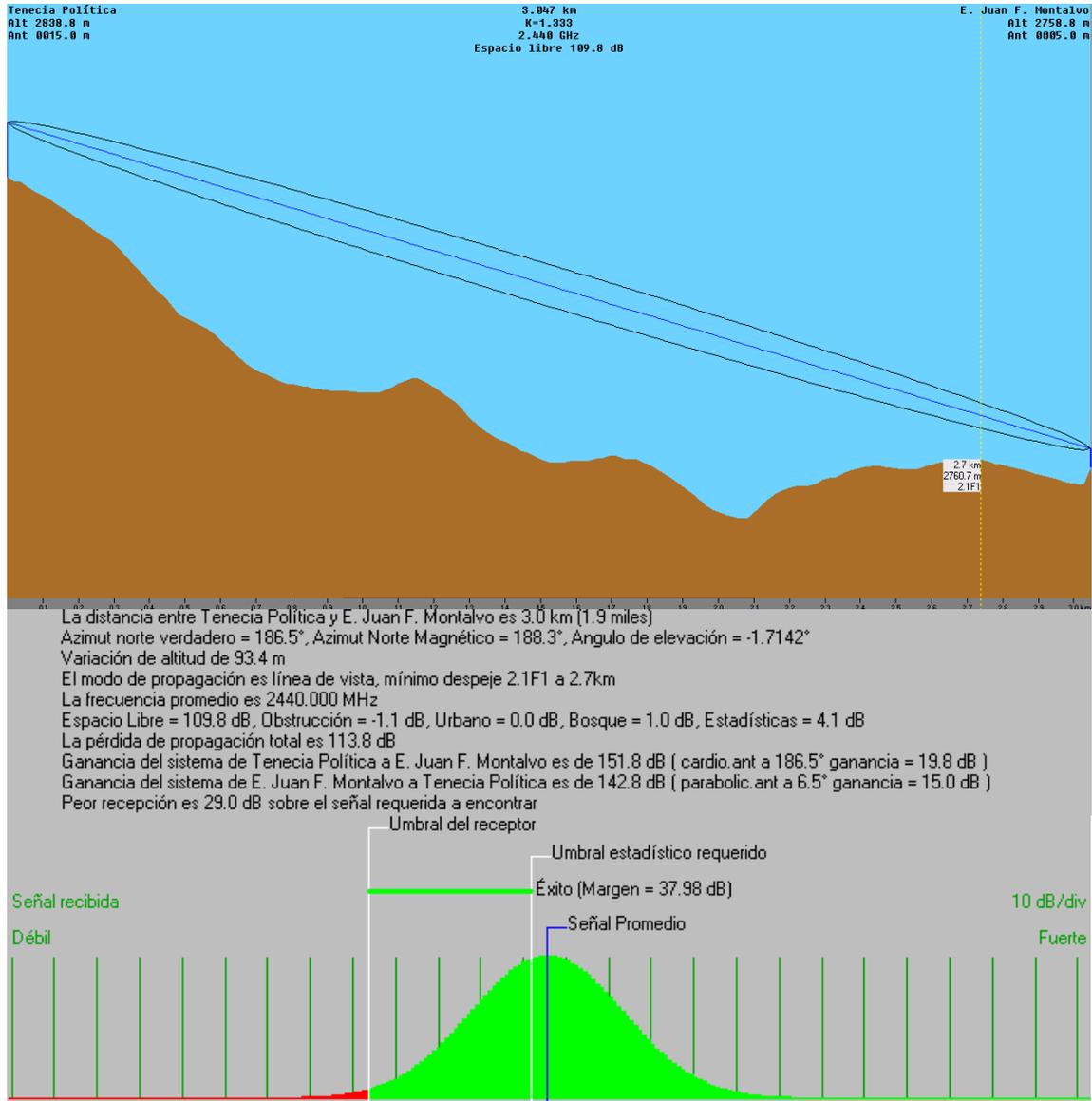


Figura 6. 36.Enlace Tenecia Política - Escuela Juan Francisco Montalvo

Centro Artesanal Lola Gangotena

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

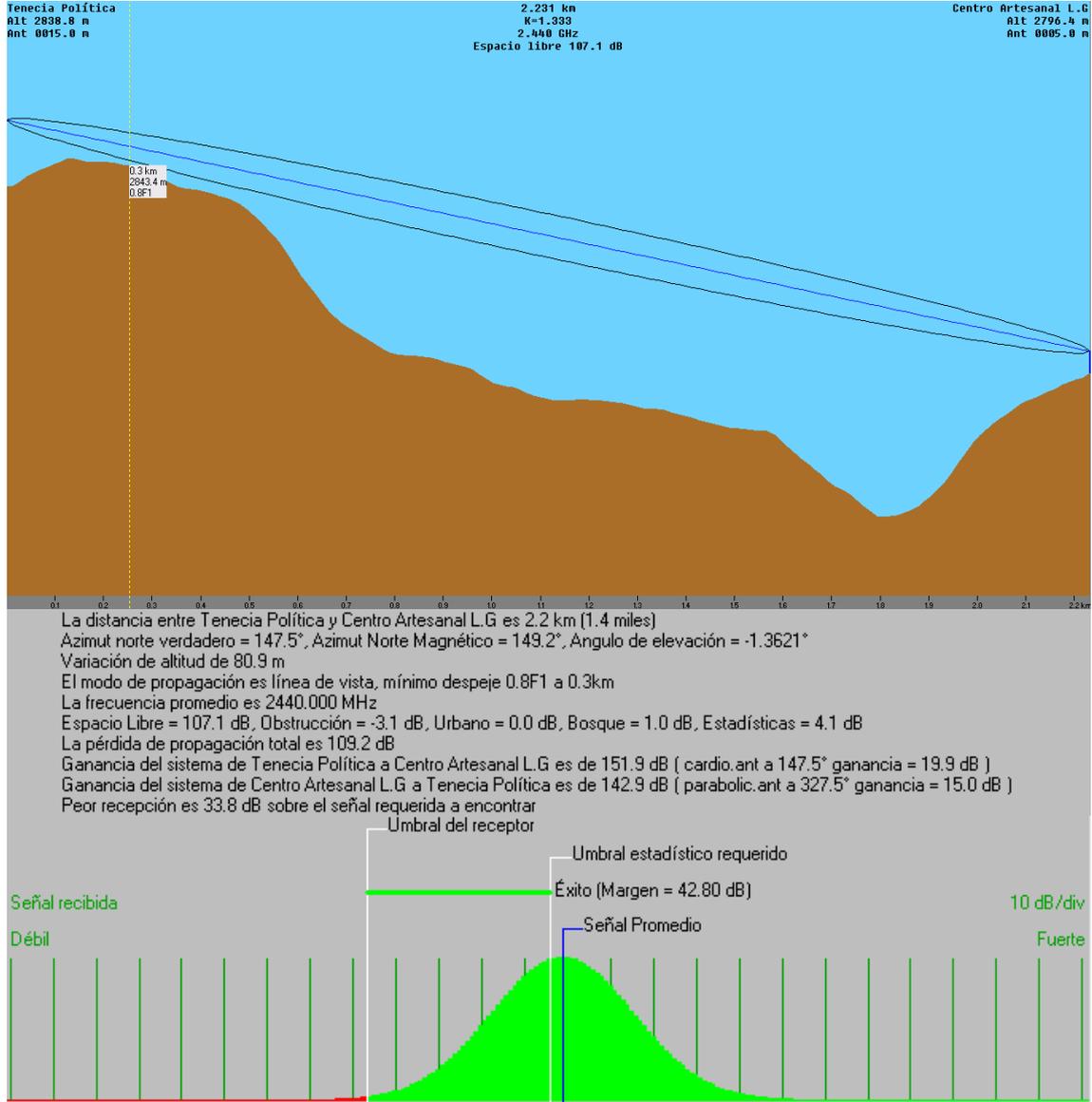


Figura 6. 37.Enlace Tenecia Política - Centro Artesanal Lola Gangotena

Colegio los Andes

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

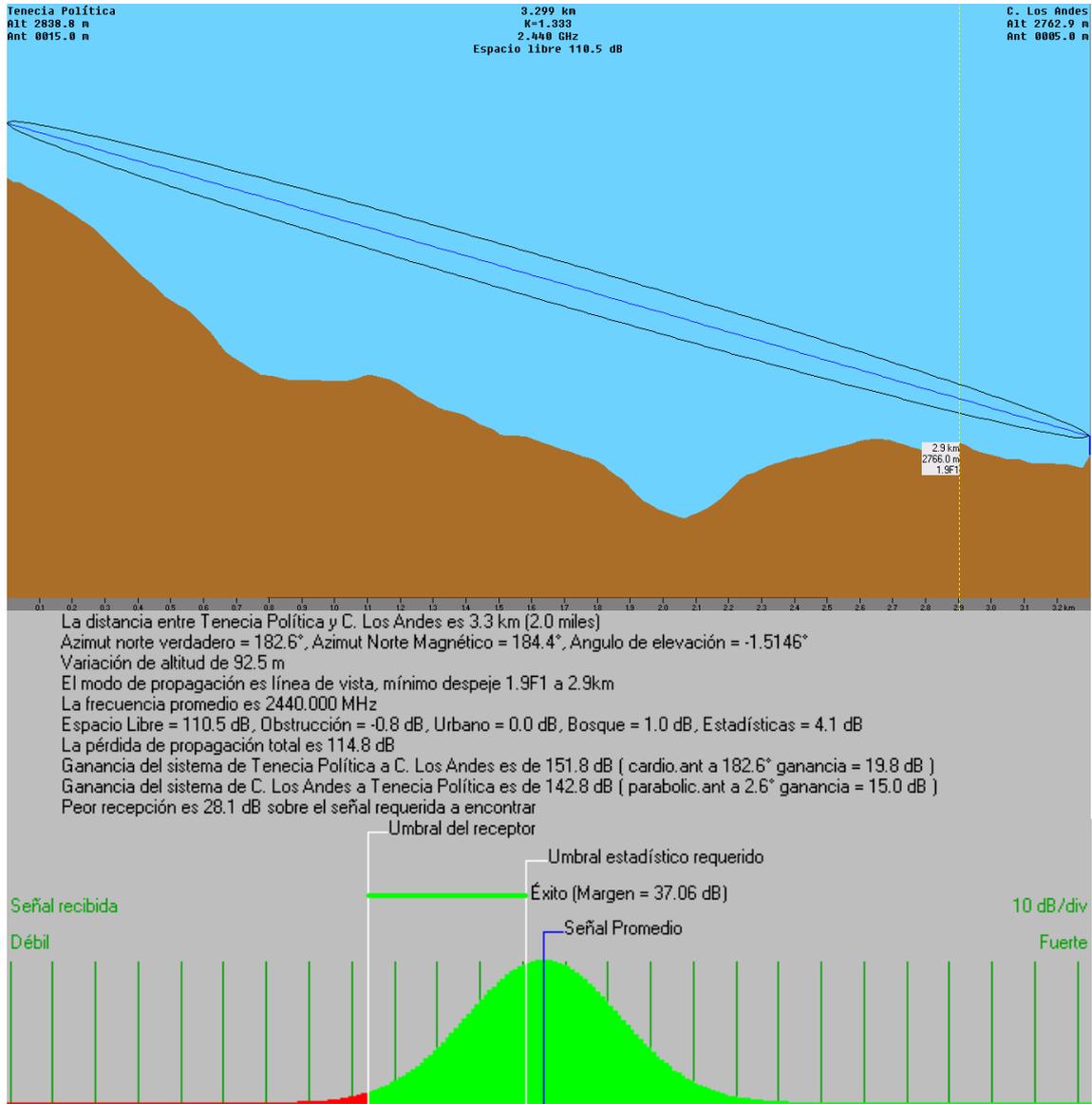


Figura 6. 38.Enlace Tenecia Política - Colegio Los Andes

Escuela Isabel La Católica

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

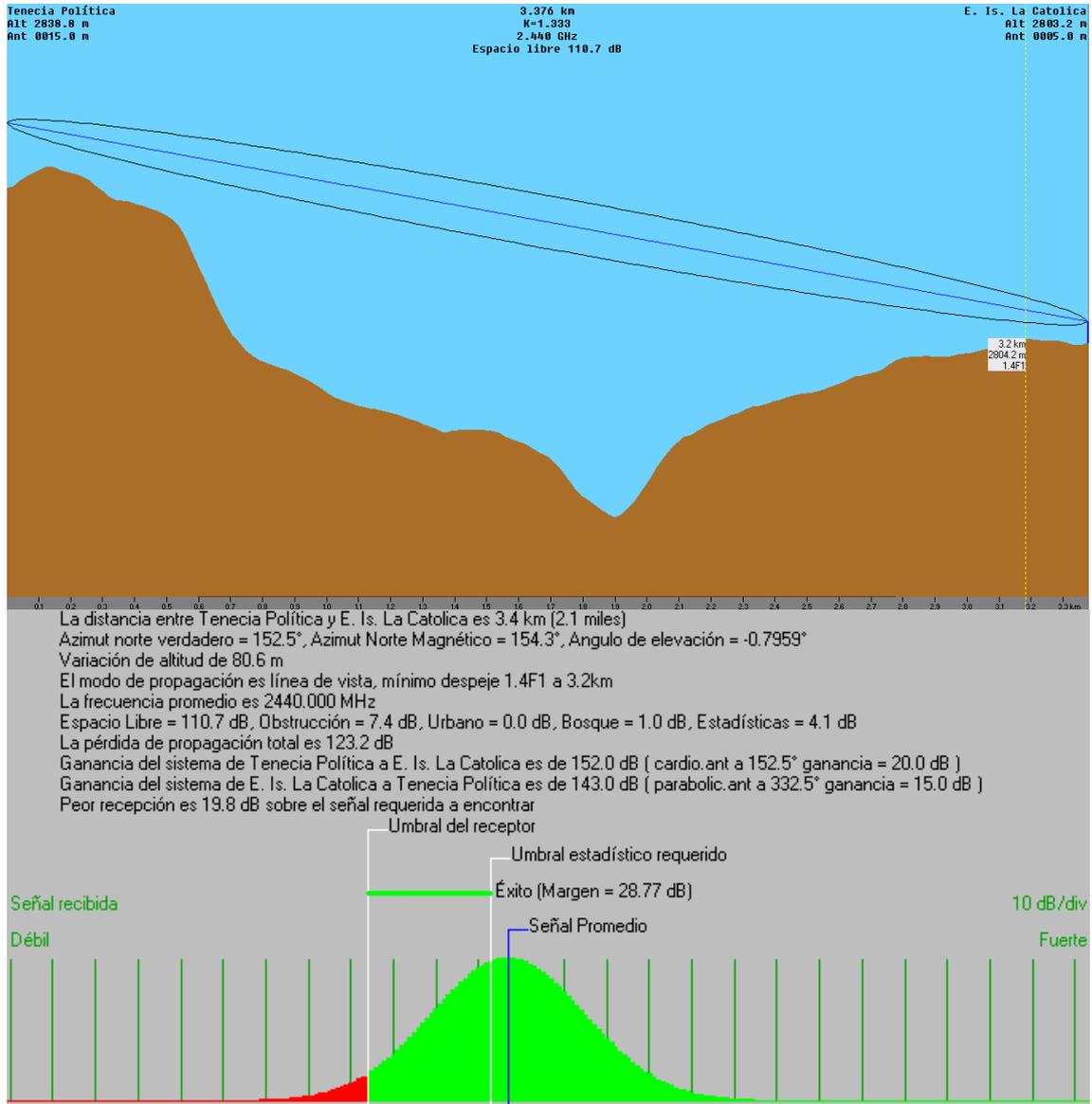


Figura 6. 39.Enlace Tenencia Política - Escuela Isabel la Católica

Jorge Alvarez

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

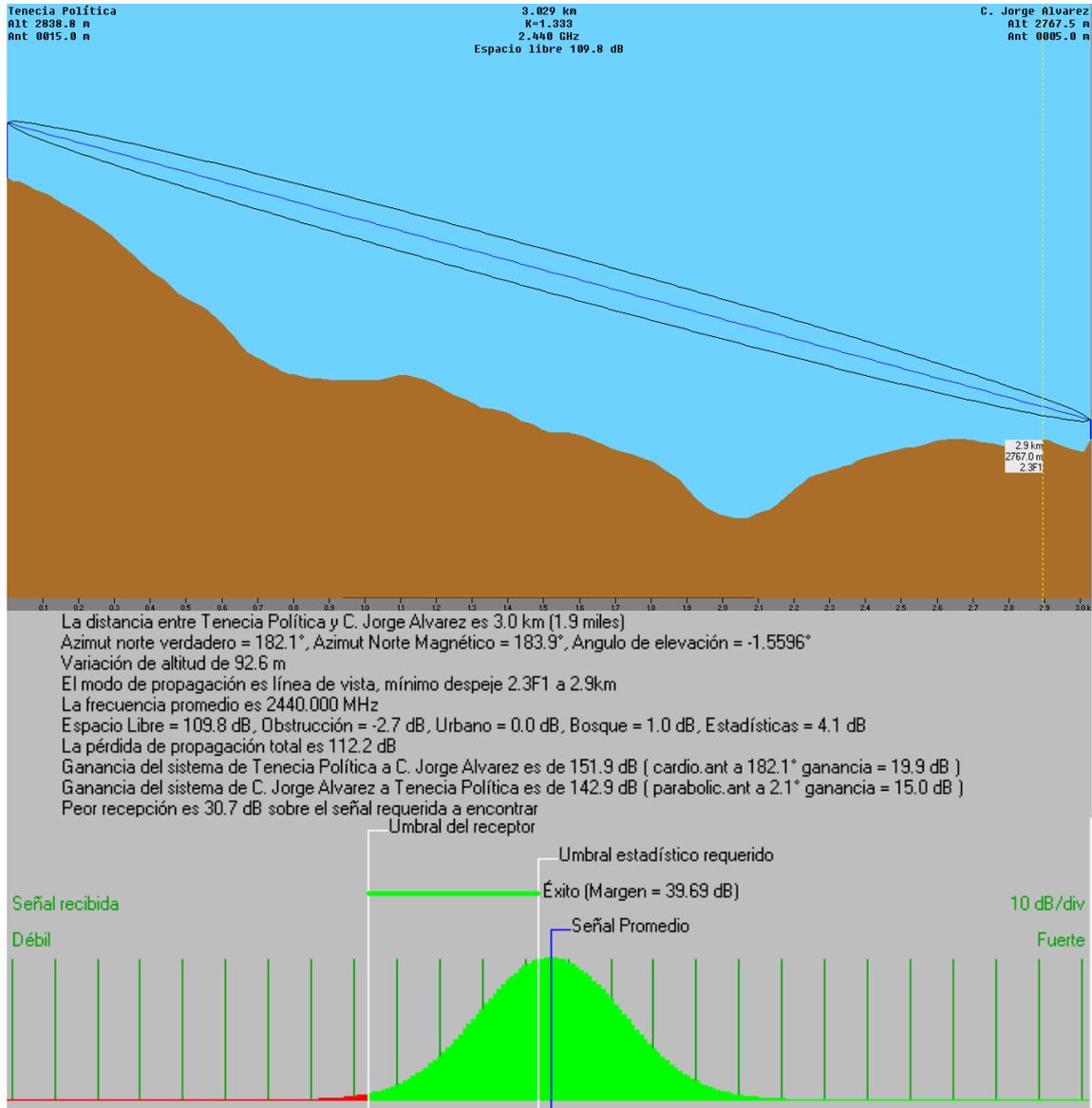


Figura 6. 40.Enlace Tenencia Política Colegio Jorge Álvarez

Escuela Augusto N. Martínez

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

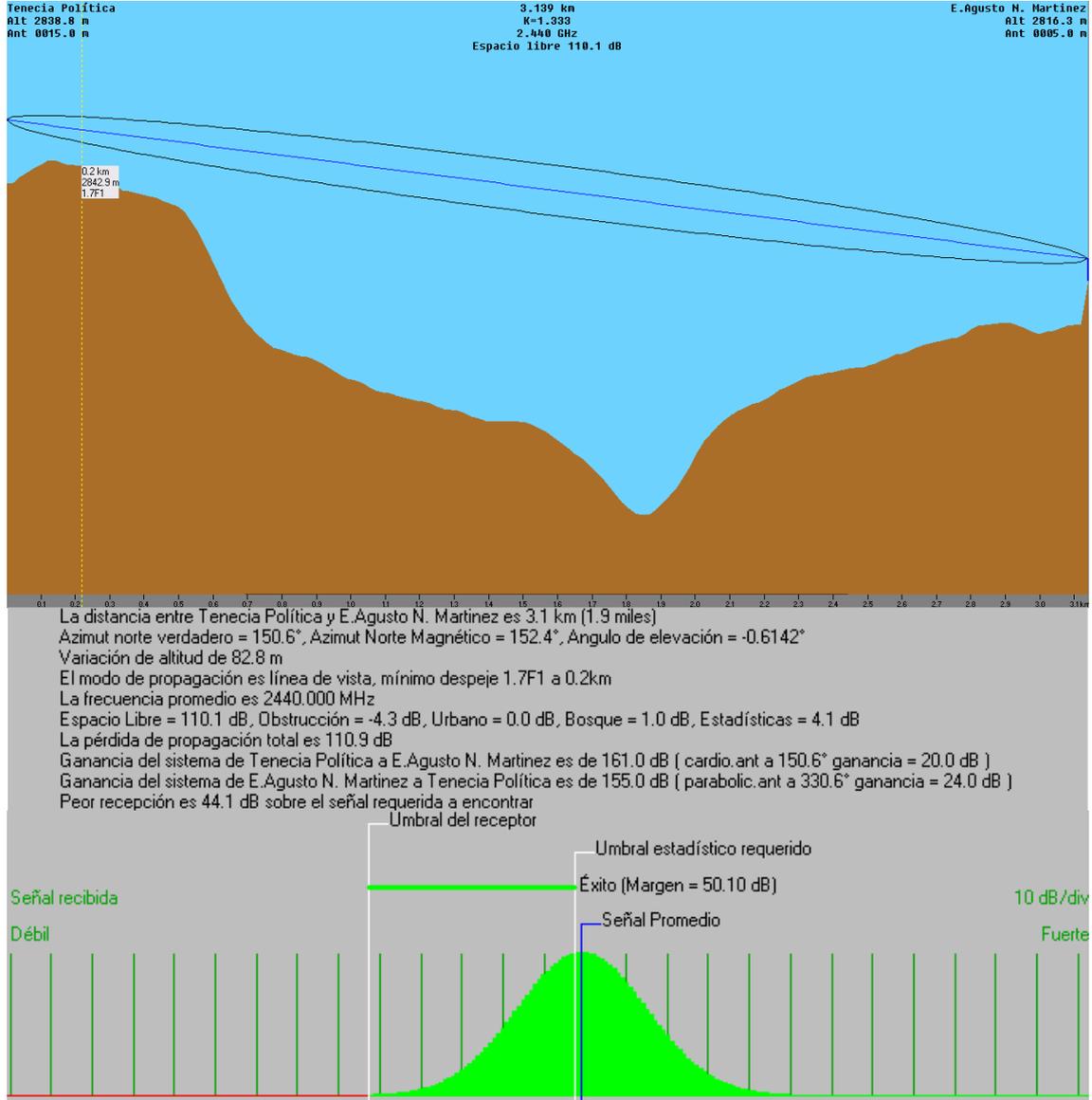


Figura 6. 41.Enlace Tenecia Política - Escuela Augusto N. Martínez

Manuel del Carmen Pachano

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

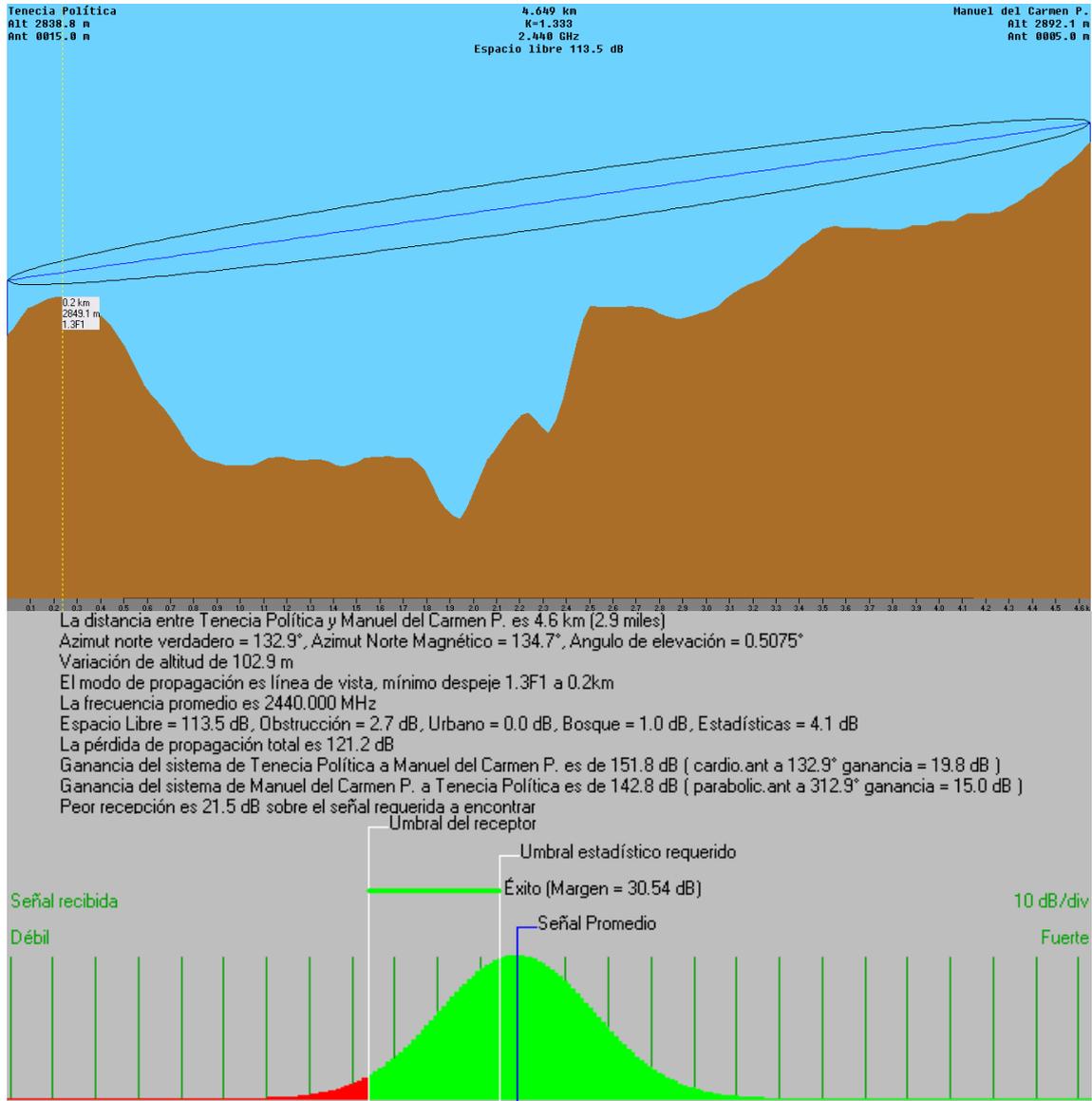


Figura 6. 42.Enlace Tenecia Política - Manuel del Carmen Panchano

6.2.11. Repetidora Centro Artesanal Lola Gangotena (PTP)

Centro Artesanal Lola Gangotena

- AP 2.4GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-92\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

Escuela Patria

- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-92\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

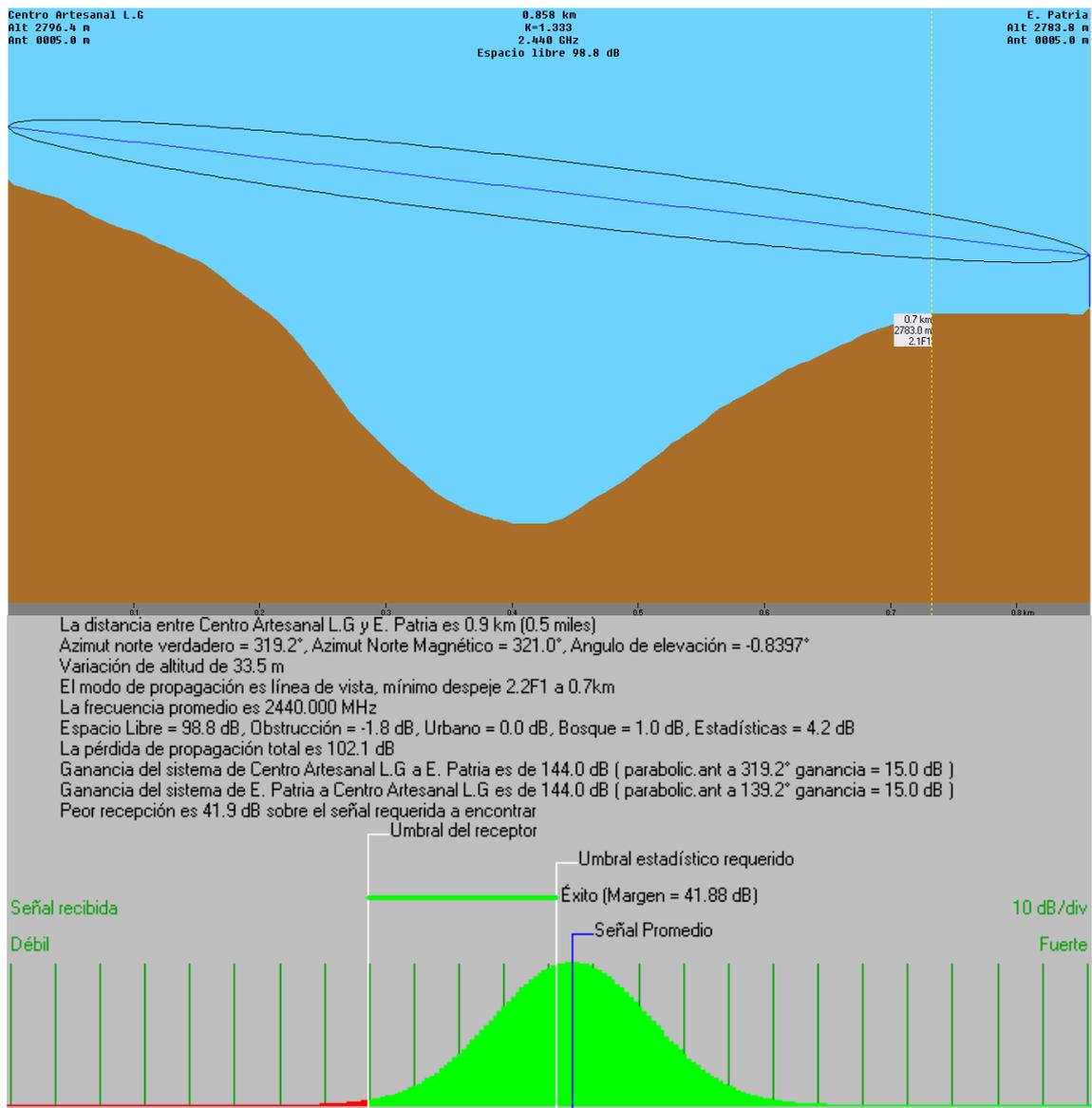


Figura 6. 43.Enlace Centro Artesanal Lola Gangotena - Escuela Patria

6.2.12. Tenencia Política Biblioteca de San Miguelito (PTP)

Tenencia Política

- AP 5.8GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX} = -76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)
- Antena Direccional 27dbi

Biblioteca de San Miguelito

- CPE 5.8GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX} = -76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)
- Antena Direccional 27dBi

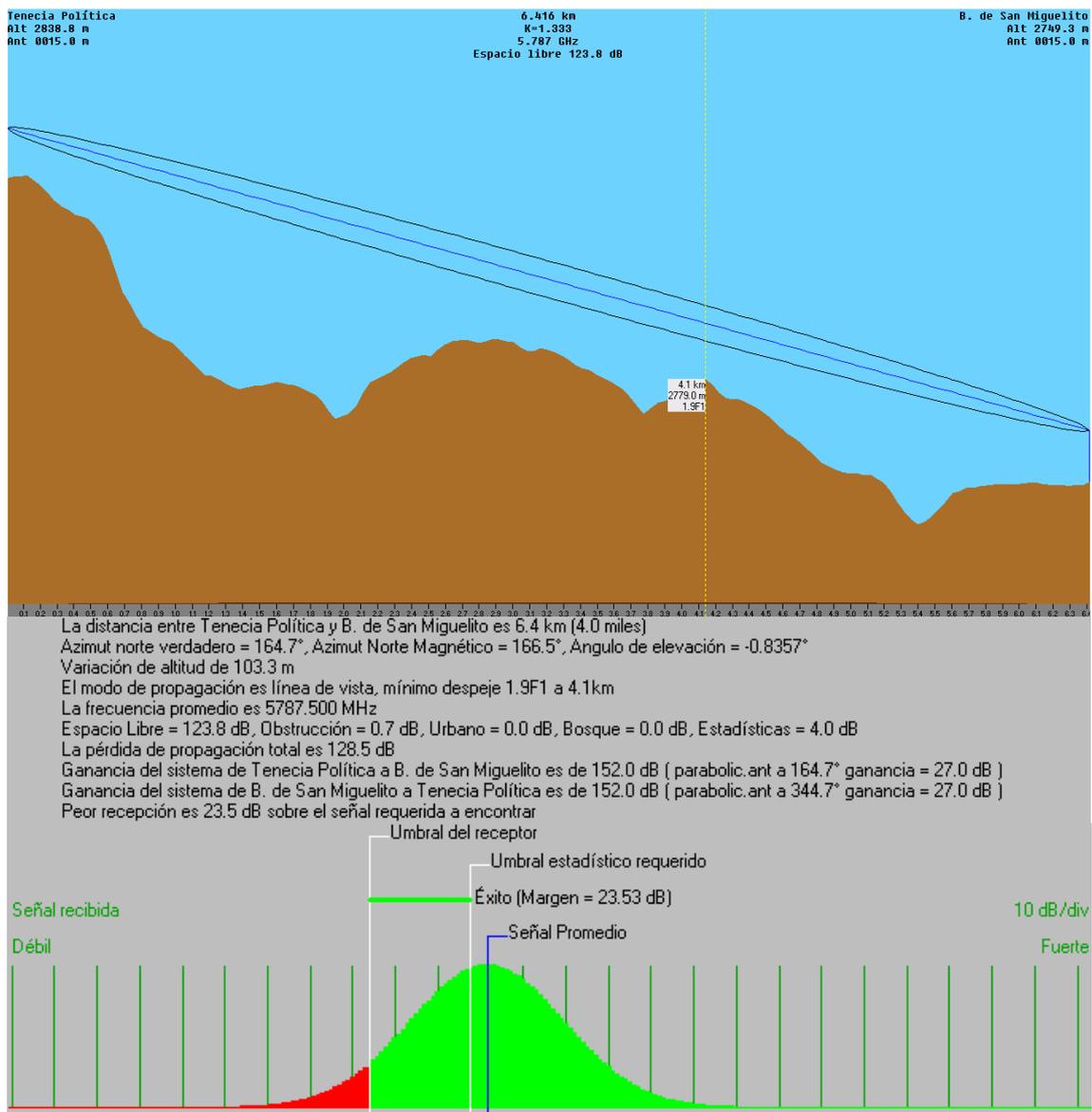


Figura 6. 44.Enlace Tenencia Política - Biblioteca de San Miguelito

6.2.13. Repetidora Biblioteca San Miguelito (PMP)

Biblioteca San Miguelito

- AP 2.4GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi ($AZ=105$ Grados)

Escuela José Elías Vasco

- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-92\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

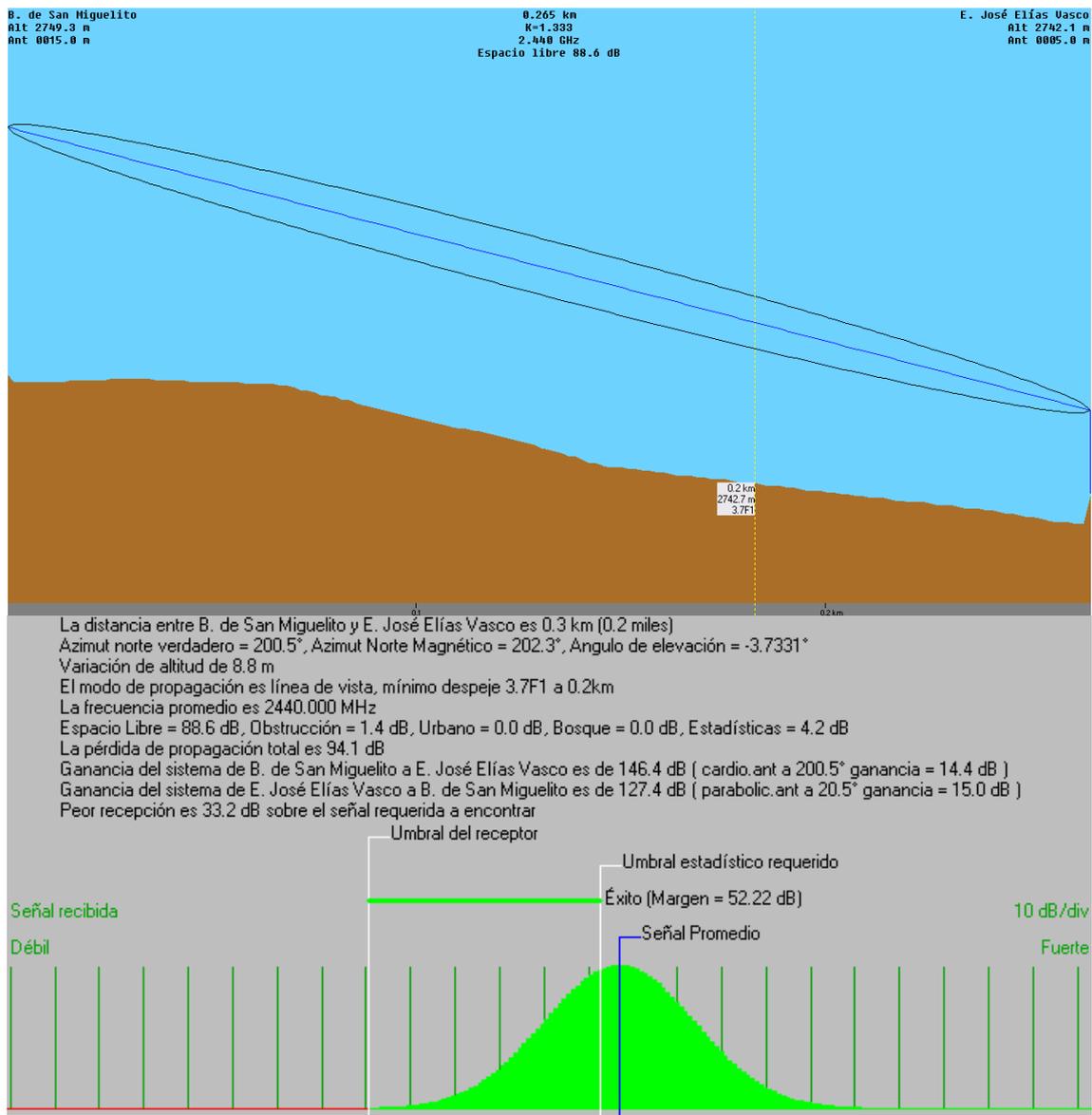


Figura 6. 45.Enlace Biblioteca de San Miguelito - Escuela José Elías Vasco

Escuela Gertrudiz Esparza

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

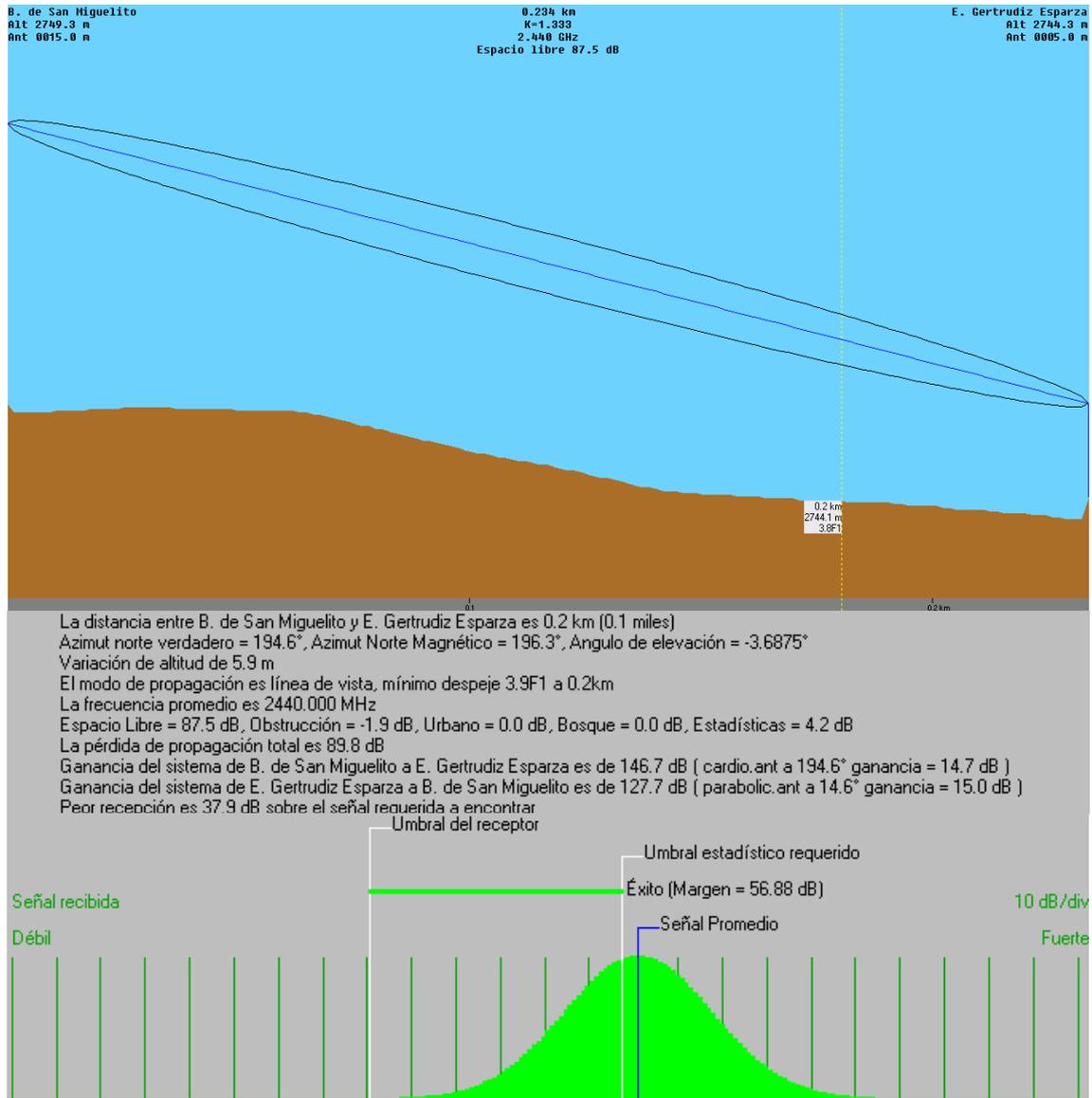


Figura 6. 46.Enlace Biblioteca de San Miguelito - Escuela Gertrudiz Esparza

Colegio Técnico 12 de Noviembre

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

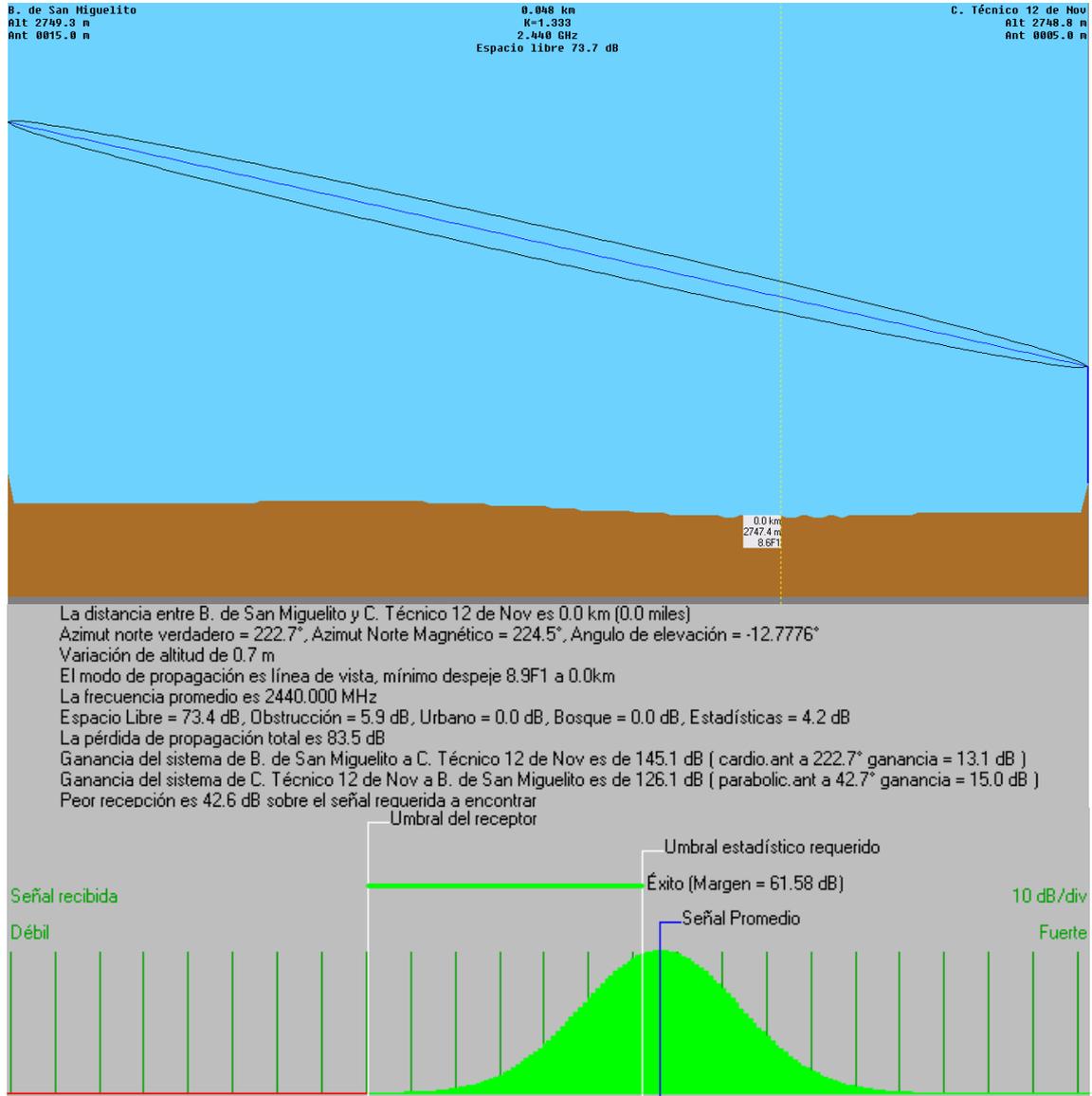


Figura 6. 47.Enlace Biblioteca de San Miguelito - Colegio Técnico 12 de Noviembre

Escuela Héctor Pilco

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

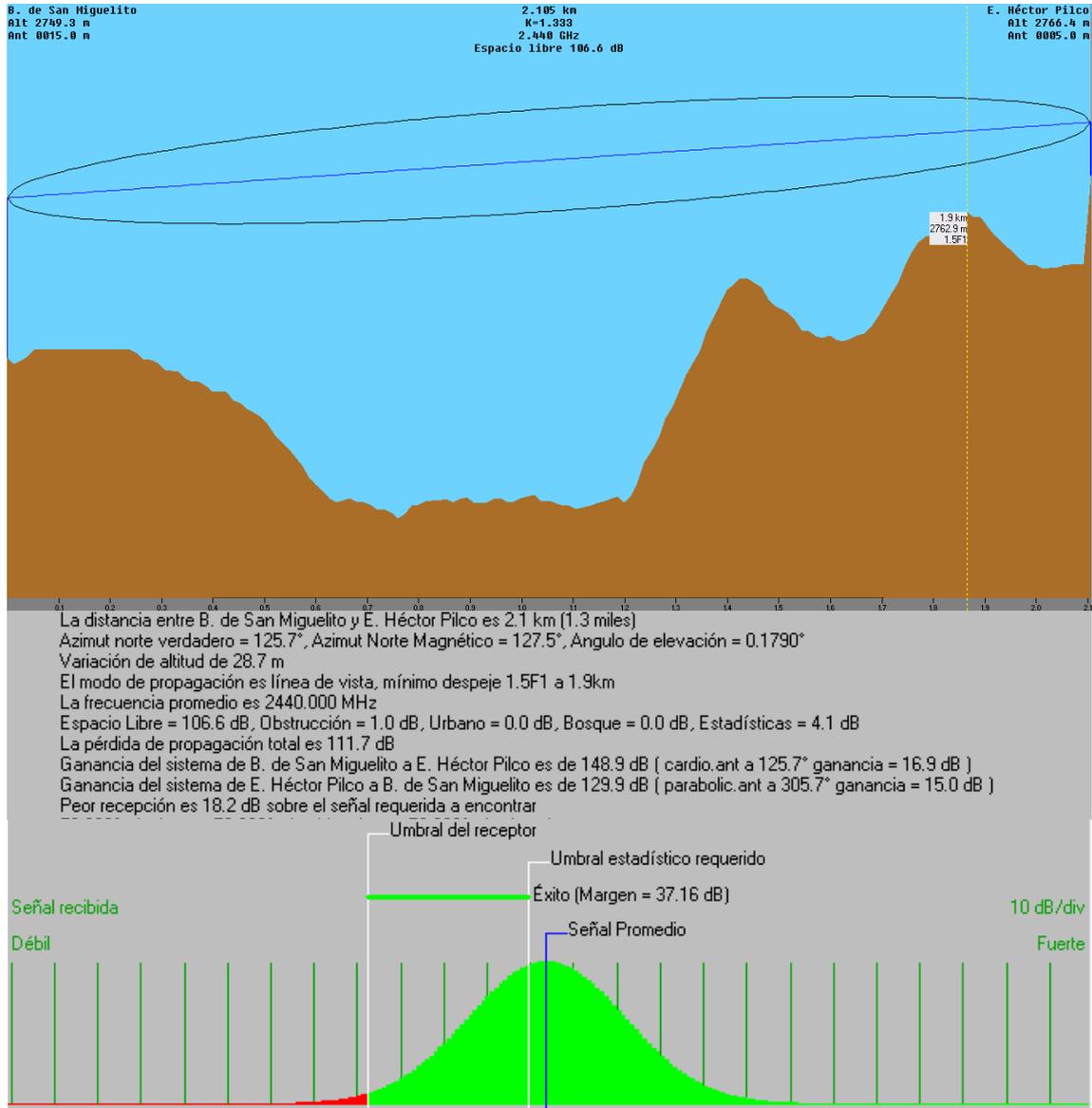


Figura 6. 48.Enlace Biblioteca de San Miguelito - Escuela Héctor Pilco

Escuela García Moreno

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

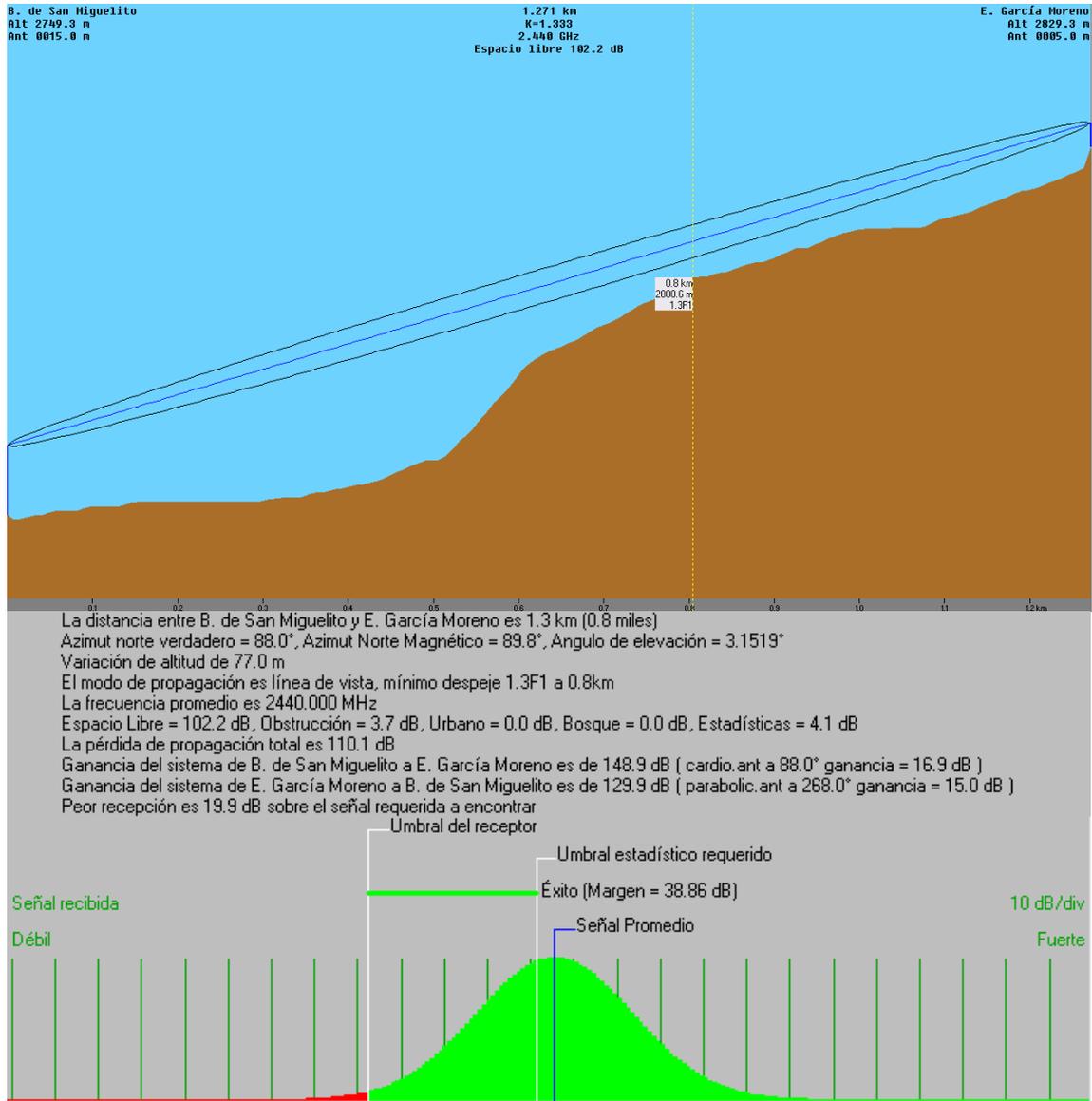


Figura 6. 49.Enlace Biblioteca de San Miguelito - Escuela García Moreno

Escuela Rumiñahui

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=15m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

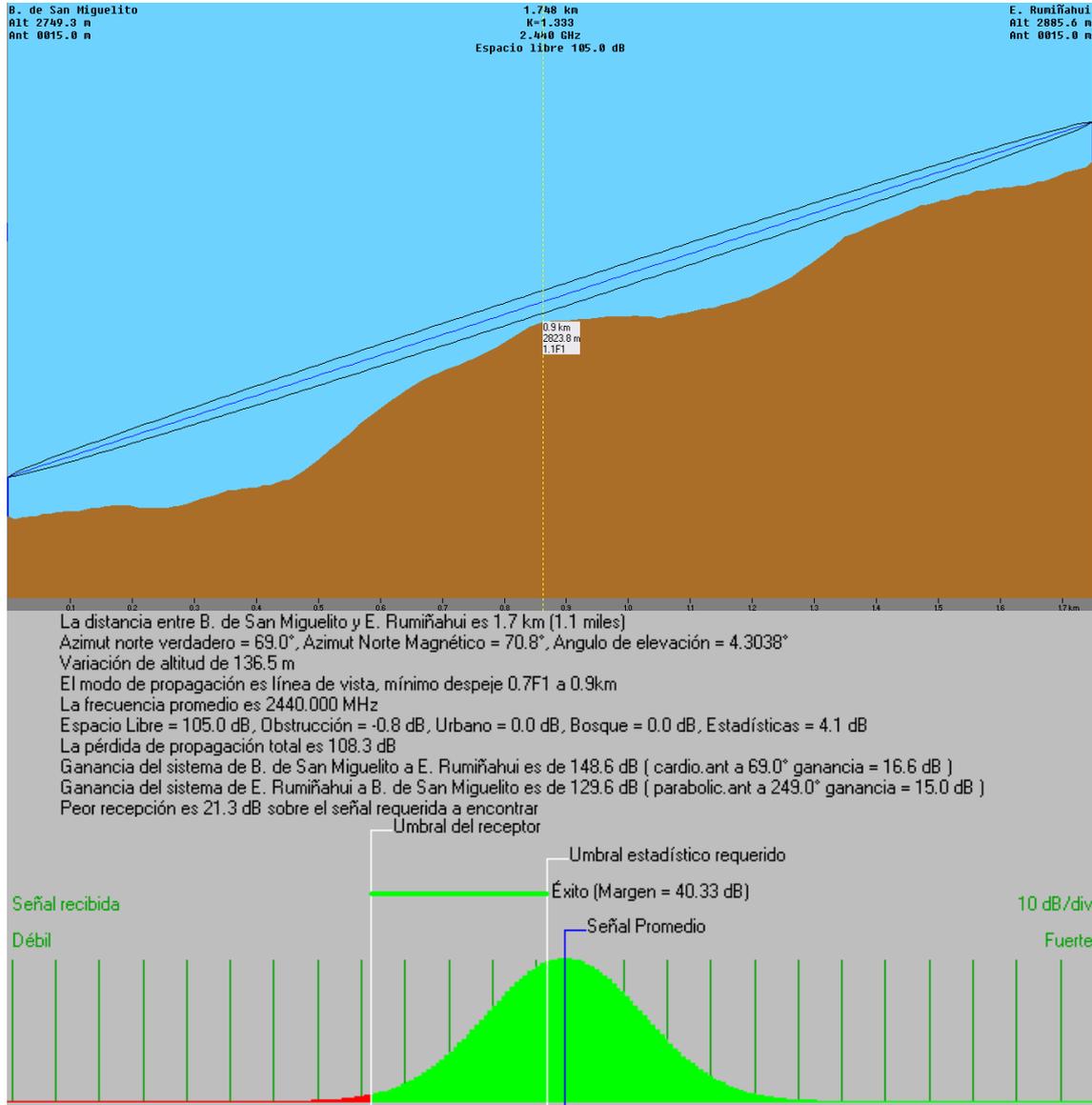


Figura 6. 50.Enlace Biblioteca de San Miguelito - Escuela Rumiñahui

Escuela Simón Rodríguez

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

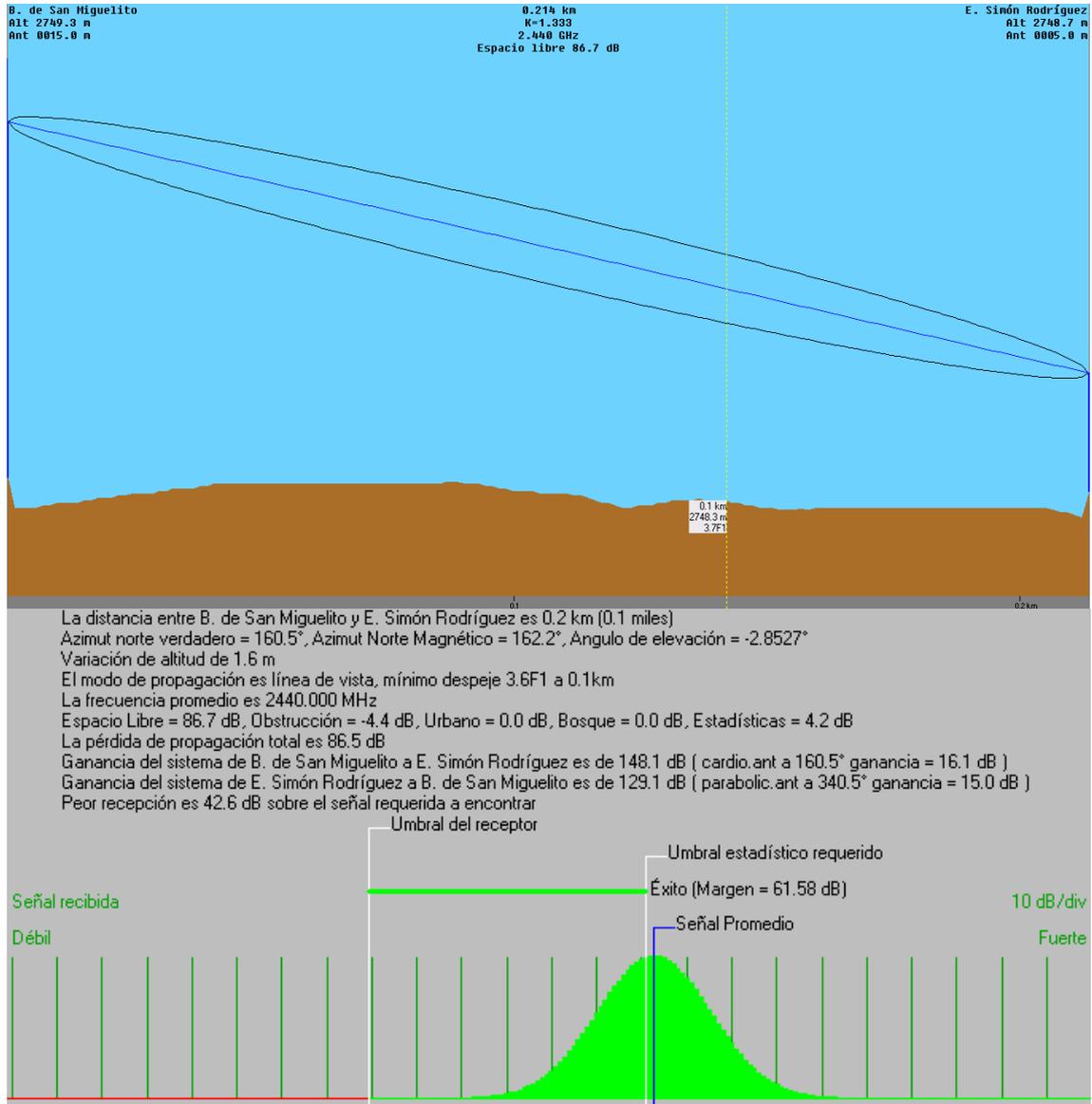


Figura 6. 51.Enlace Biblioteca de San Miguelito - Escuela Rumiñahui

Escuela Pablo Arturo Suárez

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

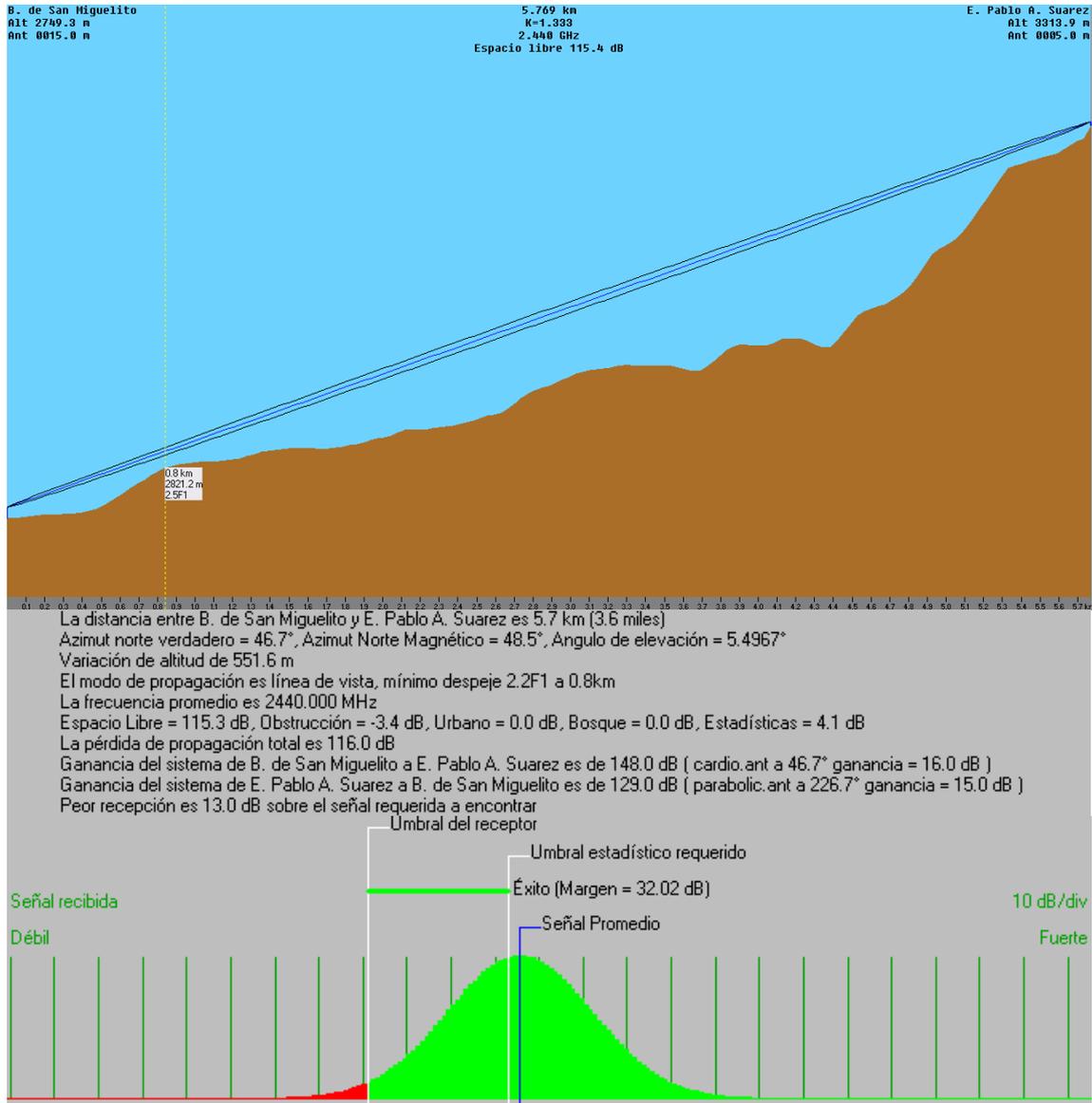


Figura 6. 52. Enlace Biblioteca de San Miguelito - Escuela Pablo Arturo Suárez

Resultados del Sector Sur-Este de la Red

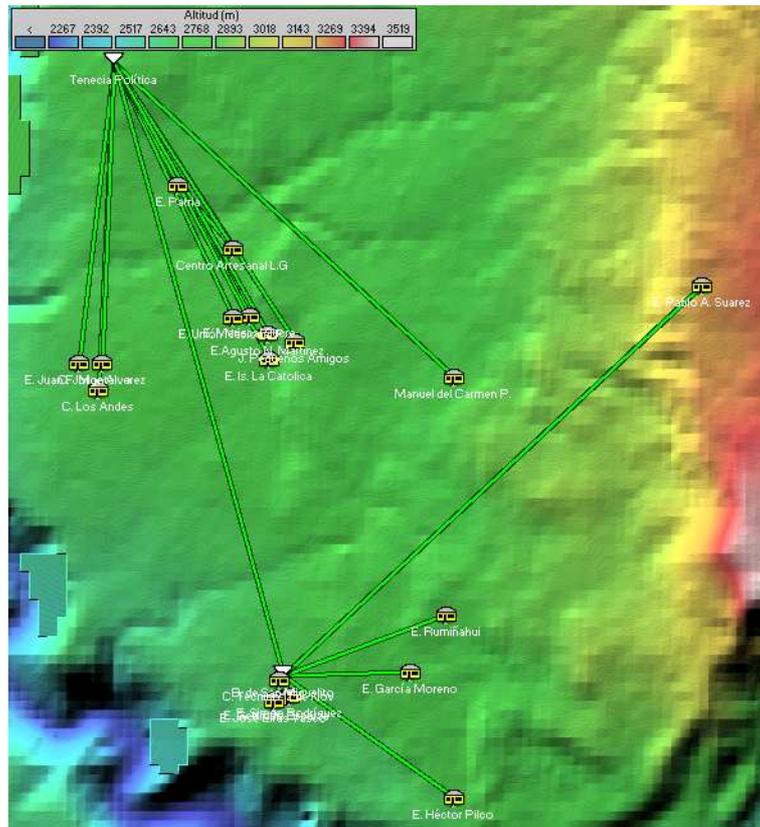


Figura 6. 53.Red Pílaro (Sector Sur-Este)

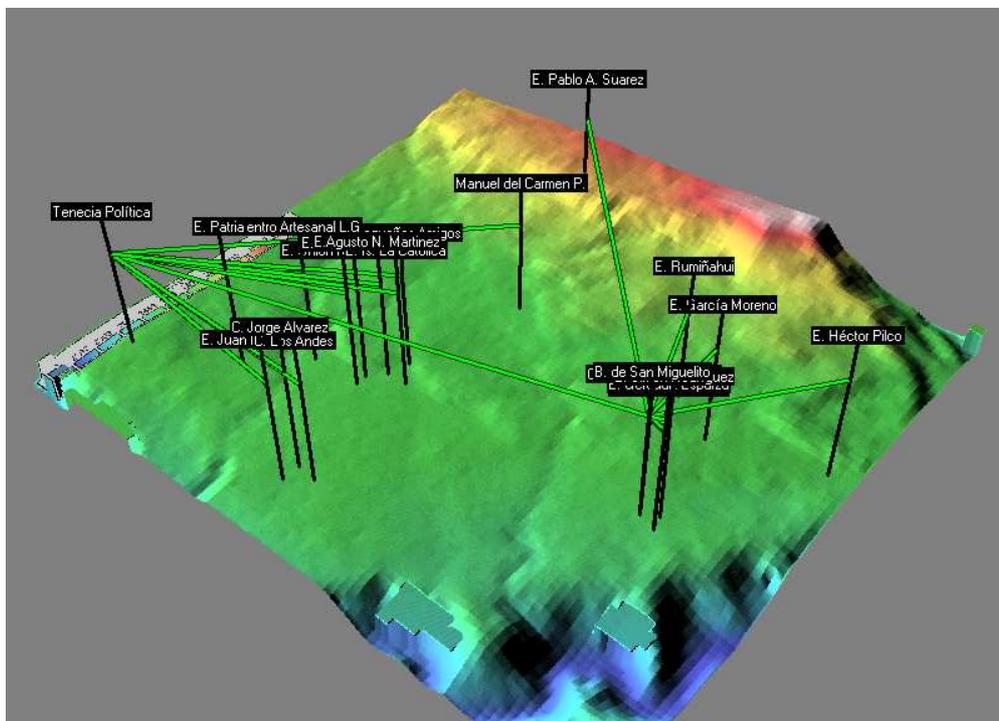


Figura 6. 54.Vista 3D Red Pílaro (Sector Sur-Este)

6.2.14. Tenencia Política - Cerro Chiquicha (PTP)

Tenencia Política

- AP 5.8GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX} = -76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)
- Antena Direccional 27dbi

Cerro Chiquicha

- CPE 5.8GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX} = -76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)
- Antena Direccional 27dBi

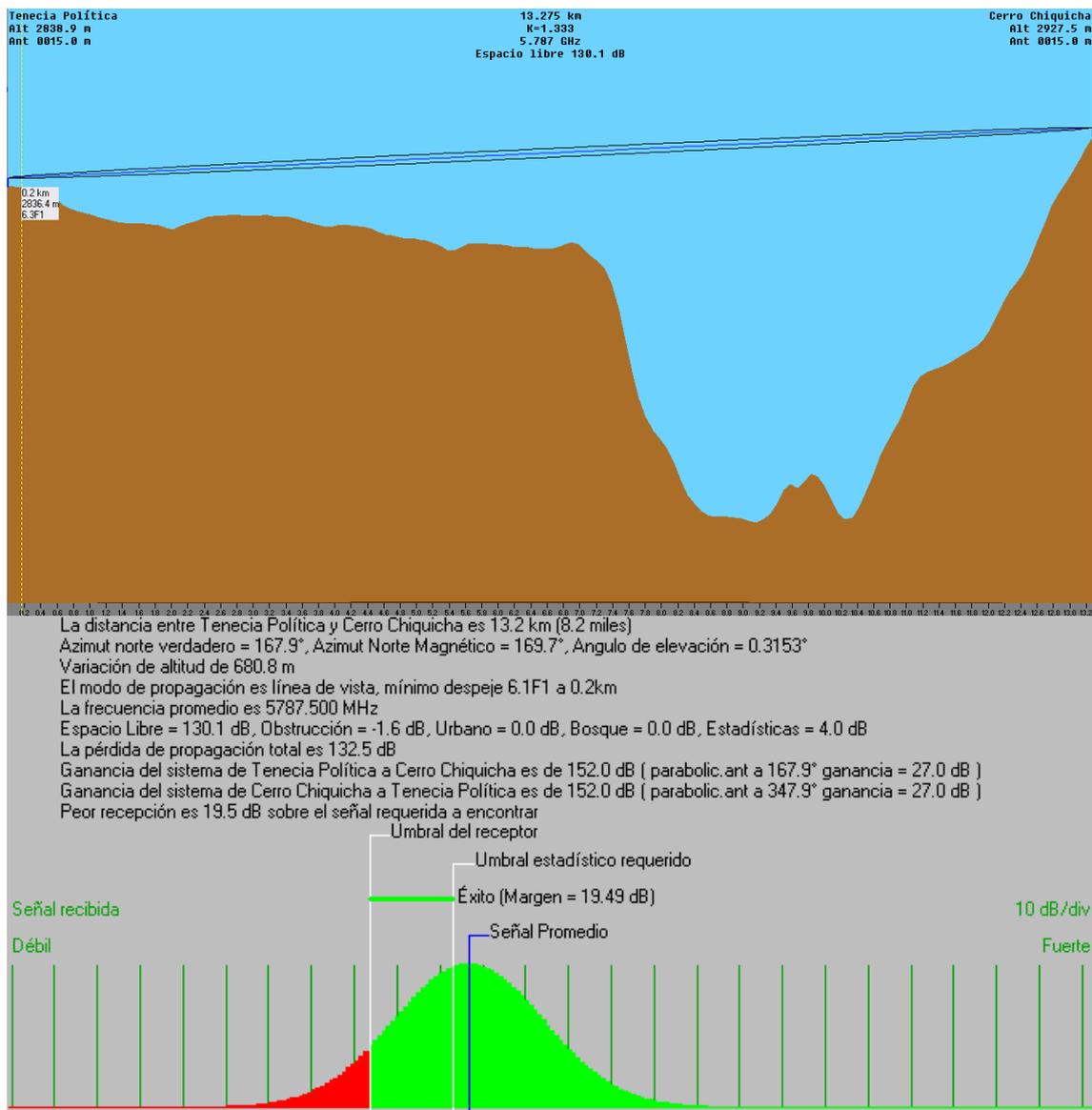


Figura 6. 55.Enlace Tenencia Política - Cerro Chiquicha

6.2.15. Repetidora Cerro Chiquicha (PMP)

Cerro Chiquicha

- AP 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)
- Antena Sectorial 90 Grados 17dBi ($AZ=35$ Grados)

Escuela Amado Nervo

- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-92\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

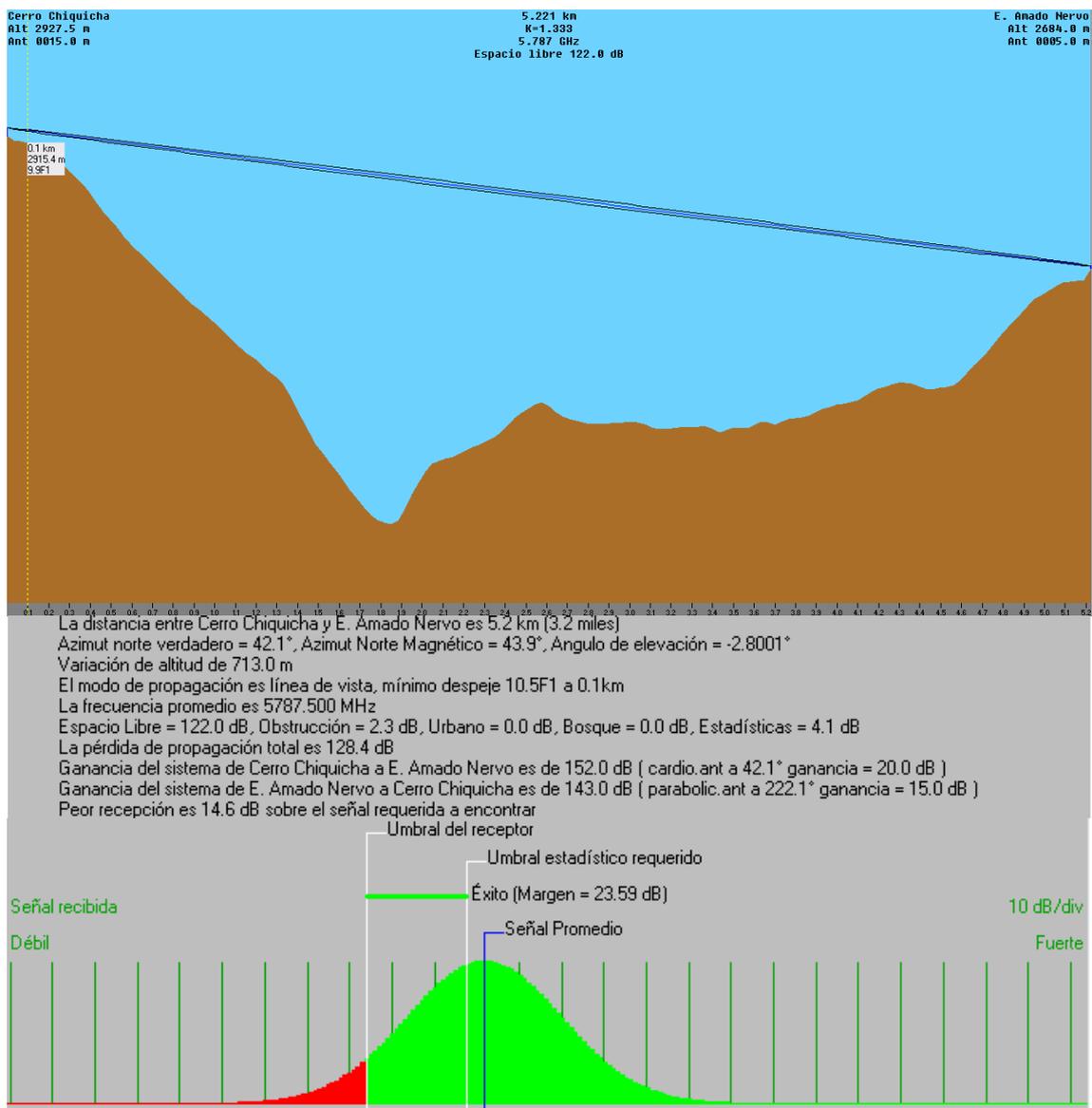


Figura 6. 56.Enlace Cerro Chiquicha - Escuela Amado Nervo

Escuela Gabriel Urbina

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

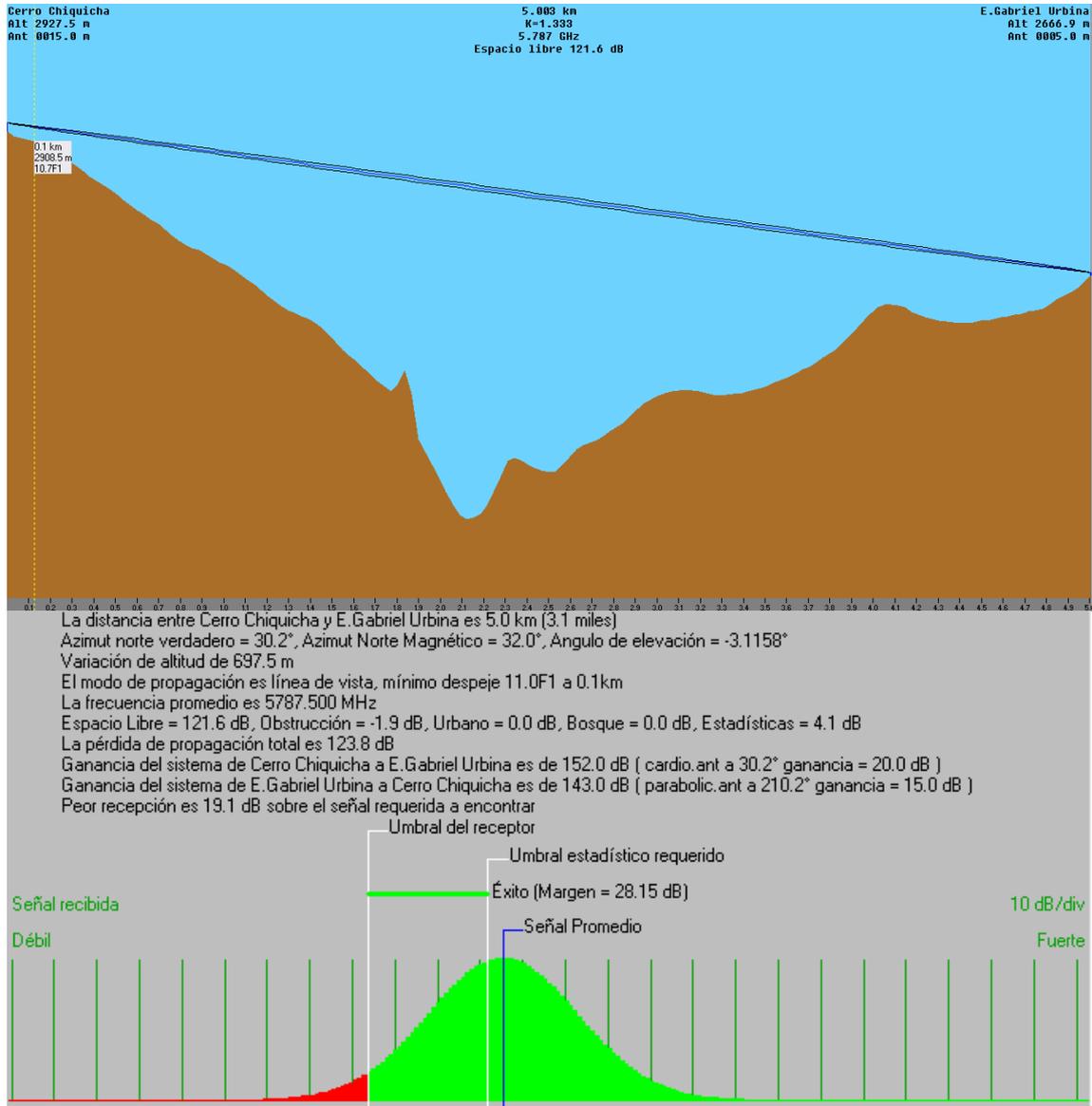


Figura 6. 57.Enlace Cerro Chiquicha - Escuela Gabriel Urbina

Escuela Juan de Velasco

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

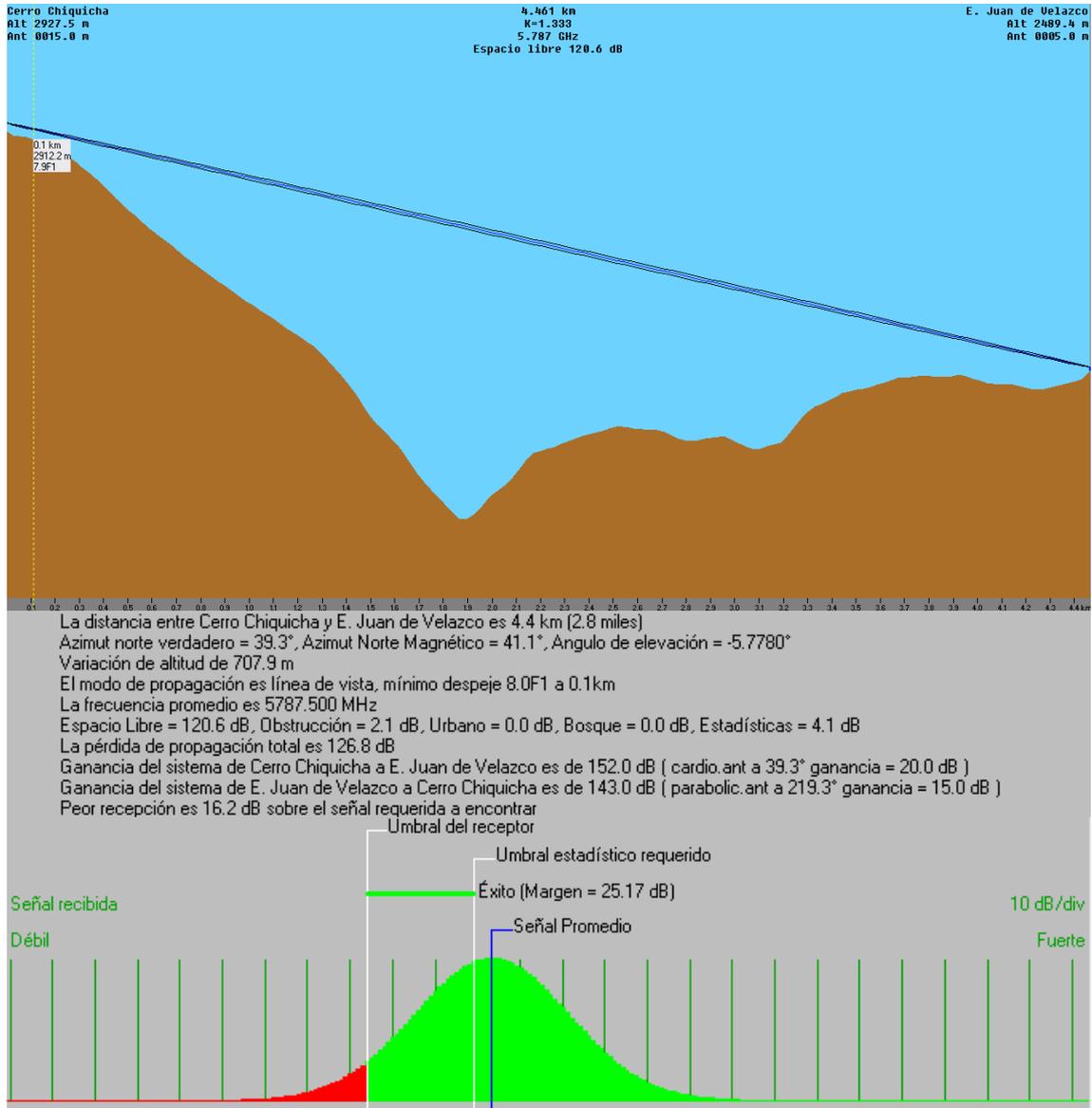


Figura 6. 58.Enlace Cerro Chiquicha - Escuela Juan de Velasco

Joseph Matías de Villalba

- CPE 2.4GHz (PTx=23dBm, Umbral_{Rx}= -92dBm, Altura=5m)
- Antena Directiva (Grilla) 15dBi

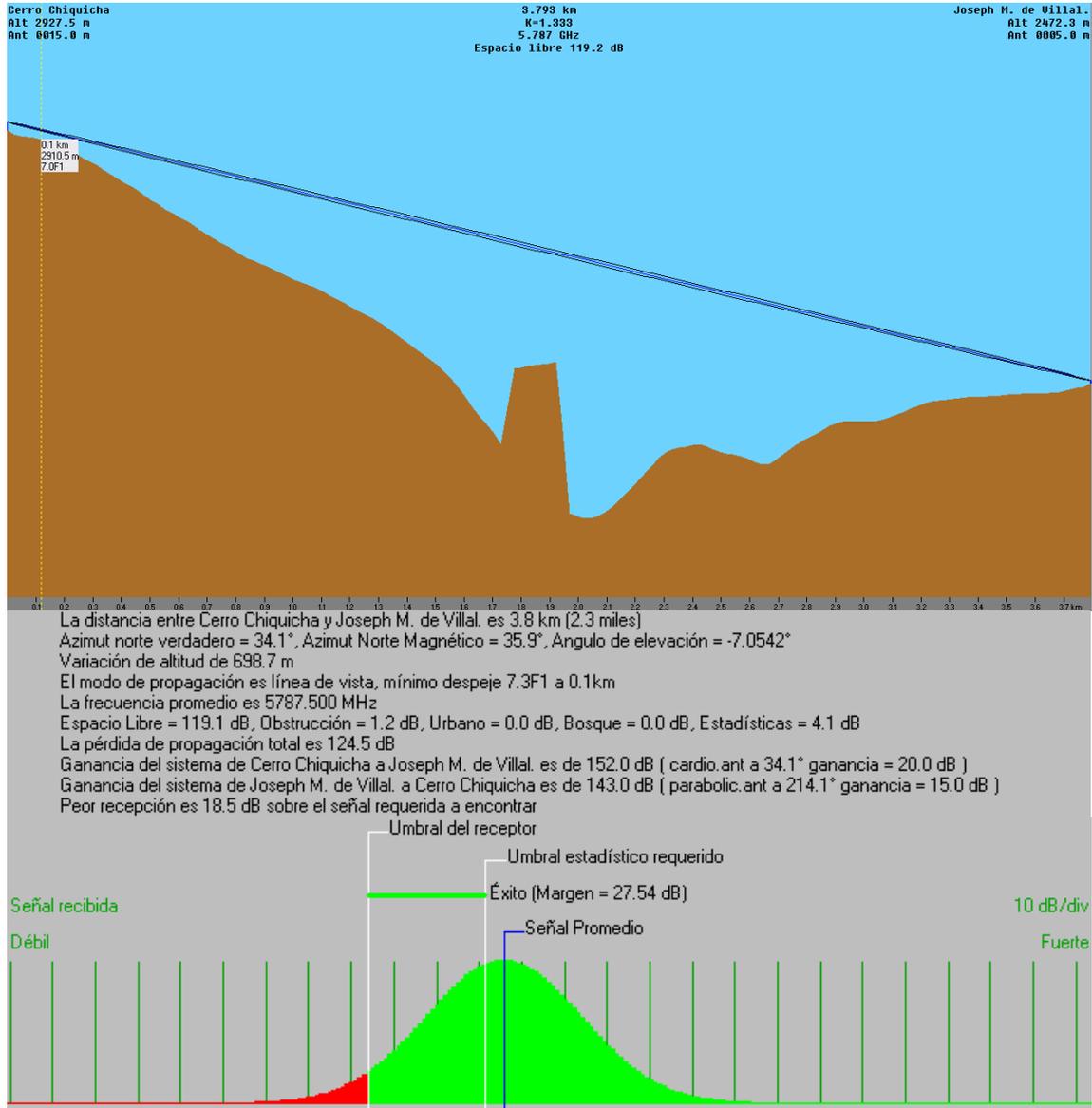


Figura 6. 59.Enlace Cerro Chiquicha - Joseph Matías de Villalba

Resultados del Sector Sur de la Red

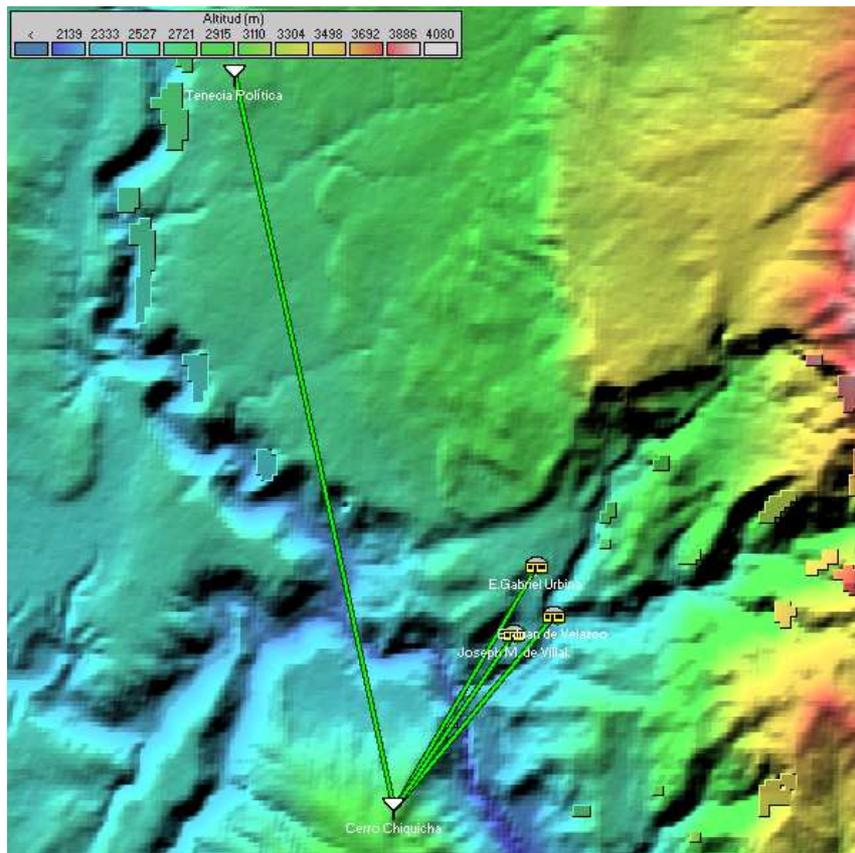


Figura 6. 60.Red Píllaro (Sector Sur)

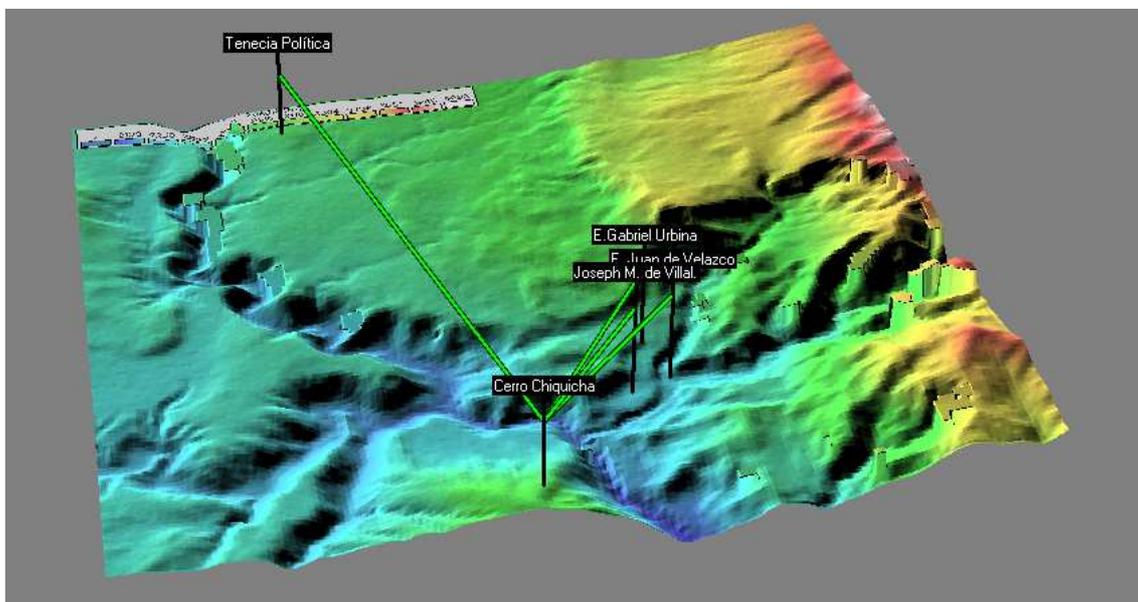


Figura 6. 61.Vista 3D Red Píllaro (Sector Sur)

Resultados Globales de la Red Píllaro

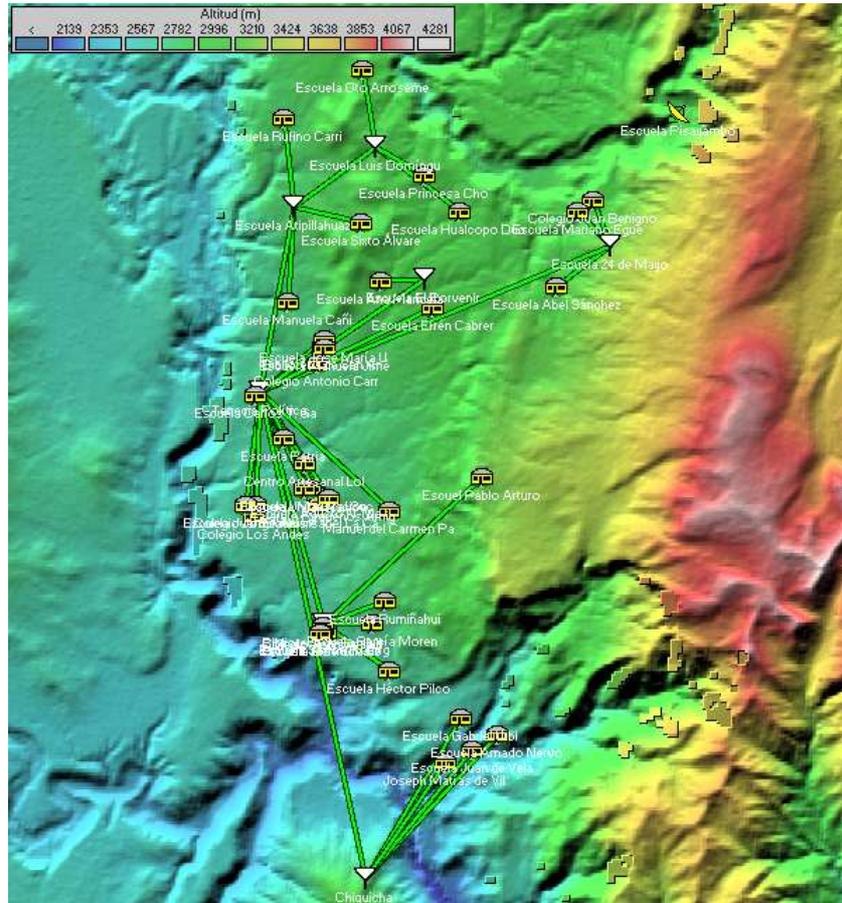


Figura 6. 62.Red Proyecto Píllaro Completa

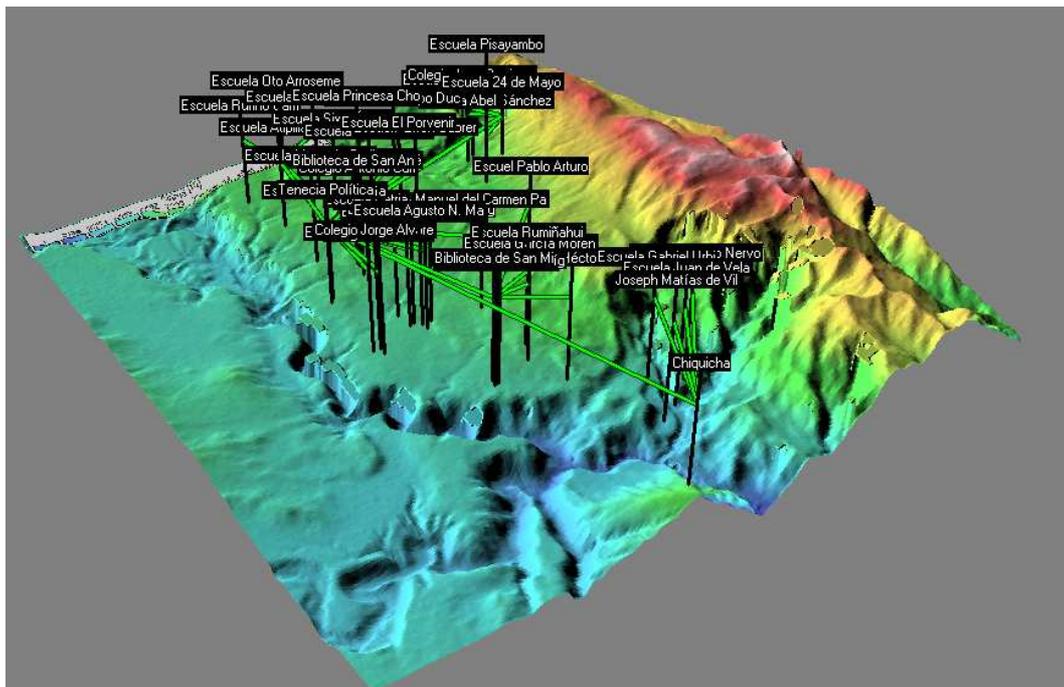


Figura 6. 63.Vista 3D Red Píllaro Completa

6.2.16. Escuela Pisayambo (Caso Especial)

Debido a la ubicación de la Escuela Pisayambo, es imposible acceder por medio de uno de los demás miembros de la red, dada esta complejidad, queda abierto el criterio que se tome para solucionar la comunicación con este punto.

Se planteó, como posible solución a la tecnología satelital, dicha solución queda para decisión de la empresa que implemente la red.

6.3. Direccionamiento IP de la Red

Para un adecuado direccionamiento de la red “Píllaro”, se la ha catalogado como clase “C”, máscara 24. A continuación se presenta una tabla completa con las direcciones IP de la red¹⁵, que servirán para la configuración y correcta comunicación de los equipos, luego de que los enlaces se hayan levantado correctamente.

Tabla 6. 2. Direccionamiento IP de la Red

Nombre	Descripción	Dirección IP
Red Tenencia Política 1	Dirección de Red	192.168.19.0
	Gateway	192.168.19.1
	Esc José María Urbina	192.168.19.3
	Esc. Efrén Cabrera	192.168.19.4
	Esc. El Porvenir	192.168.19.5
	Esc. Manuela Jimenez	192.168.19.6
	Col. Antonio Carrillo	192.168.19.7
	Bibl. San Andrés	192.168.19.8
	Esc. Carlos T.García	192.168.19.9
Rep. El Porvenir	Dirección de Red	192.168.21.0
	Gateway	192.168.21.1
	Esc. Ana Maricela Cobo	192.168.21.2
Red Tenencia Política 2	Dirección de Red	192.168.20.0
	Gateway	129.168.20.1
	C. Artesanal L. Gangotena	192.168.20.3
	Jard. Pequeños Amigos	192.168.20.4
	Esc. Mariscal Sucre	192.168.20.5
	Esc. Juan F. Montalvo	192.168.20.6
	Esc. Unión N. Periodistas	192.168.20.7
	Col. Los Andes	192.168.20.8
	Esc. Isabel la Católica	192.168.20.9
	Col. Jorge Alvarez	192.168.20.10
	Esc. Augusto N. Martínez	192.168.20.11

¹⁵ Ver Anexo 3, Gráfico de Direccionamiento IP de la Red

Nombre	Descripción	Dirección IP
	Manuel del Carmen P.	192.168.20.12
Rep. Lola Gangotena	Dirección de Red	192.168.22.0
	Gateway	192.168.22.1
	Esc. Patria	192.168.22.2
Red Tenencia-24 Mayo	Dirección de Red	192.168.23.0
	Gateway	192.168.23.1
	Escuela 24 de Mayo	192.168.23.3
Rep. 24 de Mayo	Dirección de Red	192.168.24.0
	Gateway	192.168.24.1
	Esc. Mariano Eguez	192.168.24.2
	Col. Juan B. Vela	192.168.24.3
	Esc. Abel Sánchez	192.168.24.4
Red Tenencia - B. San Miguelito	Dirección de Red	192.168.25.0
	Gateway	192.168.25.1
	Bibl. San Miguelito	192.168.25.3
Rep. Bibl. San Miguelito	Dirección de Red	192.168.26.0
	Gateway	192.268.26.1
	Esc. José Elías Vasco	192.268.26.2
	Esc. Gertrudiz Esparza	192.268.26.3
	Col. Téc. 12 de Noviembre	192.268.26.4
	Esc. Héctor Pilco	192.268.26.5
	Esc. García Moreno	192.268.26.6
	Esc. Rumiñahui	192.268.26.7
	Esc. Simón Rodríguez	192.268.26.8
	Esc. Pablo A. Suárez	192.268.26.9
	Red Tenencia - Cerro Chiquicha	Dirección de Red
Gateway		192.168.27.1
Cerro Chiquicha		192.168.27.3
Rep. Cerro Chiquicha	Dirección de Red	192.168.28.0
	Gateway	192.168.28.1
	Esc. Joseph Matías Villalba	192.168.28.2
	Esc. Gabriel Urbina	192.168.28.3
	Esc. Juan de Velasco	192.168.28.4
	Esc. Amado Nervo	192.168.28.5
Red Tenencia - Esc. Atipillahuazo	Dirección de Red	192.168.29.0
	Gateway	192.168.29.1
	Esc. Atipillahuazo	192.168.29.3
Rep. Atipillahuazo	Dirección de Red	192.168.30.0
	Gateway	192.168.30.1
	Esc. Rufino Carrillo	192.168.30.3
	Esc. Sixto Alvarez	192.168.30.4
	Esc. Manuel Cañizares	192.168.30.5
	Esc. Luis Dominguez	192.168.30.6
Rep. Luis Domínguez	Dirección de Red	192.168.31.0
	Gateway	192.168.31.1
	Esc. Hualcopo Duchicela	192.168.31.2
	Esc. Otto Arrosemena	192.168.31.3
	Esc. Princesa Choasanguil	192.168.31.4

6.4. Segmento del Espectro Radioeléctrico a utilizar

La red será implementada en base a radios que trabajan en las bandas no licenciadas ISM de 5,8GHz y 2,4GHz. Los enlaces “Backbone” Punto-Punto, se implementarán con tecnología WiFi en la banda de 5.8GHz, mientras que las redes Punto-Multipunto se implementarán con tecnología WiFi en la banda de 2.4GHz.

6.5. Plan de Frecuencias de la Red Diseñada

Dentro del diseño es necesario tomar en cuenta la canalización de los puntos de acceso a la red, ya que se debe garantizar que no exista ninguna interferencia entre los diferentes equipos que se instalarán.

Los canales que no producen interferencia en la banda de 2.4GHz son los canales 1, 6 y 11, mientras que en la banda de 5.8GHz son los canales 149,153, 157, 161, en base a lo expresado en el capítulo 2. A continuación se presenta una ilustración de la canalización de la red

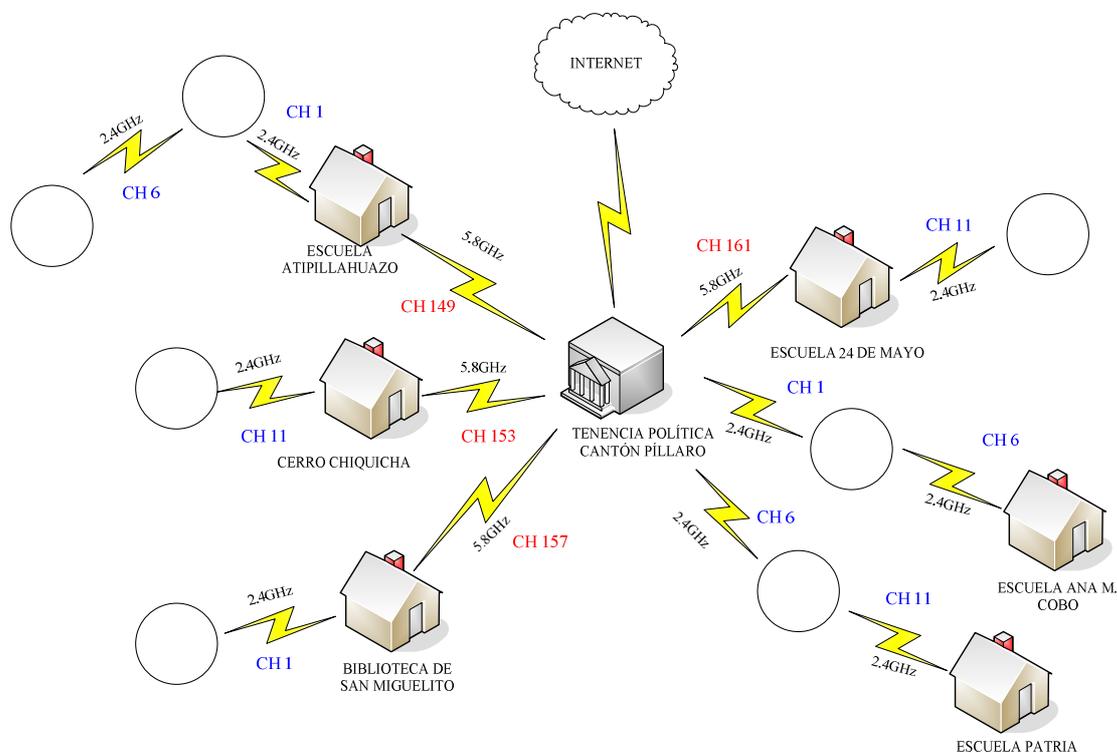


Figura 6. 64. Plan de Frecuencias de la Red

6.6. Infraestructura existente de Operadoras en las Zonas de Influencia

Se corroboró la presencia de varias operadoras, con infraestructura en el Cerro “Chiquicha” o “Nitón”, el cual es parte fundamental del diseño de la red, luego de obtener la información del levantamiento realizado por la Dirección General de Gestión del Espectro Radio Eléctrico, SENATEL (Secretaría Nacional de Telecomunicaciones) en el año 2008.

Existen 24 torres de telecomunicaciones, y las principales operadoras son:

- Telconet
- Porta (Conecel)
- Impsat (Globalcrossing)
- Globalcom
- Tvcable
- Hidro-Agoyán
- Policía Nacional
- Cámara de Comercio del Tungurahua
- Operadores Varios (Sistemas de Radio Privados)

6.7. Equipamiento de Telecomunicaciones para la Red

Ver Anexo 2, resumen de equipamiento de la red.

Cabe mencionar que en el caso de las torres y los mástiles propuestos en la tabla, estos podrían variar según considere quien implemente la red, con el aval previo de una visita a los sitios.

Se deben añadir a los equipos anteriormente propuestos, los debidos “*Switches*” o “*Bridges*”, que servirán para interconectar equipos en las entidades en las que existan más de uno de ellos (Repetidoras).

Entidad Beneficiaria	Switch de 8 Puertos
Tenencia Política	1
Escuela Atipillahuazo	1
Escuela Luis Domínguez	1
Escuela El Porvenir	1
Escuela 24 de Mayo	1
Centro Artesanal Lola Gangotena	1
Biblioteca de San Miguelito	1
Cerro Chiquicha	1
Switches Necesarios	8

6.8. Equipos para redes LAN

Adicionalmente a los equipos mencionados en la tabla anterior necesitan equipos para conformar las redes internas LAN de cada entidad, esto se logrará con la ayuda de equipos “Router” inalámbricos que se instalarán en cada escuela o entidad beneficiaria, para que las computadoras se conecten a dicho “Router” se instalarán tarjetas de red inalámbricas en cada máquina.

Esta solución permitirá una instalación, configuración y administración más sencilla, de las redes internas de cada entidad beneficiaria.

Tabla 6. 3. Tarjetas de Red Inalámbricas Requeridas

Número de PC's Escuelas y Bibliotecas		
Existentes	Adicionales por Adquirir	Total
240	123	363
Número de PC's Tenencia Política		
Existentes	Adicionales por Adquirir	Total
5	3	8
Tarjetas de Red Necesarias		371

Tabla 6. 4. Enrutadores Inalámbricos Requeridos

Número de Entidades Beneficiadas	46
Número de “Routers” Inalámbricos Necesarios	46

6.9.Requerimientos de Equipos

Se recomiendan equipos de características similares a las indicadas a continuación:

Para los Ruteadores Inalámbricos Internos

- Deben proporcionar hasta 54Mbps de velocidad de transferencia de datos
- Deben ser compatible con dispositivos que operen en 802.11b/g
- Switch de 4 puertos para incorporar a red dispositivos cableados (Ethernet)
- Deben soportar VPN Passthrough
- Deben soportar encriptación WPA (TKIP) y WPA2 (AES)
- Asistente de configuración amigable http o web.
- Smart QoS (Calidad de Servicio Inteligente).
- Deben Soportar DHCP.

Para los enlaces de 5GHz y 2.4GHz

- El radio debe de cumplir el estándar IEEE 802.11a/b/g
- El tipo de modulación debe de ser OFDM
- La banda de frecuencia debe ser 5.3/5.4/5.8/2.4GHz, con 11 canales no coincidentes.
- La Potencia máxima de transmisión debe ser de 1 W (30dBm)
- La sensibilidad de los equipos debe estar de -91dBm a -76dBm.
- Los equipos deben de tener DPS (*Dynamic Frequency Selection*).
- Las velocidades de transmisión de datos deben ser hasta 54 Mbps.
- Deben tener conector para antena externa.
- El Rango de distancias efectivas del enlace debe ser de hasta 15Km.
- Los equipos deben tener capacidad de administración vía inalámbrica, Ethernet, y debe ser basado en Web (http, https). Usando autenticación de usuario y contraseña.
- Los enlaces deben ser gestionables vía SNMP.
- Los equipos deben tener parámetros de seguridad basadas en encriptación de

paquetes WPA-PSK (AES, *Advanced Encryption Standard*).

- Deben Soportar VPN
- Los equipos deben tener capacidad de soportar protocolos de ruteo: dinámico y estático.
- La interfase hacia la red del cliente debe ser 10/100 Base T
- Los equipos deben soportar condiciones climáticas extremas: 90% de humedad, -40°C a +55°C.

Para los enlaces Satelitales

Se recomienda estaciones VSAT con un enlace de 128Kbps de recepción y 64Kbps de transmisión, suficientes para recibir Internet en estas escuelas, y tener la plataforma lista para soportar llamadas telefónicas usando el protocolo IP y las otras aplicaciones que cumplan con los objetivos planteados.

A continuación se detallan las características que deben de tener estas estaciones VSAT:

- El sistema satelital debe de operar en banda KU.
- Los equipos VSAT deben ser totalmente digital IP.
- Deben ser tecnología de estándar abierto tipo DVB-RCS e interoperable con otras marcas de equipos que siguen el mismo estándar, certificado por organismos internacionales.
- La interfase con la red IP debe ser Ethernet.
- Los equipos deben soportar condiciones climáticas extremas: IDU 90% de humedad, 0°C a +45°C. ODU 100% de humedad, -35°C a +55°C.
- La disponibilidad total del sistema satelital debe ser 99.95%.
- El sistema satelital debe permitir simultáneamente configuraciones con los siguientes anchos de banda (bajada/subida):
 - 128/64Kbps
 - 256/64Kbps
 - 256/128Kbps
 - 512/128Kbps
- El sistema satelital debe permitir topología estrella.

- El sistema debe tener la capacidad de crear VPN.
- El sistema debe tener la capacidad de crear VLAN.
- La plataforma satelital debe permitir el uso de aplicaciones a nivel de usuario, como correo electrónico, transferencia de archivos y Proxy de navegación.
- El sistema debe poder asignar direcciones IP de manera estática.
- El sistema debe permitir direccionamiento IP público y privado.
- El sistema debe ser capaz de soportar protocolos de ruteo dinámico y estático.
- El sistema debe poder asignar prioridades de tráfico IP

6.10. Equipos Adicionales

FODETEL decidió entregar adicionalmente, un proyector, una impresora y una pizarra electrónica a cada una de las entidades beneficiarias, a excepción de las dos bibliotecas y el jardín de infantes.

CAPÍTULO VII

ANÁLISIS DE COSTOS

En este capítulo se analizan los costos de implementación del diseño propuesto, ya que previamente se estableció el presupuesto máximo para el proyecto Píllaro; por parte del FODETEL.

7.1. Presupuesto y Costo Referencial

El presupuesto máximo establecido por FODETEL para el proyecto asciende a 360.000 dólares y considera el costo de implementación de una red inalámbrica, la dotación de equipos para la conectividad, computadoras, impresoras, servidor y sistemas de respaldo de energía.

Para la ejecución del presente proyecto la SENATEL a través de la Dirección de Gestión del FODETEL asegura los recursos para cubrir los componentes de acuerdo a los términos del presente proyecto. La Tenencia Política de Píllaro junto con los beneficiarios, creará mecanismos para dar sostenibilidad y sustentabilidad al proyecto.

Es necesario mencionar, que el costo de la conectividad (INTERNET), será nulo para FODETEL, debido a un convenio con la empresa ANDINATEL, quien proveerá el servicio.

Una vez dejado de lado el costo de conectividad, es necesario plantear los costos de equipamiento, infraestructura e instalación. Para obtener dicho costo referencial fue solicitada una cotización, a la empresa CARREINTEL, la cual implementó un proyecto de similares características en la provincia de Chimborazo, dicha cotización se encuentra en el apartado de Anexos.

Tabla 7. 1. Costo Referencial del Proyecto Píllaro

	Item	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Equipamiento Adicional	Pizarra Electrónica de 60"	42	\$1.488,00	\$62.496,00
	Proyector	42	\$930,00	\$39.060,00
	Computador	123	\$367,71	\$45.228,33
	Impresora Láser	42	\$99,68	\$4.186,56
Equipamiento para Redes LAN	Tarjetas de Red Inalámbricas PCI	371	\$103,39	\$38.356,65
	Ruteador Inalámbrico	46	\$124,06	\$5.706,87
Infraestructura de Telecomunicaciones 5,8GHz	AP/CPE 5,8GHz Tranzeo TR-5Plus-Nf	8	\$838,75	\$6.709,96
	Antena Direccional Grilla 27dBi 5,8GHz	8	\$139,10	\$1.112,83
Infraestructura de Telecomunicaciones 2,4GHz	AP 2,4GHZ Tranzeo TR-600-Nf	10	\$706,87	\$7.068,66
	CPE 2,4GHZ Tranzeo TR-SL2-Nf	41	\$453,60	\$18.597,60
	Antena Sectorial 17dbi 90 Grados 2,4GHz	5	\$362,88	\$1.814,40
	Antena Sectorial 17dbi 120 Grados 2,4GHz	2	\$383,04	\$766,08
	Antena Sectorial 20dbi 90 Grados 2,4GHz	1	\$836,64	\$836,64
	Antena Direccional Grilla 15dBi 2,4GHz	43	\$100,80	\$4.334,40
Infraestructura	Torre Tipo RHON 25G 15m	9	\$1.993,60	\$17.942,40
	Torre Tipo RHON 25G 9m	2	\$1.196,16	\$2.392,32
	Mástil 5mts	35	\$303,72	\$10.630,26
Instalaciones de Ingeniería	Instalación de Equipos de Radio	59	\$340,80	\$20.107,48
	Instalación de Torres	11	\$1.120,00	\$12.320,00
	Instalación de Mástiles	35	\$612,80	\$21.447,89
	Configuración y Pruebas	59	\$120,00	\$7.079,81
	Ingeniería de Detalle	1	\$2.400,00	\$2.400,00
Instalaciones de Red Interna	Instalación y Configuración de PC's y Tarjetas de Red	371	\$32,00	\$11.871,41
	Configuración Router Inalámbrico y Pruebas de LAN	46	\$96,00	\$4.415,78
Conectividad	Switch 8 Puertos	8	\$70,40	\$563,23
LINUX Server	Equipo e Instalación	1	\$1.440,00	\$1.440,00

	Item	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
	Configuración de Proxy Cache con SQUID	1	\$240,00	\$240,00
	Configuración de Firewall Avanzado con IP Tables	1	\$320,00	\$320,00
Infraestructura Satelital	Estación VSAT	1	\$1.500,00	\$1.500,00
Otros Gastos	Sistema de Respaldo de Energía	8	\$2.450,00	\$19.600,00
	Mejoras en Red Eléctrica	46	\$120,00	\$5.520,00
Costo Total				\$376.065,55

Cabe mencionar que la cotización presentada por CARREINTEL es de carácter referencial puesto que los valores tienen un incremento de al rededor del 20% de su valor real; esto debido a que mientras no sea una cotización para acreditación del proyecto, ninguna empresa entrega sus costos reales.

Es por este motivo que el valor de \$376.065,55 se considera válido y se espera que en el momento de la implementación se reduzca considerablemente.

7.2. Sostenibilidad

La duración del proyecto es de 5 años, para lo cual es necesario plantear un método de sostenibilidad para que luego de que este período, el proyecto sea autosustentable y la manutención del mismo sea posible.

Se propone el uso de los centros de cómputo de las entidades beneficiarias como Telecentros, una vez que el período de clases haya culminado, de esta forma se promoverá el uso de Internet por parte de toda la comunidad con un costo accesible para sus miembros. Además se aprovechará el servicio en mayor cantidad de horas.

Existen otros métodos que podrían ser implementados por la comunidad para autosustentar el proyecto, como el aporte fijo mensual de las entidades beneficiarias, o el cobro mensual en planillas de luz o agua de pequeñas cantidades a todo el cantón.

El método que se emplee para proveer de sostenibilidad para el proyecto queda completamente abierto para decisión de la comunidad del cantón Píllaro y sus autoridades, puesto que una vez culminados los 5 años el proyecto entero será de propiedad de la misma.

7.3. Nota Final

El presente proyecto, fue entregado a FODETEL en el formato solicitado, parte técnica y económica, en el mes de noviembre del 2008, y fue aprobado por parte del CONATEL, por lo que la partida presupuestaria fue certificada mediante memorando No. DGAF-2008-864 del 21 de noviembre del 2008, para la implementación del mismo.

A la fecha de entrega de este proyecto de tesis, la implementación se encuentra en su primera etapa, la entrega de computadoras, impresoras, proyectores y pizarras electrónicas (ver Anexo 7), se ha establecido un plazo de 6 a 9 meses para que se implemente la conectividad y el servicio de Internet para todas las entidades beneficiarias del proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Entender la relación de la tecnología con la comunidad es de vital importancia para lograr proyectos exitosos y maximizar el aprovechamiento de las herramientas tecnológicas, logrando los mayores beneficios para la población objetivo.
- La escasa infraestructura, los altos costos, la falta de capacitación en el uso y apropiación de la tecnología, hacen que la brecha digital se profundice en los países en vías de desarrollo y que un porcentaje importante de la población se aisle de la sociedad del conocimiento, como es el caso de nuestro país Ecuador.
- La introducción de las TIC permite a una comunidad hacerse visible, dando a conocer su vida cotidiana, sus esfuerzos, proyectos y necesidades. Además, posibilita el acceso a la información y al conocimiento.
- Conocer los elementos de un enlace y su aporte a todo el presupuesto, en términos de ganancias o pérdidas, es crucial para implementar una red inalámbrica que funcione en forma confiable. Los cinco temas más importantes que se deben tomar en cuenta son:
 1. Tener un buen presupuesto de enlace es un requerimiento básico para el buen funcionamiento del mismo.
 2. Un presupuesto de enlace de una red inalámbrica es la cuenta de todas las ganancias y pérdidas desde el radio transmisor hacia el receptor.
 3. Las pérdidas más grandes del enlace se producen en la propagación en espacio libre debido a la atenuación geométrica de la señal.
 4. EIRP o PIRE es un valor que especifica la máxima potencia que está transmitiendo al espacio.
 5. La sensibilidad del receptor es un parámetro que indica el valor mínimo de potencia que se necesita para alcanzar una cierta tasa de bit.

- La tecnología más apropiada para implementar la Conectividad en la Cantón Píllaro, es WiFi con un grupo de enlaces radiales OFDM en la banda de 5Ghz y 2.4GHz y un enlace satelital VSAT para la escuela más remota alejada de la cobertura radial.
- La probabilidad de interferencia en la banda de 5GHz es menor a las de 2.4GHz, sin embargo es necesario realizar el análisis costo-beneficio de implementar los enlaces en la banda de 5GHz, puesto que el equipamiento para esta tiene un valor más elevado.
- Un software de diseño de redes, como Radio Mobile, es de gran ayuda a la hora de planificar y simular las mismas, las prestaciones de este programa permiten tener una aproximación a la realidad muy eficaz y confiable.

Recomendaciones

- Se recomienda el uso de las frecuencias 5Ghz y 2.4GHz para los enlaces radiales por su baja difusión en el mercado ecuatoriano rural, y por su característica de bandas “ISM”, especificada por el CONATEL en resolución 417-15-CONATEL-2005.
- Los equipos CPE tienen capacidad de transmisión de datos de hasta 54Mbps, no se recomienda limitar este ancho de banda, pero si administrar en los AP, de tal manera que se pueda brindar un servicio de calidad y seguridad para cada escuela. Este control se recomienda hacerlo usando Switch Capa 4 mediante los métodos de QoS y ACL en IP.
- Se recomienda el uso de AP (Ruteadores Inalámbricos) internos para la conectividad en cada escuela, de tal manera que se optimice el uso de cableado de red, dando así mayor facilidad a las instalaciones internas.

-
- Un punto crítico de las redes inalámbricas radica en la seguridad de estas, son ciertamente vulnerables, por lo que es recomendable la encriptación para los enlaces, usando WEP, WPA, WPA2.
 - Se recomienda el uso de estaciones VSAT para las escuelas sin cobertura; en banda KU, por su bajo costo y gran difusión de equipos, actualmente en el mercado existen MODEM Satelitales con capacidad de control de ganancia y potencia para superar problemas atmosféricos; ofreciendo 99,95 % de *UpTime*.
 - Se recomienda solicitar a la empresa que implemente el proyecto, que provea de una solución de monitoreo de la red, para administrar y poder manejar el tráfico de la misma.
 - Se recomienda la capacitación a los encargados de cada una de las entidades beneficiarias, para garantizar el uso adecuado de las instalaciones así como del servicio prestado.

ANEXOS

A1 ESTUDIO DE CAMPO (FOTOGRAFÍAS)

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FOTOGRAFÍAS
Escuela Mariano Egüez	San José de Poaló	78°28'47,1"O	1°6'11,3"S	
Colegio Juan Benigno Vela	San José de Poaló	78°28'33,6"O	1°6'1,3"S	
Escuela Abel Sánchez	San José de Poaló	78°29'4,5"O	1°7'15,1"S	
Escuela 24 de Mayo	San José de Poaló	78°28'18,7"O	1°6'41,4"S	
Escuela Pisayambo	San José de Poaló	78°27'20,2"O	1°4'46"S	
Escuela José Elías Vasco	San Miguelito	78°32'26,1"O	1°12'14,5"S	
Escuela Gertrudiz Esparza	San Miguelito	78°32'25"O	1°12'13,8"S	
Colegio Técnico 12 de Noviembre	San Miguelito	78°32'24,1"O	1°12'7,6"S	
Escuela Héctor Pilco	San Miguelito	78°31'27,8"O	1°12'46,2"S	

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FOTOGRAFÍAS
Escuela García Moreno	San Miguelito	78°31'42,1"O	1°12'5,1"S	
Escuela Rumiñahui	San Miguelito	78°31'30,5"O	1°11'46,3"S	
Escuela Simón Rodríguez	San Miguelito	78°32'20,8"O	1°12'13"S	
Escuela Unión Nacional de Periodistas	La Matriz	78°32'39,1"O	1°10'9,2"S	
Jardín Pequeños Amigos	La Matriz	78°32'19,3"O	1°10'17,3"S	
Escuela Mariscal Sucre	La Matriz	78°32'33,9"O	1°10'9,2"S	
Escuela Juan Francisco Montalvo	Ciudad Nueva	78°33'29,1"O	1°10'24,3"S	
Centro Artesanal Lola Gangotena	Barrio Callate	78°32'39,1"O	1°9'47,3"S	

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FOTOGRAFÍAS
Colegio Los Andes	Ciudad Nueva	78°33'22,7"O	1°10'33"S	
Escuela Isabel La Católica	La Matriz	78°32'27,5"O	1°10'23,2"S	
Escuela Amado Nervo	Baquerizo Moreno	78°29'54,7"O	1°13'41"S	
Manuel del Carmen Pachano	Marcos Espinel	78°31'27,8"O	1°10'28,8"S	
Escuela Manuela Jiménez	San Andrés	78°32'22,4"O	1°8'8,5"S	
Escuela José María Urbina	San Andrés	78°32'23"O	1°8'0,7"S	
Escuela Manuela Cañizáres	San Pedro	78°32'54,1"O	1°7'29,1"S	
Escuela Atipillahuazo	Huapante Chico	78°32'49"O	1°6'7,8"S	
Escuela Sixto Álvarez	Yatchil	78°31'51,2"O	1°6'20,4"S	
Escuela Hualcopo Duchicela	Andahualo San Izidro	78°30'27,9"O	1°6'10,5"S	
Escuela Rufino Carrillo	Huapante Grande	78°32'57"O	1°4'51,1"S	
Escuela Oto Arrosemena	San Juan cardosanto	78°31'49,9"O	1°4'8,8"S	
Escuela Luis Domínguez	Chaupiloma	78°31'39,3"O	1°5'15,8"S	
Escuela Princesa Choasanguil	Andahualo San Luis	78°30'57,1"O	1°5'39,3"S	

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FOTOGRAFÍAS
Escuela Ana Maricela Cobo	San José del Baratillo	78°31'34,2"O	1°7'11"S	
Escuela Efrén Cabrera	Santa Rita	78°30'49,7"O	1°7'33,2"S	
Escuela El Porvenir	El Porvenir	78°30'57"O	1°7'10"S	
Colegio Antonio Carrillo	La Dolorosa	78°32'28,7"O	1°8'22,1"S	
Escuela Patria	Chagrapamba	78°32'57,2"O	1°9'26,3"S	
Escuela Carlos T. García	Urbina	78°33'18,6"O	1°8'46,9"S	
Escuela Gabriel Urbina	Centro	78°30'26,5"O	1°13'26,5"S	
Biblioteca de San Andrés		78°32'23,8"O	1°8'6,8"S	
Biblioteca de San Miguelito		78°32'23,1"O	1°12'6,5"S	
Colegio Jorge Alvarez	Ciudad Nueva	78°33'21,5"O	1°10'24,3"S	

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FOTOGRAFÍAS
Escuela Juan de Velazco	Barrio Prazuela	78°30'16,9"O	1°13'55"S	 A photograph of a group of children and adults posing in front of a wall with a mural that reads "ESCUELA 'JUAN DE VELAZCO'".
Joseph Matías de Villalva	Cuzatahua	78°30'39,5"O	1°14'5,3"S	
Escuela Pablo Arturo Suárez	Taqcinteo	78°30'7,9"O	1°9'59,3"S	 A photograph of a green sign for "ESCUELA PABLO ARTURO SUÁREZ" in Tasinteo, with text from the Provincial Council of Tungurahua.
Tenencia Política	Urbina	78°33'17,9"O	1°8'46,5"S	 A photograph of a woman standing in a hallway with a red door, with a sign above the door that says "TENENCIA POLÍTICA".
Escuela Augusto N. Martínez	La Matriz	78°32'28,1"O	1°10'14,9"S	 A photograph of a stone wall with the text "ESCUELA AUGUSTO N MARTINEZ" engraved on it.

A2 RESUMEN DE EQUIPAMIENTO

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	AP 5.8GHz	CPE 5.8GHz	AP 2.4GHz	CPE 2.4GHz	Antena Direccional 27dBi (5.8 GHz)	Antena Direccional 15dBi (2.4 GHz)	Antena Sectorial 17dBi (90°, 2.4 GHz)	Antena Sectorial 17dBi (120°, 2.4GHz)	Antena Sectorial 20dBi (90°, 2.4 GHz)	Estación VSAT	Torre 15m	Torre 10m	Mástil 5m
Escuela Mariano Eguez				1		1							1
Colegio Juan Benigno Vela				1		1							1
Escuela Abel Sánchez				1		1							1
Escuela 24 de Mayo		1	1		1		1				1		
Escuela Pisayambo										1			
Escuela José Elías Vasco				1		1							1
Escuela Gertrudiz Esparza				1		1							1
Colegio Técnico 12 de Noviembre				1		1							1
Escuela Héctor Pilco				1		1							1
Escuela García Moreno				1		1							1
Escuela Rumiñahui				1		1					1		

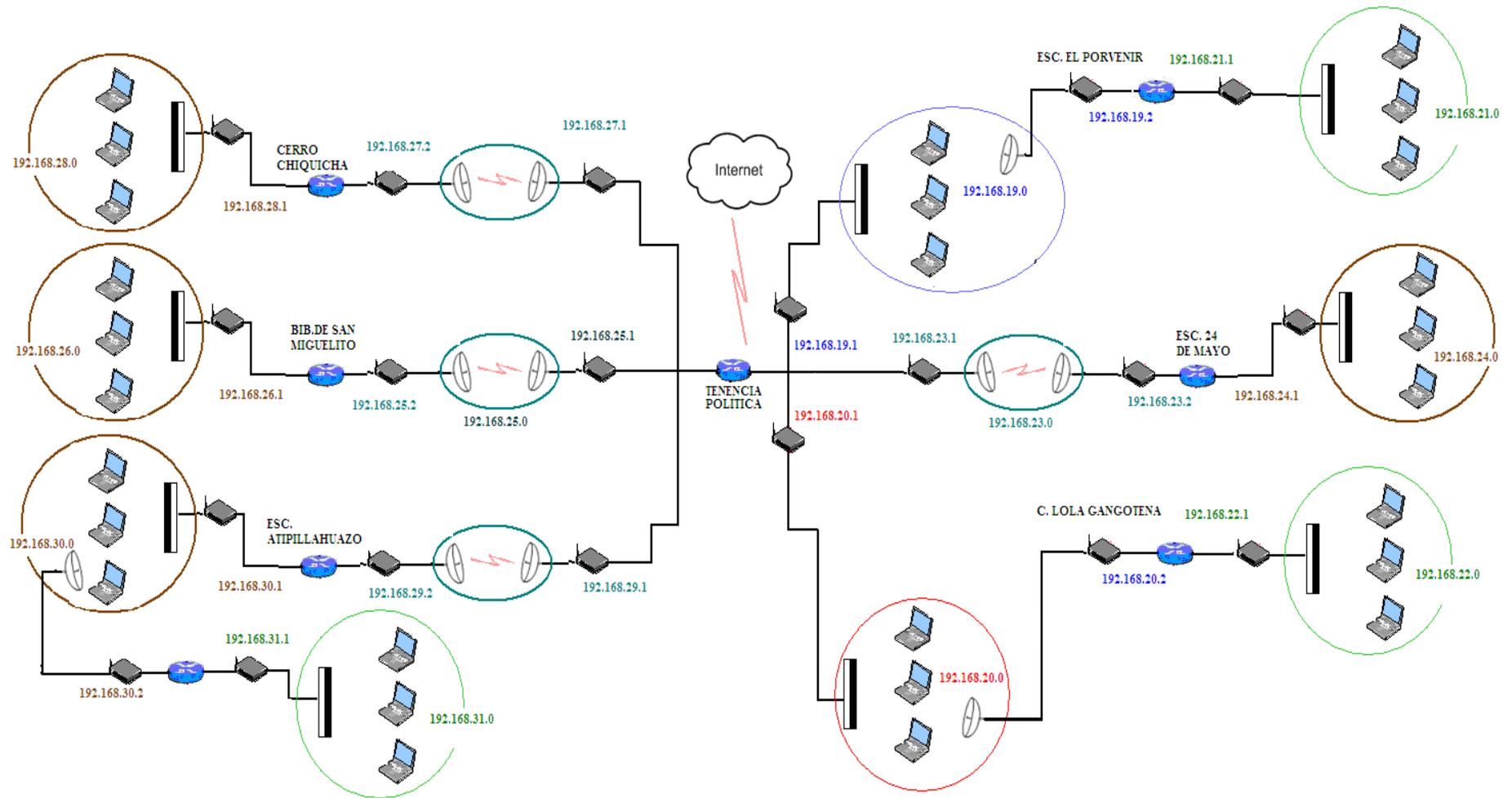
ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	AP 5.8GHz	CPE 5.8GHz	AP 2.4GHz	CPE 2.4GHz	Antena Direccional 27dBi (5.8 GHz)	Antena Direccional 15dBi (2.4 GHz)	Antena Sectorial 17dBi (90°, 2.4 GHz)	Antena Sectorial 17dBi (120°, 2.4GHz)	Antena Sectorial 20dBi (90°, 2.4 GHz)	Estación VSAT	Torre 15m	Torre 10m	Mástil 5m
Escuela Simón Rodríguez				1		1							1
Escuela Unión Nacional de Periodistas				1		1							1
Jardín Pequeños Amigos				1		1							1
Escuela Mariscal Sucre				1		1							1
Escuela Juan Francisco Montalvo				1		1							1
Centro Artesanal Lola Gangotena			1	1		2							1
Colegio Los Andes				1		1							1
Escuela Isabel La Católica				1		1							1
Escuela Amado Nervo				1		1							1
Manuel del Carmen Pachano				1		1							1
Escuela Manuela Jiménez				1		1							1

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	AP 5.8GHz	CPE 5.8GHz	AP 2.4GHz	CPE 2.4GHz	Antena Direccional 27dBi (5.8 GHz)	Antena Direccional 15dBi (2.4 GHz)	Antena Sectorial 17dBi (90°, 2.4 GHz)	Antena Sectorial 17dBi (120°, 2.4GHz)	Antena Sectorial 20dBi (90°, 2.4 GHz)	Estación VSAT	Torre 15m	Torre 10m	Mástil 5m
Escuela José María Urbina				1		1						1	
Escuela Manuela Cañizáres				1		1							1
Escuela Atipillahuazo		1	2		1		2				1		
Escuela Sixto Álvarez				1		1							1
Escuela Hualcopo Duchicela				1		1							1
Escuela Rufino Carrillo				1		1							1
Escuela Otto Arrosemena				1		1						1	
Escuela Luis Domínguez			1	1		1		1			1		
Escuela Princesa Choasanguil				1		1							1
Escuela Ana Maricela Cobo				1		1					1		
Escuela Efrén Cabrera				1		1							1

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	AP 5.8GHz	CPE 5.8GHz	AP 2.4GHz	CPE 2.4GHz	Antena Direccional 27dBi (5.8 GHz)	Antena Direccional 15dBi (2.4 GHz)	Antena Sectorial 17dBi (90°, 2.4 GHz)	Antena Sectorial 17dBi (120°, 2.4GHz)	Antena Sectorial 20dBi (90°, 2.4 GHz)	Estación VSAT	Torre 15m	Torre 10m	Mástil 5m
Escuela El Porvenir			1	1		2					1		
Colegio Antonio Carrillo				1		1							1
Escuela Patria				1		1							1
Escuela Carlos T. García				1		1							1
Escuela Gabriel Urbina				1		1							1
Biblioteca de San Andrés				1		1							1
Biblioteca de San Miguelito		1	1		1			1			1		
Colegio Jorge Alvarez				1		1							1
Escuela Juan de Velazco				1		1							1
Joseph Matías de Villalva				1		1							1
Escuela Pablo Arturo Suárez				1		1							1

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	AP 5.8GHz	CPE 5.8GHz	AP 2.4GHz	CPE 2.4GHz	Antena Direccional 27dBi (5.8 GHz)	Antena Direccional 15dBi (2.4 GHz)	Antena Sectorial 17dBi (90°, 2.4 GHz)	Antena Sectorial 17dBi (120°, 2.4GHz)	Antena Sectorial 20dBi (90°, 2.4 GHz)	Estación VSAT	Torre 15m	Torre 10m	Mástil 5m
Tenecia Política	4		2		4		1		1		1		
Escuela Agosto N. Martínez				1		1							1
Cerro Chiquicha		1	1		1		1				1		
Total	4	4	10	41	8	43	5	2	1	1	9	2	35

A3 GRÁFICO DIRECCIONAMIENTO IP



A4 COTIZACIÓN “CARREINTEL”



COT-08-00169

R.U.C.: 1792021634001

Quito, 20 de Octubre de 2008

pág 1/3
No.- COT-08-00169

PARA: Señores
FODETEL
 Att.
Eduardo Andrade
 Telf: (593)-2-
 Fax: (593)-2-
 e-mail: EAndrade@conatel.gov.ec; michel7878@gmail.com
 Ciudad.-

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNID.	UNIT. USD	TOTAL USD
INFRAESTRUCTURA INALAMBRICA					
INFRAESTRUCTURA 5.8GHz					
1	TR-5plus Series. Marca: Tranzeo. Modelo: TR-5plus-Nf. Descripción: Outdoor wireless router, 5170 to 5805 MHz AP/PtP/CPE with N connector for external antenna, 23dBm output. Incluye: Outdoor unit, power adapter, PoE injector, montaje 2.5".	8	u.	\$ 745,88	\$ 5.967,00
2	Directional grid antenna, 27dBi gain. Marca: Hyperlink Technologies. Modelo: HG5827G. Descripción: Antena direccional de grilla 27dBi, 5725-58050GHz. Incluye: Antena, montaje para torre de 2.5", conector N hembra.	8	u.	\$ 124,20	\$ 993,60
INFRAESTRUCTURA 2.4GHz					
1	TR-6000 Series. Marca: Tranzeo. Modelo: TR-6600-Nf. Descripción: Outdoor wireless router, 2401 to 2483,5 MHz AP/PtP/CPE with N connector for external antenna, 26dBm output. Incluye: Outdoor unit, power adapter, PoE injector, montaje 2.5".	10	u.	\$ 631,13	\$ 6.311,25
2	TR-SL Series. Marca: Tranzeo. Modelo: TR-SL2-Nf. Descripción: Outdoor wireless router, 2401 to 2483,5 MHz AP/PtP/CPE with N connector for external antenna, 23dBm output. Incluye: Outdoor unit, power adapter, PoE injector, montaje 2.5".	41	u.	\$ 405,00	\$ 16.605,00
3	Sector Antenna, 2,4-2,5GHz, 90 Degree, 17dBi. Marca: Hyperlink Technologies. Modelo: HG2417P-090. Descripción: Antena para estación base, 90 grados, 17dBi ganancia en el rango 2,4 - 2,5 GHz ISM/UNII. Incluye: Antena, montaje para torre de 2.5", conector N hembra.	5	u.	\$ 324,00	\$ 1.620,00
4	Sector Antenna, 2,4-2,5GHz, 120 Degree, 17dBi. Marca: Hyperlink Technologies. Modelo: HG2417P-120. Descripción: Antena para estación base, 90 grados, 17dBi ganancia en el rango 2,4 - 2,5 GHz ISM/UNII. Incluye: Antena, montaje para torre de 2.5", conector N hembra.	2	u.	\$ 342,00	\$ 684,00
5	Sector Antenna, 2,4-2,5GHz, 90 Degree, 20dBi. Marca: Hyperlink Technologies. Modelo: HG2417P-120. Descripción: Antena para estación base, 90 grados, 17dBi ganancia en el rango 2,4 - 2,5 GHz ISM/UNII. Incluye: Antena, montaje para torre de 2.5", conector N hembra.	1	u.	\$ 747,00	\$ 747,00
6	Directional grid antenna, 15dBi gain. Marca: Hyperlink Technologies. Modelo: HG2415G. Descripción: Antena direccional de grilla 15dBi, 2400-2500MHz. Incluye: Antena, montaje para torre de 2.5", conector N hembra.	43	u.	\$ 90,00	\$ 3.870,00

Jesus Maria Yépez N16-36 y Solano

Telf: 6010-340 / 099808-370

Fax: 6010-340



COT-08-00169

R.U.C.: 1792021634001

pág 2/3

Quito, 20 de Octubre de 2008

No.- COT-08-00169

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNID.	UNIT. USD	TOTAL USD
INFRAESTRUCTURA INALAMBRICA					
INFRAESTRUCTURA					
1	Torre tipo RHON 25G de 15mts de altura, con vientos. Marca: No aplica. Modelo: Tipo RHON 25G. Descripción: 5 tramos de torre triangular de 3mts, en tubo redondo de 30x20mm, para piernas de torre y varilla de 10mm para el reticulado, cable tensor de acero 3x16, galvanizado en caliente, pintura anticorrosiva blanco-naranja. Incluye: Torre, anclaje, cimentación, malla de tierra.	9	u.	\$ 1.780,00	\$ 16.020,00
2	Torre tipo RHON 25G de 9mts de altura, con vientos. Marca: No aplica. Modelo: Tipo RHON 25G. Descripción: 3 tramos de torre triangular de 3mts, en tubo redondo de 30x20mm, para piernas de torre y varilla de 10mm para el reticulado, cable tensor de acero 3x16, galvanizado en caliente, pintura anticorrosiva blanco-naranja. Incluye: Torre, anclaje, cimentación, malla de tierra.	2	u.	\$ 1.068,00	\$ 2.136,00
3	Mástil 5mts de altura, con vientos. Marca: No aplica. Modelo: Tipo anclaje piso. Descripción: 1 1/2 tramos de mástil tubular de 3mts, en tubo redondo de 30x20mm, cable tensor de acero 3x16, galvanizado en caliente, pintura anticorrosiva blanco-naranja. Incluye: Mástil, anclaje, cimentación, malla de tierra.	35	u.	\$ 271,18	\$ 9.491,18
INSTALACIONES INGENIERÍA					
1	Instalación equipos de radio. Descripción: Instalación de mástil, puesta a tierra mástil y equipo, instalación de radio, cableado interior, canaleta decorativa. Incluye: Mano de obra, movilización, alimentación.	59	u.	\$ 304,29	\$ 17.952,86
2	Instalación de torres. Descripción: Instalación infraestructura, mallas de tierra, pozos de revisión. Incluye: Mano de obra, movilización, alimentación.	11	u.	\$ 1.000,00	\$ 11.000,00
3	Instalación mástiles. Descripción: Instalación infraestructura, mallas de tierra, pozos de revisión. Incluye: Mano de obra, movilización, alimentación.	35	u.	\$ 457,14	\$ 16.000,00
4	Configuración y pruebas. Descripción: Configuración, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. Incluye: Configuración enlaces backbone, radio cliente.	59	u.	\$ 107,14	\$ 6.321,43
5	Ingeniería de detalle. Marca: No aplica. Descripción: Ingeniería de detalle, diagramas de configuración, tablas de configuración, niveles en campo, diagramas de cables de interconexión, configuración de cables, cálculos de confiabilidad, cobertura, niveles de emisiones RNI. Incluye: Se entregará un documento con toda la información indicada a la finalización de los trabajos.	1	u.	\$ 2.142,86	\$ 2.142,86
EQUIPAMIENTO RED LAN INTERNA					
1	Wireless router indoor. Marca: Linksys. Modelo: WRT54G. Descripción: Indoor wireless router, 2401 to 2483,5 MHz AP-NAT-Firewall Incluye: Unit, power adapter.	46	u.	\$ 110,77	\$ 5.095,38
2	Wireless PCI adapter card, Marca: 3Com. Modelo: 3CRDAG675B. Descripción: PCI wireless card 11a/b/g. Incluye: PCI card, dipole antenna.	371	u.	\$ 92,31	\$ 34.246,15



COT-08-00169

R.U.C.: 1792021634001

Quito, 20 de Octubre de 2008

pág 3/3
No.- COT-08-00169

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNID.	UNIT. USD	TOTAL USD
INFRAESTRUCTURA INALAMBRICA					
INSTALACIONES RED INTERNA					
1	Instalación tarjetas PCI. Descripción: Instalación de PCI en desktop. Incluye: Mano de obra.	371	u.	\$ 28,57	\$ 10.600,00
2	Configuración router inalámbrico y pruebas red interna. Descripción: Configuración, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. Incluye: Configuración router inalámbrico y PCI card.	46	u.	\$ 85,71	\$ 3.942,86
CONECTIVIDAD					
1	Switches. Marca: 3Com. Modelo: 3CFSU08. Descripción: Switch capa 2, 8 puertos 10/100 Incluye: Unit, power cord, CD package.	8	u.	\$ 62,86	\$ 502,86
LINUX SERVER					
1	Equipo e Instalación. Incluye: Equipo Core2Duo e instalación de sistema CentOS Linux 5.0. Actualización de parches y paquetes preinstalados. Configuración de seguridades preliminares. Configuración de programa de automantenimiento y backup de archivos de configuración.	1	u.	\$ 1.285,71	\$ 1.285,71
2	Servicios. <u>Configuración de Proxy Caché con SQUID.</u> Configuración de acceso a navegación por usuario. Negación de sitios prohibidos: sexo, drogas, música, etc. Configuración de anchos de banda por grupos de trabajo y limitación de descargas de archivos. Configuración de caché transparente.	1	u.	\$ 214,29	\$ 214,29
	<u>Configuración de Firewall Avanzado con IPTABLES.</u> Políticas de uso de servicios por grupos de trabajo o usuarios. Protección y filtrado de paquetes al servidor LINUX. NAT especificado por puertos. Redireccionamientos de puertos a servidores internos. Configuración de programa de automantenimiento y backup de archivos de configuración.	1	u.	\$ 285,71	\$ 285,71
SUBTOTAL					\$ 174.035,14
12% I.V.A.					\$ 20.884,22
TOTAL					\$ 194.919,36

NOTA:**CONDICIONES GENERALES:**

Forma de pago: 60% anticipo - 40% contra-entrega.
 Tiempo de entrega: 4 a 6 semanas previa orden de compra y entrega del anticipo.
 Tiempo de instalación: 60 días laborables.
 Validez de la oferta: 15 días.
 Garantía: 1 año limitada por el fabricante.
 1 año en mano de obra libre de errores.

Este total incluye I.V.A.

A5 HOJAS TÉCNICAS



TR-6000f Series

All-in-One Advanced AP/PtP/CPE Model

Tranzeo is pleased to announce our TR-6000f Series 2.4 GHz products. These integrated fully functioning radios can be configured as an **Access Point**, a **Point to Point** bridge, or a **Client Adapter (CPE)**.

Overall Features:

Dual Ethernet Ports

This allows you to daisy-chain radios at your installation sites (depending on power requirements). Great for installing peripheral Power over Ethernet devices like weather monitoring or security cameras.

More Robust Routing Features

Tunneling Protocol Support

Includes support for tunneling protocols such as VPN, PPTP, RSA, etc.

Low Power Requirements

Excellent for solar and other alternative power source installations. TR-6000f Series radios require only 7 Watts.

Access Point Features:

Wireless Distribution System (WDS)

WDS allows Access Points to be wirelessly connected to each other while also servicing clients.

Back Panel



Wi-Fi Protected Access (WPA)

WPA improves on the security features of WEP. It includes improved data encryption and user authentication.

WPA and WEP LEDs

Outside LEDs allow you to easily see if WEP or WPA is activated on your Access Point.

Client Adapter (CPE) Features:

Alignment LEDs

Now you can align your client and point to point installations without having to log into the radio. Get visual signal strength at a glance by using this great feature.

Controllable High Gain Output

Radios have +23dBm maximum output, depending on model. Great for long distance client applications. Power can be scaled back for closer installations to avoid noise issues and to meet local regulatory requirements.

Not all channels approved for use in all areas.





TR-6000f Series Specifications

Features					
Standard		802.11b/g*			
Frequency Range		2401 MHz to 2483.5 MHz			
Radio Mode		Access Point / Point to Point / Customer Premise Equipment			
Data Range & Modulation		B-mode	5.5/11 Mbps CCK, 2 Mbps DQPSK, 1 Mbps DBPSK		
		G-mode	48/54 Mbps QAM-64, 24/36 Mbps QAM-16, 12/18 Mbps QPSK, 6/9 Mbps BPSK		
Communication Method		Half-Duplex			
Receiver Sensitivity		B-mode	-85dBm @ 11 Mbps, -90dBm @ 1 Mbps		
		G-mode	-72dBm @ 54 Mbps, -89dBm @ 6 Mbps		
Polarization		Horizontal or Vertical			
Output Power					
TR-6000f / TR-6015f / TR-6019f		+23dBm max			
Antennas					
Model	Type	Wind Load (N)		Beamwidth	
		100 mph	125 mph	Horizontal	Vertical
TR-6000f	N-Connector	105	165	N/A	N/A
TR-6015f	15dBi Panel (internal)	105	165	20°	33°
TR-6019f	19dBi Panel (internal)	182	285	15°	16°
Management					
Remote Configuration		Based on IP Address			
Device Management		Windows Utility, Web-Based Management, SNMP (MIB-II and 80211 mib compliant)			
Protocol Supported		TCP/IP			
Security		40 bits and 128 bits WEP encryption, Media Access Control address filter (MAC), WPA			
Ethernet Connector		10/100 base T (Water Tight RJ-45)			
Operating Temperature		-65°C to +60°C			
Warranty		3 Year Depot**			
Dimensions					
TR-6000f / TR-6015f		13" X 10-1/8" (radio only)			
TR-6019f		16" X 14-1/4" (radio only)			
Power Supply					
Standard		AC Wall Plug Input: 120V 60Hz Output: 18V, 1000mA			
Optional		AC Wall Plug Input: 120V 60Hz Output: 24V, 1000mA			

Specifications are subject to change without notice.

Subject to local regulations.

*G-mode available only in radio product built after January 10, 2007.

**3 Year warranties only apply to radio product built after December 1, 2006.



TR-5plus Series

All-in-One Advanced AP/PtP/CPE Model

Tranzeo is pleased to announce our all new TR-5plus Series 5.3/5.4/5.8 GHz* products. These are integrated fully functioning radios. That means these units can be configured as an **Access Point**, a **Point to Point** bridge, or a **Client Adapter (CPE)**.

Overall Features:

Controllable High Gain Output

All radios have +23dBm of output. Power can be scaled back for closer installations to avoid noise issues and to meet local regulatory requirements.

Dual Ethernet Ports

This allows you to daisy-chain radios at your installation sites (depending on power requirements). Perfect for back to back point to point scenarios. Also great for installing peripheral Power over Ethernet devices like weather monitoring or security cameras.

More Robust Routing Features

Tunneling Protocol Support

Includes support for tunneling protocols such as VPN, PPTP, RSA, etc.

Low Power Requirements

Excellent for solar and other alternative power source installations. TR-5plus Series requires only 7 Watts.

All New Access Point Features:

Wireless Distribution System (WDS)

WDS allows Access Points to be wirelessly connected to each other while also servicing clients.

Back Panel



Wi-Fi Protected Access (WPA)

WPA improves on the security features of WEP. It includes improved data encryption (AES) and user authentication.

WPA and WEP LEDs

Outside LEDs allow you to easily see if WEP or WPA is activated on your Access Point.

All New Client Adapter (CPE) Features:

Alignment LEDs

Now you can align your client and point to point installations without having to log into the radio. Get visual signal strength at a glance by using this great new feature.



*Not all channels approved for use in all areas.

19473 Fraser Way, Pitt Meadows, BC, Canada V3Y 2V4
T: 604.460.6002 • F: 604.460.6005 • Toll Free: 1.866.872.6936 • Website: www.tranzeo.com
© Tranzeo Wireless Technologies. All rights reserved. E & OE.

TR0060



TR-5plus Series Specifications

Features					
Standard		802.11a			
Frequency Range		5170 MHz to 5805 MHz			
Radio Mode		Access Point / Point to Point / Customer Premise Equipment			
Communication Method		Half-Duplex			
Transmit Power		+23dBm			
Receiver Sensitivity		-76dBm @ 54Mbps			
Polarization		Horizontal or Vertical			
Antennas					
Model	Type	Wind Load (N)		Beamwidth	
		100 mph	125 mph	Horizontal	Vertical
TR-5plus-Nf	N-Connector	105	165	N/A	N/A
TR-5plus-24f	24dBi Panel (internal)	182	285	8.7°	7.7°
TR-5plus-26f	26dBi Grid (external)	149	232	6°	6°
TR-5plus-29f	29dBi Dish & Radome (external)	350	547	6°	6°
TR-5plus-32f	32dBi Dish & Radome (external)	787	1230	4°	4°
TR-5plus-V15f	15dBi Vertical Sector (external)	52	82	5°	120°
TR-5plus-V17f	17dBi Vertical Sector (external)	52	81	5°	60°
TR-5plus-H16f	16dBi Horizontal Sector (external)	105	164	90°	6°
Management					
Remote Configuration		Based on IP Address			
Device Management		Windows Utility, Web-Based Management, SNMP (MIB-II and 80211 mib compliant)			
Protocol Supported		TCP/IP			
Security		40 bits and 128 bits WEP encryption, Media Access Control address filter (MAC), WPA			
Ethernet Connector		10/100 base T (Water Tight RJ-45)			
Operating Temperature		-65°C to +60°C			
Warranty		1 Year Depot			
Dimensions					
TR-5plus-24f		16" X 14-1/4" (radio only)			
TR-5plus-Nf / TR-5plus-26f / TR-5plus-29f / TR-5plus-32f / TR-5plus-V17f / TR-5plus-V15f / TR-5plus-H16f		13" X 10-1/8" (radio only)			
Power Supply					
Standard		AC Wall Plug Input: 120V 60Hz Output: 18V, 1000mA			
Optional		AC Wall Plug Input: 120V 60Hz Output: 24V, 1000mA			

Specifications are subject to change without notice.
Subject to local regulations.



www.teletronics.com

Introducing Teletronics' TT™ Series



TT™ 5800

High Power 802.11a Bridge

Item# 11-144i (AP Mode)
Item# 11-146i (Bridge Mode)
FCC ID: MFMIT5800

Features

- Ultra High 500mW Output power in OFDM modulation (w/optional M58 amp)
- Web & SNMP based Management EZManager
- Adjustable Transmit (TX) Power
- VLAN Transparent Support
- Intra-BSS Traffic Blocking (Layer 2 Isolation)
- Configurable ACK timeout for long distance
- Turbo-mode for high data rate (Optional)
- Ruggedized waterproof and all weather enclosure
- WDS available in AP Mode

Specifications

Standard Compliance:
IEEE 802.11a

Modulation:
OFDM w/BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM Modulation

Frequency Band:
5.725 - 5.850 GHz (US FCC)
5.15 - 5.825 (Available ONLY for OEM, Military & Export Version)

Data Rate:
54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, and 6Mbps

Output Power:
23 dBm (+/- 1.5dB) @ 6/9/12 /18/24 Mbps, 22 dBm @ 36 Mbps, 21 dBm @ 48 Mbps, 18 dBm @ 54 Mbps

Mounting:
For both wall and pole mount

Enclosure:
Silver Powder Coated Cast Aluminum

Fully Transparent Bridge:
Bridge Layer 2 in AP + WDS mode only, Bridge Layer 2.5 in SU mode

Connector:
N-Type Female

Receive Sensitivity:
-90 dBm ≤ 6 Mbps
-72 dBm ≤ 54 Mbps

RF Channels:
Total of 12 Non-Overlapping Ch. (5 Channels: 5.725 - 5.850 GHz)

Data Security:
WPA, WPA2 & 64/128 bit WEP Data Security, MAC Address Filter, Intra-BSS Traffic Blocking (Layer 2 Isolation)

Management:
Web and SNMP based Management EZManager

Ethernet Connection:
10/100 Base T
Auto MDI/MDX

DC Power Input:
Includes 48VDC Adapter & PoE Injector with surge protection IEEE 802.3af compliant

Operating Temperature:
-40 °C to +70 °C

Weight:
5.5 lbs



TT™ 2400

High Power 250mW 802.11b/g Bridge

Item# 11-152i (AP Mode)
Item# 11-153i (Bridge Mode)
FCC ID: MFMIT-2400

Features

- Web & SNMP based Management EZManager
- Adjustable Transmit (TX) Power
- VLAN Transparent Support
- Intra-BSS Traffic Blocking (Layer 2 Isolation)
- Configurable ACK timeout for long distance
- Turbo-mode for high data rate (Optional)
- Ruggedized waterproof and all weather enclosure
- WDS available in AP Mode

Receive Sensitivity:

IEEE 802.11g	IEEE 802.11b
54Mbps: ≤ -72dBm	11Mbps: ≤ -88dBm
48Mbps: ≤ -73dBm	5.5Mbps: ≤ -90dBm
36Mbps: ≤ -77dBm	2Mbps: ≤ -92dBm
24Mbps: ≤ -81dBm	1Mbps: ≤ -95dBm
18Mbps: ≤ -84dBm	
12Mbps: ≤ -86dBm	
9Mbps: ≤ -88dBm	
6Mbps: ≤ -89dBm	

Specifications

Standard Compliance:
IEEE 802.11b/g (54Mbps)

Modulation:
OFDM w/BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM Modulation

Frequency Band:
2.4GHz IEEE 802.11b/g ISM Band

Data Rate:
54, 48, 36, 24, 18, 12, 11, 9, 6, 5.5, and 1 Mbps

Output Power:
IEEE 802.11b: 23dBm (+/- 1.5dB) @ 1/2/5.5/11Mbps, IEEE 802.11g: 20dBm (+/- 1.5dB) @ 54 Mbps, 21dBm (+/- 1.5dB) @ 48 Mbps, 22dBm (+/- 1.5dB) @ 36 Mbps, 23dBm (+/- 1.5dB) @ 6 Mbps

Mounting:
For both wall and pole mount

Enclosure:
Silver Powder Coated Cast Aluminum

Connector:
N-Type Female

Management:
Web and SNMP based Management EZManager

Fully Transparent Bridge:
Bridge Layer 2 in AP + WDS mode only, Bridge Layer 2.5 in SU mode

RF Channels:
Total of 3 Non-Overlapping Channels

Data Security:
WPA, WPA2 & 64/128 bit WEP Data Security, MAC Address Filter, Intra-BSS Traffic Blocking (Layer 2 Isolation)

Ethernet Connection:
10/100 Base T
Auto MDI/MDX

DC Power Input:
Includes 48VDC Adapter & PoE Injector with surge protection IEEE 802.3af compliant

Operating Temperature:
-40 °C to +70 °C

Weight:
5.5 lbs



The sB3216 [airPoint™ Nexus TOTAL 551] is a Near Line of Sight (NrlOS), COFDM wireless IP infrastructure solution for deploying large and scalable Radio Access Networks. The sB3216 is built upon the award winning Nexus platform. It operates in the license free UNII 5.x GHz bands and supports both Point-to-Point (PtP) and Point-to-Multipoint (PtMP) wireless broadband applications (Please refer to sB3215 for 2.4 GHz operation). Advanced RF interference mitigation, resistance to multi-path delays, and advanced Layer 3 networking features of sB3216 help realize affordable and reliable wireless broadband communication.

In Point-to-Point (PtP) mode sB3216 can provide as much as 25 Mbps of TCP/IP data throughput and range of up to 40 km. The Bandwidth Management, Voice, Data traffic prioritization, QoS, Multicast capability ensures reliable delivery of Voice over IP (VoIP), high definition video and prioritized data traffic, all "converged" over the radio access network.

smartBridges has enhanced the widely available, state-of-the-art COFDM wireless technology to carrier grade robustness. The sB3216 performance can be further enhanced with the smartBridges proprietary technology extensions to derive superior performance. The sB3216 can be customized for specific projects to provide variable channel width, licensed frequency support, noise immunity and data traffic turbo booster.

Application Scenario



airPoint Nexus TOTAL 551 [sB3216V] Technical Specifications

smartBridges
to the future ...

RADIO PARAMETERS	
Radio Frequency Bands*	License Exempt UNLI: 5.150 - 5.250, 5.260 - 5.350, 5.470 - 5.725, 5.725 - 5.875 GHz, Licensed band operation from 4.8 to 5.9 GHz bands*
Typical Transmit Output Power with internal antenna (dBm)	+36 to +18 @ 6 Mbps, +33 to +18 @ 36 Mbps, +31 to +18 @ 54 Mbps
Typical Receive sensitivity with internal antenna (dBm)	-105 @ 6 Mbps, -96 @ 36 Mbps, -83 @ 54 Mbps. Self-adapting, depending on the radio modulation
Typical Transmit Output Power at the external N connector (dBm)	+22 to +4 @ 6 Mbps, +19 to +4 @ 36 Mbps, +17 to +4 @ 54 Mbps
Typical Receive sensitivity at the external N Connector (dBm)	-91 @ 6 Mbps, -82 @ 36 Mbps, -69 @ 54 Mbps
RF Interference Mitigation	Self-adapting, depending on the radio modulation
RF Channels	TPO/DIFS (IEEE 802.11d/h), Tight Spectral Mask, Carrier sensing receive signal threshold control (Squelch Control), <i>Proprietary Advanced Noise Immunity</i> ²
Wireless Modulations	24 non-overlapping channels, 20 MHz channel width, 5/10 or 40 MHz channel width and customized channel plan for up to x non-overlapping channels
Media Access Control (MAC) Method	COFDM with BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM Modulation
Data Rates	Self-adapting modulation to maintain optimal link performance under different environmental conditions
Wireless Error Correction	HCF (Hybrid Controlled Channel Access, Enhanced Distributed Channel Access), DCF (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, RTS/CTS) 109 ³ , 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6, Mbps
Wireless System Gain	FEC, ARQ
	Varies with self adapting radio modulation mode, frequency and channel width selection.
OPERATIONAL PARAMETERS	
Standards Compliance	IEEE 802.11a, d, h, i, <i>Proprietary sB Enhanced Mode</i> ¹
Recommended Max Link Distance	For Point to Point Backhaul links (FCC 5.8 GHz EIRP limit 48dBm): 40 km using external 31 dBi Antenna on Both Radios 3 km using integrated Antenna on both Radios For Point to Multi-Point Links (FCC 5.8 GHz EIRP limit 36dBm): 5 km using external 17 dBi AP Antenna and 25 dBi CPE Antenna 4 km using integrated Antenna and 17 dBi integrated CPE Antenna For Point to Multi-Point and Point-to-Point Links (ETSI 5.8 GHz EIRP limit 23 dBm): 2 km using external 17 dBi AP Antenna and 21 dBi CPE Antenna 1.5 km using 14 dBi integrated Antenna on both Radios
Typical Useful Throughput**	Up to 25 Mbps TCP/IP in Point-to-Point mode and 20 Mbps TCP/IP in Point-to-Multipoint mode Up to 30 Mbps UDP in Point-to-Point mode and 25 Mbps UDP in Point-to-Multipoint mode Up to 10 Mbps Multicast in Point-to-Point mode and 8 Mbps Multicast in Point-to-Multipoint mode
Data Throughput Turbo Booster	<i>Throughput booster in Point-to-Point mode</i> ³
Packet Processing Capacity (PPS)	Data : TBD, VOIP: TBD and Video : TBD
Maximum Packet Size	1532 bytes
Clients Supported	Up to 128 clients per radio, <i>Multiple VSSID</i> ³
NETWORKING FEATURES	
Operating Modes	Fully transparent Bridge and RIPv2 Router modes
Network Redundancy	Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1d)
External RADIUS Support	Authentication and Bandwidth Control
Layer 3 Routing	RIPv2
Network Support	DHCP Client, Relay and Client, NTP Client, PPPoE Relay Agent, VLAN and MPLS pass through
Bandwidth Management (SLA)	MAC or IP based bandwidth management for upstream and downstream rates on wireless interface
Traffic Prioritization (QoS)	IEEE 802.11e for voice, video and data traffic gives multimedia traffic capability, <i>Layer 3 QoS priority queues</i> ³
SECURITY FEATURES	
Data Security	IEEE 802.11i (WEP 64/128, WPA/WPA2/802.1x/EAP, EAP-FAST, PEAP-MSCHAP, EAP-TLS), 128 bit AES (U.S. Govt. FIPS 197) compatible (Hardware Accelerated) on wireless interface
Client Privacy	Block client to client communication for ensuring privacy
Wireless Network Access Control	MAC Authentication - internal ACL and RADIUS, PPPoE Relay Agent
VLAN Support	IEEE802.1Q, Management VLAN and VLAN Pass through, <i>User VLAN and VLAN split, 2 IPs for VLAN communication</i> ³
MANAGEMENT FEATURES	
Device Management Interface	Web and SNMP based remote management
Remote Network Management	SNMP v2 support, <i>Network Management System</i> ³
Device Management Utilities	Link test, Remote wireless firmware upgrade, Link Budget calculator, Device Discovery tool, Radio and Ethernet Traffic Statistics, Configurable Syslog reports and SNMP traps
Calendar Function	Time-of-day based service profiles for managing different SLA
High Availability System	Self-monitoring and auto-recovery. WatchGuard with Hardened Linux OS
PHYSICAL, ENVIRONMENTAL AND COMPLIANCE PARAMETERS	
Network Connection	Dual IEEE 802.3 compliant 10/100 Base T with Auto MDI/MDX, electrical surge protected.
Integrated Antenna	14 dBi 80°/15° antenna
External Antenna Connection	One N (Female) Bulkhead Connector (50 Ohm)
PoE Adaptor (Included) (sB2843)	Built-in lightning surge protection. Remote radio hardware reset capability. Input: 100V to 240V AC, 47-63 Hz; Output: 48V DC, 0.67A, 32 Watts
Power Consumption	±48V, 200mA (9.6W), with Power over Ethernet (PoE) Injector
LED Indicators	Ultra bright LEDs for outdoor viewing of RF and Ethernet activity
Device and Electronic Components	Purpose built for harsh environments: extended temperature range electronics, ESD and electrical overstress protection
Radio Operating Environment	-49°F to +140°F (-45°C to +60°C), 5% to 95% non-condensing humidity; outdoor rated
Enclosure	Outdoor rated UV stabilized plastic (IP65)
Mounting Accessory (Included)	Complete swivel mounting kit for installation on wall or pole
Dimensions and Weight	Shipping: 12" x 12" x 6" (305 x 305 x 152 mm), approx. 7.28 lb (3.3 kg) Unit (without mounting accessory): 11.1" x 11.2" x 2.4" (280 x 285 x 60 mm), approx. 4.45 lb (2.1 kg)
Environmental and Waste Management Compliance	ROHS, WEEE, 100% Recyclable Biodegradable packaging
Certification	USA: FCC 47 CFR Part 15C, Section 15.247, 15.407 - FCC ID: PWG NEXUS1/2 ; Europe: ETSI 301 893, CE! Marked, WEEE compliant; Canada: RSS 139

¹ Feature Upgrade Option for special projects. Please consult the sales manager for more details.

² All channels may not be available in your regulatory domain

³ Expected Performance. Subject to RSSI and link conditions.

For detailed product information, visit

www.smartbridges.com/products/aPNT551_sB3216.asp

To contact us, visit

www.smartbridges.com/contact/

North America • South America • Europe • Russia • Middle East • Africa • South Asia • Asia Pacific

Copyright © 1999-2008 smartBridges.

All rights reserved. (Version 2.1)

The content herein is subject to change without further notice. smartBridges, airHaul, Nexus, airPoint, airClient and/or all other products and/or services referenced herein are either registered trademarks, trademarks or service marks of smartBridges Pte Ltd. All other names and/or may be the trademarks of their respective owners.



The sB3215 [airPoint™ Nexus TOTAL 241] is a Near Line of Sight (NrLOS), COFDM wireless IP infrastructure solution for deploying large and scalable Radio Access Networks. The sB3215 is built upon the award winning Nexus platform. It operates in the license free ISM 2.4 GHz band and supports both Point-to-Multipoint (PtMP) and Point-to-Point (PtP) wireless broadband applications (Please refer to sB3216 for 5.x GHz operation). Advanced RF interference mitigation, resistance to multi-path delays, and advanced Layer 3 networking features of sB3215 help realize affordable and reliable wireless broadband communication.

In Point-to-Multipoint (PtMP) mode sB3215 can provide as much as 20 Mbps of TCP/IP data throughput, range of up to 15 km and support of up to 128 client devices. The Bandwidth Management, Voice, Data traffic prioritization, QoS, Multicast capability ensures reliable delivery of Voice over IP (VoIP), high definition video and prioritized data traffic, all "converged" over the radio access network. In Point to Point mode sB3215 can support 25 Mbps of TCPIP data throughput, range of up to 40 km.

smartBridges has enhanced the widely available, state-of-the-art COFDM wireless technology to carrier grade robustness. The sB3215 performance can be further enhanced with the smartBridges proprietary technology extensions to derive superior performance. The sB3215 can be customized for specific projects to provide variable channel width, licensed frequency support, noise immunity and data traffic turbo booster.

Application Scenario



airPoint Nexus TOTAL 241 [sB3215V] Technical Specifications **smartBridges**
to the future ...

RADIO PARAMETERS	
Radio Frequency Bands*	License Exempt ISM: 2.400 - 2.485 GHz , <i>Licensed band operation from 2.3 to 2.5 GHz bands*</i>
Typical Transmit Output Power with internal antenna (dBm)	+36 to +16 @ 6 Mbps, +34 to +16 @ 36 Mbps, +32 to +16 @ 54/108 Mbps
Typical Receive sensitivity with internal antenna (dBm)	-103 @ 6 Mbps, -89 @ 54 Mbps. Self-adapting, depending on the radio modulation
Typical Transmit Output Power at the external N connector (dBm)	+24 to +4 @ 6 Mbps, +22 to +4 @ 36 Mbps, +20 to +4 @ 54 Mbps
Typical Receive sensitivity at the external N Connector (dBm)	-91 @ 6 Mbps, -82 @ 36 Mbps, -74 @ 54 Mbps. Self-adapting, depending on the radio modulation
RF Interference Mitigation	DFS (IEEE 802.11h), Tight Spectral Mask, Carrier sensing receive signal threshold control (Squelch Control), <i>Proprietary Advanced Noise Immunity*</i>
RF Channels	14 channels at 5 MHz spacing (3 non-overlapping), 20 MHz ch width, <i>5/10/40 MHz ch width and customized ch plan for up to 14 non-overlapping channels*</i>
Wireless Modulations	COFDM with BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM Modulation, DSSS with CCK, BPSK, QPSK Modulation. Self-adapting modulation to maintain optimal link performance under different environmental conditions
Media Access Control (MAC) Method	HCF (Hybrid Controlled Channel Access, Enhanced Distributed Channel Access), DCF (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, RTS/CTS)
Data Rates	108, 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6, 11, 5.5, 2 and 1 Mbps
Wireless Error Correction	FEC, ARQ
Wireless System Gain	Varies with self adapting radio modulation mode, frequency and channel width selection.
OPERATIONAL PARAMETERS	
Standards Compliance	IEEE 802.11b/g, 802.11d, 802.11i, <i>Proprietary dB Enhanced Mode*</i>
Recommended Max Link Distance	For Point to Multi-Point Links [FCC 2.4 GHz EIRP limit 36dBm]: 15 km using external 17dBi Sector Antenna at sB3215 and 24dBi Dish Parabolic Antenna at sB 3415 CPE 4 km using sB3215 integrated Antenna and 15dBi integrated Antenna at sB3415 For Point to Point Backhaul links [FCC 2.4 GHz EIRP limit 48 dBm]: 40 km using external 27 dBi Grid Parabolic Antenna on Both sB3215 Radios 5 km using integrated Antenna on both Radios For Point to Multi-Point and Point-to-Point Links [ETSI 2.4 GHz EIRP limit 20dBm]: 5 km using integrated Antenna on both Radios
Typical Useful Throughput**	Up to 25 Mbps TCP/IP in Point-to-Point mode and 20 Mbps TCP/IP in Point-to-Multi-Point mode Up to 30 Mbps UDP in Point-to-Point mode and 25 Mbps UDP in Point-to-Multi-Point mode Up to 10 Mbps Multicast in Point-to-Point mode and 8 Mbps Multicast in Point-to-Multi-Point mode
Data Throughput Turbo Booster	<i>Throughput booster in Point-to-Point mode</i>
Packet Processing Capacity (PPS)	Data : TBD, VOIP: TBD and Video : TBD
Maximum Packet Size	1532 bytes
Clients Supported	Up to 128 clients per radio, <i>Multiple VSSID*</i>
NETWORKING FEATURES	
Operating Modes	Fully transparent Bridge and RIPv2 Router modes
Network Redundancy	Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1d)
External RADIUS Support	Authentication and Bandwidth Control
Layer 3 Routing	RIPv2
Network Support	DHCP Client, Relay and Client, NTP Client, PPPoE Relay Agent, VLAN and MPLS pass through
Bandwidth Management (SLA)	MAC or IP based bandwidth management for upstream and downstream rates on wireless interface
Traffic Prioritization (QoS)	IEEE 802.11e for voice, video and data traffic gives multimedia traffic capability , <i>Layer 3 QoS priority queues*</i>
SECURITY FEATURES	
Data Security	IEEE 802.11i (WEP 64/128, WPA/WPA2/802.1x, EAP, EAP-FAST, PEAP-MSCHAP, EAP-TLS), 128 bit AES (U.S. Govt. FIPS 197) compatible (Hardware Accelerated) on wireless interface
Client Privacy	Block client to client communication for ensuring privacy
Wireless Network Access Control	MAC Authentication - internal ACL and RADIUS, PPPoE Relay Agent
VLAN Support	IEEE802.1Q, Management VLAN and VLAN Pass through, <i>User VLAN and VLAN split, 2 IPs for VLAN communication*</i>
MANAGEMENT FEATURES	
Device Management Interface	Web and SNMP based remote management
Remote Network Management	SNMP v2 support, <i>Network Management System*</i>
Device Management Utilities	Link test, Remote wireless firmware upgrade, Link Budget calculator, Radio and Ethernet Traffic Statistics, Configurable Syslog reports and SNMP traps
Calendar Function	Time-of-day based service profiles for managing different SLA
High Availability System	Self-monitoring and auto-recovery, WatchGuard with Hardened Linux OS
PHYSICAL, ENVIRONMENTAL AND COMPLIANCE PARAMETERS	
Network Connection	Dual IEEE 802.3 compliant 10/100 BaseT with Auto MDI/MDX, electrical surge protected.
Integrated Antenna	12 dBi 60°/35° antenna
External Antenna Connection	One N (Female) Bulkhead Connector (50 Ohm)
PoE Adaptor (Included) [sB2843]	Input: 100V to 240V AC, 47-63 Hz; Output: 48V DC, 0.87A, 32 Watts. Built-in lightning surge protection. Remote radio hardware reset capability.
Power Consumption	±48V, 200mA (9.6W), with Power over Ethernet (PoE) Injector
LED Indicators	Ultra bright LEDs for outdoor viewing of RF and Ethernet activity
Device and Electronic Components	Purpose built for harsh environments, extended temperature range electronics, ESD and electrical overstress protection
Radio Operating Environment	-49°F to +140°F (-45°C to +60°C) , 5% to 95% non-condensing humidity; outdoor rated
Enclosure	Outdoor rated UV stabilized plastic (IP65)
Mounting Accessory (Included)	Complete swivel mounting kit for installation on wall or pole
Dimensions and Weight	Shipping: 12" x 12" x 6" (305 x 305 x 152 mm), approx. 7.28 lb (3.3 kg); Unit (without mounting accessory): 11.1" x 11.2" x 2.4" (280 x 285 x 60 mm), approx. 4.45 lb (2.1 kg)
Environmental and Waste Management	ROHS, WEEE, 100% Recyclable Biodegradable packaging
Certification	USA: FCC 47 CFR Part 15C, Section 15.247, 15.407 - FCC ID: PWG NEXUS1/2, Europe: ETSI 301 863, CEI Marked, WEEE compliant Canada: RSS 139

* Feature Upgrade Option for special projects. Please consult the sales manager for more details.
 ** All channels may not be available in your regulatory domain
 * Expected Performance. Subject to RSSI and link conditions.

For detailed product information, visit
www.smartbridges.com/products/aPNT241_sB3215.asp

To contact us, visit
www.smartbridges.com/contact/

North America • South America • Europe • Russia • Middle East • Africa • South Asia • Asia Pacific

Copyright © 1999-2008 smartBridges.
 All rights reserved. (Version 2.1)
 The content herein is subject to change without further notice. smartBridges, airHaul, Nexus, airPoint, airClient and/or all other products and/or services referenced herein are either registered trademarks, trademarks or service marks of smartBridges Pte Ltd. All other names are or may be the trademarks of their respective owners.



Long Range Wireless Networks



AIRNET 54Mb Outdoor AP/Bridge

The AIRNET 54Mb Outdoor AP/Bridge series is a high-performance Access Point and Bridge designed for enterprises and outdoor users. It is compatible with IEEE 802.11a/b/g and supports high-speed data transmission up to 54Mb. Housed in a NEMA6/IP67 waterproof casing, AIRNET 54Mb Outdoor AP/Bridge series is designed to withstand any extreme climatic conditions, making it the ideal solution for outdoor applications.

The AIRNET 54Mb Outdoor AP/Bridge series has the ability to operate in 7 different modes and can be used in a wide variety of wireless applications like Point-to-Point, Point-to-Multipoint, Wireless ISP, Hot Spot and Mesh Network applications. The integrated WDS (Wireless Distribution System) feature creates a virtually larger wireless network infrastructure by linking up other access points.



Perfect for applications requiring high bandwidth at a fraction of the cost of T1/E1 leased-line, with the additional advantage of zero monthly recurring cost from the service carrier. Typical usages include bridging satellite offices, corporate LANs, school campus, as well as wireless Internet services, at distances up to 31 miles or 50 Km (without amplifier). The Airnet 54Mb Outdoor Bridge High Power also represents the perfect solution for bridging networks that are impossible to connect using wired alternatives, including networks separated by difficult terrains, railroads, or bodies of water.

The AIRNET 54Mb Outdoor AP/Bridge series is based in Atheros eXtended Range (XR) chipset and provides powerful features such as High Range, higher throughput, Long Range Parameter Settings, high security 64/128/152 WEP and WPA2, DHCP Server, Spanning Tree Protocol, Web-based Configuration and QOS feature which allows media files to be delivered over the network more efficiently.

Designed for outdoor use, the AIRNET 54Mb Outdoor AP/Bridge series is able to draw power through Cat-5 Ethernet cable from our DC injector. This ensures that power is available wherever you need it, without the need of expensive electrical work often associated with outdoor installations.

Features:

- ❑ Outdoor and Waterproof Design
- ❑ Full IEEE 802.11a/b/g compatibility allows inter-operation among multiple vendors
- ❑ High Power up to 30dBm/1000mW for long distance (up to 31 miles or 50Km) without amplifier
- ❑ High speed data transfer rate up to 54Mbps
- ❑ Multi SSID (up to 16 Virtual APs)
- ❑ WDS - Wireless Distribution System for Mesh applications
- ❑ Long-Range Parameter Settings
- ❑ Power over Ethernet – PoE
- ❑ Supports 64/128/152 WEP, WPA and WPA2
- ❑ SNMP, Web base Management System and Windows-based utility
- ❑ Supports Atheros extended Range (XR) technology
- ❑ Spanning Tree Protocol and DHCP Server
- ❑ Bandwidth control
- ❑ SPI Firewall and packet/URL filtering

Applications:



www.netkrom.com / sales@netkrom.com



General Specifications:

Ethernet Port	Ethernet 10/100Base-TX (RJ-45)
RF Operation Mode	Access Point Client mode Wireless Routing Client Gateway Wireless Adapter Transparent Client Repeater
Data Security	WEP 64/128/152 - bit Mac Address Filtering IEEE 802.1x—TLS, TTLS, PEAP WPA-PSK and WPA-EAP, WPA2 (with AES encryption technique)
Network Advanced Features	IP Routing - static Routing, NAT and Port Forwarding (Wireless Routing Client and Gateway mode only) WDS - Wireless Distribution System PPPoE Client (Wireless Routing Client and Gateway mode only) PPTP for VPNs Network 802.1d Spanning Tree Protocol SNMP support DHCP Server and Client Bandwidth Control VLAN technology Proprietary Long Distance Algorithm for ACK and CTS timeout adjustment support Firewall and Packet/URL Filtering (Wireless Routing Client and Gateway mode only) Load Balancing & Fail-Over Redundancy (Gateway mode only)
Link parameters	Antenna alignment and RSSI Signal levels Site Survey Radio and Ethernet Traffic Statistics
Management	Web and utility Windows based
Antenna Connector	N Female
Power	Power over Ethernet – PoE 802.3af (AC 110~220/DC 48V) with surge protector
Dimensions L x W x H	10" x 7.1" x 2.25" (254 x 180 x 57mm)
Weight	5.2 Lb (2.4 Kg.) include PoE Injector, Mounting Brackets and accessories
Humidity	-10-90%, (Operating)
Temperature	-30~70 degree C (Operating)
Electromagnetic Compatibility	FCC Part 15 class B, CE Mark, ETSI 300 328

Radio Specifications:

Model	Frequency	RF Output Power	Data Rate
AIR-BR500GHP	2.400 ~ 2.497 GHz	26dBm	54, 48, 36, 24, 18, 12, 11, 5.5, 2, 1Mbps
AIR-BR500GUHP	Programmable for different country regulations	30dBm	
AIR-BR500AGH	802.11b/g: 2.400 ~ 2.497 GHz	802.11b/g: 23dBm	
	802.11a: 4940 ~ 4990MHz (Public Safety Band) 5.15~5.35 & 5.725~5.850 GHz (US) 5.15~5.35 GHz & 5.47~5.725GHz(Europe) Programmable for different country regulations	802.11a: 23dBm	
AIR-BR500AHP	802.11a: 4940 ~ 4990MHz (Public Safety Band) 5.15~5.35 & 5.725~5.850 GHz (US) 5.15~5.35 GHz & 5.47~5.725GHz(Europe) Programmable for different country regulations	26dBm	



Additional Radio Specifications:

Model	RF Modulation	Sensitivity	Range
AIR-BR500GHP	802.11b: DSSS (DBPSK, DQPSK, CCK)	802.11b: -92dBm@1Mbps, -87dBm@11Mbps	25 miles (40 Km) with 24dBi antenna
AIR-BR500GUHP	802.11g: OFDM (BPSK,QPSK, 16-QAM, 64-QAM)	802.11g: -90dBm@6Mbps, -70dBm@54Mbps	31 miles (50 Km) with 24dBi antenna
AIR-BR500AGH	802.11b: DSSS (DBPSK, DQPSK, CCK) 802.11a/g: OFDM (BPSK,QPSK, 16-QAM, 64-QAM)	802.11b: -92dBm @1Mbps, -87dBm@11Mbps 802.11a/g: -90dBm@6Mbps, -70dBm@54Mbps	2.4GHz 15 miles (24 Km) with 24dBi antenna 5GHz 15 miles (24 Km) with 32.5dBi antenna
AIR-BR500AHP	802.11a: OFDM (BPSK,QPSK, 16-QAM, 64-QAM)	802.11a: -90dBm@6Mbps, -70dBm@54Mbps	20 miles (32Km) with 32.5dBi antenna

Ordering Information:

- 1 AIR-BR500GHP AIRNET 54Mb 802.11b/g 2.4GHz Outdoor AP/Bridge High Power (26dBm/400mW)
- 2 AIR-BR500GUHP AIRNET 54Mb 802.11b/g 2.4GHz Outdoor AP/Bridge High Power (30dBm/1Watt)
- 3 AIR-BR500AGH AIRNET 54Mb 802.11a/b/g 2.4/5GHz Outdoor AP/Bridge (23dBm/200mW)
- 4 AIR-BR500AHP AIRNET 54Mb 802.11a 5GHz Outdoor AP/Bridge High Power (26dBm/400mW)



WE PROTECT YOUR INVESTMENT: WiMAX and 801.11n Support

As a company focused exclusively on Wireless data transmission, Netkrom is committed to long-term product planning, backwards compatibility and the integration of new technologies that will allow it to support traditional enterprise markets. The Netkrom Outdoor AP/Bridge Series will be upgradeable to WiMAX and future 802.11n.

OEM/ODM/WISP ATTENTION

- For special frequency version, MMDS and Licensed band (2300 to 2700 MHz & 4900 to 6100 MHz) Contact us
- For customization or special firmware version and support for open source Linux software, contact us.



Innovative Solutions For Wireless Communications

5.8 GHz ISM / UNII Band 27 dBi Reflector Grid Wireless LAN Antenna - Model: HG5827G

Applications and Features

Applications:

- 5.8GHz UNII applications
- 5.8GHz ISM applications
- 5.8GHz Wireless LAN systems
- Long-range Directional Applications
- Point to Point, Point to Multi-point Systems
- Wireless Bridges
- Backhaul Applications
- Wireless Video Systems

Features:

- 27 dBi gain
- Superior performance
- Cast aluminum construction
- UV stable light gray powder coat finish
- All weather operation
- Easy to assemble



Description

Superior Performance

The HyperGain® HG5827G High-Performance Reflector Grid Wi-Fi Antenna is ideal for long-range highly directional 5.8GHz ISM and UNII band applications. These antennas are ideal for point to point systems, point to multi-point and wireless bridges. Its compact design makes it nearly invisible in most installations, and it can be installed for either vertical or horizontal polarization.

Rugged and Weatherproof

The antennas' construction features a rustproof cast aluminum reflector grid for superior strength and lightweight. The 2-piece reflector grid is simple to assemble and significantly reduces shipping costs. The grid surface is UV powder coated for durability and aesthetics. The open-frame grid design minimizes wind loading.

This antenna is supplied with a 60-degree tilt and swivel mast mount kit. This allows installation at various degrees of incline for easy alignment. They can be adjusted up or down from 0° to 60°.



Vertical or Horizontal Polarization



Tilt & Swivel Mast Mount



e-mail: sales@hyperlinktech.com • tel: 561-995-2256 • fax: 561-995-2432
web: www.hyperlinktech.com • 1201 Clint Moore Road • Boca Raton FL 33487



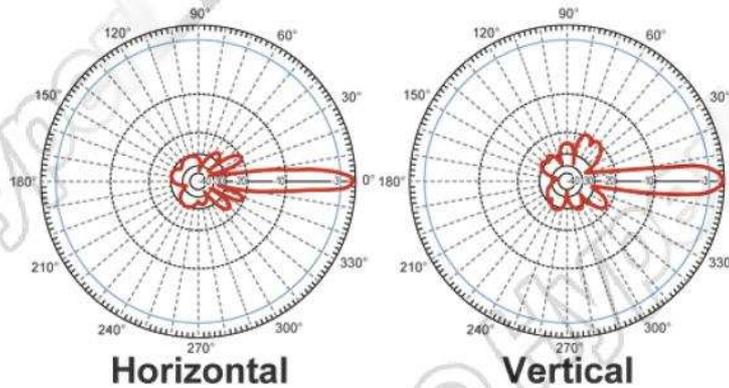
Specifications

Frequency	5725-5850 MHz
Gain	27 dBi
Polarization	Horizontal or Vertical
Horizontal Beam Width	6°
Vertical Beam Width	9°
Front to Back Ratio	25 dB
Impedance	50 Ohm
Max. Input Power	100 Watts
VSWR	< 1.5:1 avg.
Weight	5.3 lbs. (2.4 kg)
Grid Dimensions	15.7 x 23.6 inches (400 x 600 mm)
Mounting	2 in. (50.8 mm) diameter mast max.
Operating Temperature	-40° C to to 85° C (-40° F to 185° F)
Lighting Protection	DC Short
Connector	N-Female
RoHS Compliant	Yes

Wind Loading Data

Wind Speed (MPH)	Loading
100	20.0 lb.
120	31.0 lb.

RF Antenna Patterns



Guaranteed Quality



e-mail: sales@hyperlinktech.com • tel: 561-995-2256 • fax: 561-995-2432
 web: www.hyperlinktech.com • 1201 Clint Moore Road • Boca Raton FL 33487



Innovative Solutions For Wireless Communications

2.4 GHz 15 dBi Die Cast Mini-Reflector Grid Wireless LAN Antenna - Model: HG2415G

Applications and Features

- Applications:**
- 2.4 GHz ISM Band
 - IEEE 802.11b, 802.11g Wireless LAN
 - IEEE 802.11n (Pre-N, Draft-N, MIMO) Applications
 - WiFi Systems
 - Long-range Directional Applications
 - Point to Point Systems
 - Point to Multi-point Systems
 - Wireless Bridges
 - Backhaul Applications
 - Wireless Video Systems

- Features:**
- Superior performance
 - Die cast aluminum construction
 - UV stable light gray powder coat finish
 - All weather operation
 - 16° beam-width
 - 12 inch coax lead
 - Easy to assemble
 - RoHS Compliant



Description

The HyperGain® Directional Mini-Reflector Grid WiFi Antenna provides 15 dBi gain with a 16° horizontal beam-width for directional applications. Its compact design makes it nearly invisible in most installations, and it can be installed for either vertical or horizontal polarization. It is ideally suited for 2.4GHz ISM band applications such as IEEE 802.11b, 802.11g and 802.11n wireless LAN systems.

This antenna's construction features a rust-proof die cast aluminum reflector grid for superior strength and light weight. This antenna's 2-piece reflector grid is simple to assemble and significantly reduces shipping costs. The grid surface is UV powder coated for durability and aesthetics. The open-frame grid design minimizes wind loading.

The HG2415G antenna is supplied with a 60 degree tilt and swivel mast mount kit. This allows installation at various degrees of incline for easy alignment. It can be adjusted up or down from 0° to 60°.



Vertical or Horizontal Polarization



Tilt & Swivel Mast Mount



e-mail: sales@hyperlinktech.com • tel: 561-995-2256 • fax: 561-995-2432
web: www.hyperlinktech.com • 1201 Clint Moore Road • Boca Raton FL 33487



Innovative Solutions For Wireless Communications

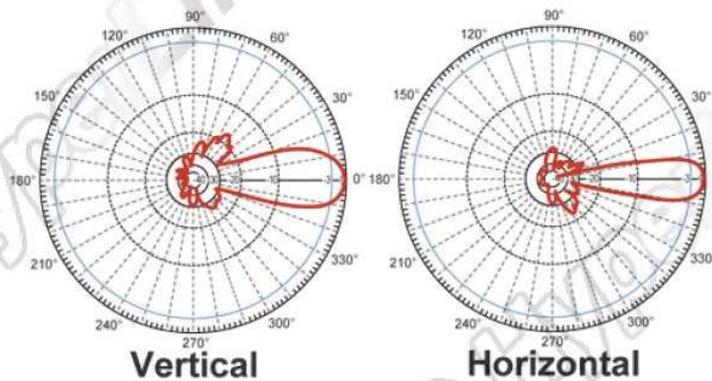
Specifications

Frequency	2400-2500 MHz
Gain	15 dBi
Horizontal Beam Width	16°
Vertical Beam Width	21°
Polarization	Horizontal or Vertical
Front to Back Ratio	20 dB
Impedance	50 Ohm
Max. Input Power	100 Watts
VSWR	< 1.5:1 avg.
Lightning Protection	DC Short
Weight	3 lbs. (1.4 kg)
Grid Dimensions	11.8" (300 mm) x 15.7" (400 mm)
Mounting	1.25 - 2 in. (31.8 - 50.8 mm) dia mast max.
Elevation Angle	0 to +15°
Operating Temperature	-40° C to 85° C, (-40° F to 185° F)
RoHS Compliant	Yes

Wind Loading Data

Wind Speed (MPH)	Loading
100	10.0 lb.
120	15.6 lb.

RF Antenna Patterns



Guaranteed Quality

This product is backed by Hyperlink's Limited Warranty



e-mail: sales@hyperlinktech.com • tel: 561-995-2256 • fax: 561-995-2432
web: www.hyperlinktech.com • 1201 Clint Moore Road • Boca Raton FL 33487



Innovative Solutions For Wireless Communications

2.4 GHz 20 dBi 90 Degree Sector Panel Wireless LAN Antenna Model: HG2420P-090

Applications and Features

- Applications:**
- 2.4 GHz ISM Band
 - IEEE 802.11b and 802.11g Wireless LAN
 - Bluetooth®
 - Public Wireless Hotspot
 - WiFi
 - Wireless Video Systems
 - Wireless Internet Provider "cell" sites

- Features:**
- Superior performance
 - All weather operation
 - 90° beam-width
 - 20° Down-Tilt Mounting Bracket
 - Includes Mast Mounting Hardware
 - Integral N-Female Connector
 - RoHS Compliant



Description

Superior Performance

The HyperGain® HG2420P-090 Sector Panel WiFi Antenna combines very high gain with a wide 90° beam-width. It is a professional quality "cell site" antenna designed primarily for service providers in the 2.4GHz ISM band. Applications include IEEE 802.11b and 802.11g wireless LAN systems.

Rugged and Weatherproof

This antenna features a heavy-duty plastic radome for all-weather operation. The mounting system adjusts from 0 to 20 degrees down-tilt.

Ideal for Wireless Internet "Cell" Sites

This antenna is an ideal choice for Wireless Internet Provider "cell" sites since the cell size can be easily determined by adjusting the down-tilt angle. Horizontal coverage is a full 90 degrees, and side-radiation is minimized by the heavy-duty aluminum reflector.



e-mail: sales@hyperlinktech.com • tel: 561-995-2256 • fax: 561-995-2432
web: www.hyperlinktech.com • 1201 Clint Moore Road • Boca Raton FL 33487



Innovative Solutions For Wireless Communications

Specifications

Electrical Specifications

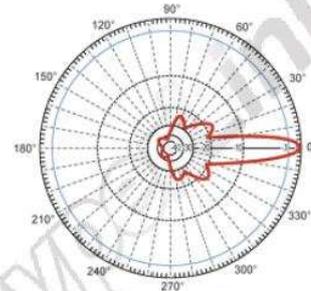
Frequency	2400-2500 MHz
Gain	20 dBi
Horizontal Beam Width	90 degrees
Vertical Beam Width	+/- 5°
Impedance	50 Ohm
Max. Input Power	250 Watts
VSWR	< 1.3:1 avg.
Connector	N Female
Lightning Protection	DC Short

Mechanical Specifications

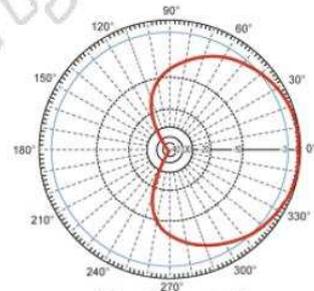
Weight	12 lbs. (5.44 Kg)
Dimensions	39 x 9 x 2.5 inches (99 x 22.9 x 6.4 cm)
Radome Material	UV-Inhibited Polymer
Reflector Material	Aluminum
Operating Temperature	-40° C to 85° C (-40° F to 185° F)
Mounting	2 inch (5 cm) O.D. pipe max.
Polarization	Vertical
Downtilt (mech)	0 to 20 degrees (adjustable)
RoHS Compliant	Yes

Wind Loading Data

Wind Loading	Front Surface	Side Surface
Area	2.43 sq. ft. (.23 sq. meters)	0.68 (.06 sq. meters)
@ 100 MPH (161 KPH)	79 lbs. (35.8 Kg)	23 lbs.(10.4 Kg)



Vertical



Horizontal

Guaranteed Quality

This product is backed by Hyperlink's Limited Warranty



e-mail: sales@hyperlinktech.com • tel: 561-995-2256 • fax: 561-995-2432
web: www.hyperlinktech.com • 1201 Clint Moore Road • Boca Raton FL 33487



**HyperLink
Technologies**

Innovative Solutions For Wireless Communications

2.4 GHz 17 dBi 90 Degree Sector Panel Wireless LAN Antenna Model: HG2417P-090

Applications and Features

Applications:

- 2.4 GHz ISM Band
- IEEE 802.11b and 802.11g Wireless LAN
- Bluetooth®
- Public Wireless Hotspot
- WiFi
- Wireless Video Systems
- Wireless Internet Provider "cell" sites

Features:

- Superior performance
- All weather operation
- 90° beam-width
- 20° Down-Tilt Mounting Bracket
- Includes Mast Mounting Hardware
- Integral N-Female Connector
- RoHS Compliant



Description

Superior Performance

The HyperGain® HG2417P-090 Sector Panel WiFi Antenna combines high gain with a wide 90° beam-width. It is a professional quality "cell site" antenna designed primarily for service providers in the 2.4GHz ISM band. Applications include IEEE 802.11b and 802.11g wireless LAN systems.

Rugged and Weatherproof

This antenna features a heavy-duty plastic radome for all-weather operation. The mounting system adjusts from 0 to 20 degrees down-tilt.

Ideal for Wireless Internet "Cell" Sites

This WiFi antenna is an ideal choice for Wireless Internet Provider "cell" sites since the cell size can be easily determined by adjusting the down-tilt angle. Horizontal coverage is a full 90 degrees.



e-mail: sales@hyperlinktech.com • tel: 561-995-2256 • fax: 561-995-2432
web: www.hyperlinktech.com • 1201 Clint Moore Road • Boca Raton FL 33487



Innovative Solutions For Wireless Communications

2.4 GHz 17 dBi 120 Degree Sector Panel Wireless LAN Antenna Model: HG2417P-120

Applications and Features

Applications:

- 2.4 GHz ISM Band
- IEEE 802.11b and 802.11g Wireless LAN
- Bluetooth®
- Public Wireless Hotspot
- WiFi
- Wireless Video Systems
- Wireless Internet Provider "cell" sites

Features:

- Superior performance
- All weather operation
- 120° beam-width
- 20° Down-Tilt Mounting Bracket
- Includes Mast Mounting Hardware
- Integral N-Female Connector
- RoHS Compliant



Description

Superior Performance

The HyperGain® HG2417P-120 Sector Panel WiFi Antenna combines high gain with a wide 120° beam-width. It is a professional quality "cell site" antenna designed primarily for service providers in the 2.4GHz ISM band. Applications include IEEE 802.11b and 802.11g wireless LAN systems.

Rugged and Weatherproof

This antenna features a heavy-duty plastic radome for all-weather operation. The mounting system adjusts from 0 to 20 degrees downtilt.

Ideal for Wireless Internet "Cell" Sites

This WiFi antenna is an ideal choice for Wireless Internet Provider "cell" sites since the cell size can be easily determined by adjusting the down-tilt angle. Horizontal coverage is a full 120 degrees.



e-mail: sales@hyperlinktech.com • tel: 561-995-2256 • fax: 561-995-2432
web: www.hyperlinktech.com • 1201 Clint Moore Road • Boca Raton FL 33487

A6 RESOLUCIÓN 417-15-CONATEL-2005

RESOLUCION 417-15-CONATEL-2005
EL CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
CONATEL
CONSIDERANDO:

Que el artículo 247 de la Constitución Política de la República, así como también el artículo 47 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, disponen que el Espectro Radioeléctrico es un recurso natural limitado perteneciente al dominio público del Estado; en consecuencia es inalienable e imprescriptible.

Que de conformidad con lo señalado en el artículo innumerado primero del artículo 10 de la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones es el ente de Administración y Regulación de las telecomunicaciones en el país.

Que el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT la Nota 5.150, establece que las bandas 902 - 928 MHz, 2400 - 2500 MHz y 5725 - 5875 MHz están asignadas para aplicaciones industriales, científicas y medicas (ICM).

Que como parte de las Resolución 229 de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones 2003 (CMR-03), celebrada en Ginebra, se estableció la utilización de las bandas 5150-5250 MHz, 5250-5350 MHz y 5470-5725 MHz para el servicio móvil para la implementación de Sistemas de Acceso Inalámbrico (WAS), incluidas las redes radioeléctricas de área local (RLAN).

Que la implementación y operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, permiten utilizar una baja densidad espectral de potencia, que minimiza la posibilidad de interferencia.

Que los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha pueden coexistir con Sistemas de Banda Angosta, lo que hace posible aumentar la eficiencia de utilización del Espectro Radioeléctrico.

Que es necesario que la administración ecuatoriana se asegure que los sistemas que emplean técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha, como es el caso de Sistemas de Acceso Inalámbrico (WAS), incluidas las Redes Radioeléctricas de Área Local (RLAN), cumplan con las técnicas de reducción de la interferencia requeridas, de acuerdo al tipo de equipos y la observancia de normas.

Que los avances tecnológicos y los nuevos servicios de telecomunicaciones, hacen necesario designar dentro del territorio nacional bandas de frecuencias radioeléctricas, para operar sistemas de telecomunicaciones sin causar interferencia perjudicial a un sistema que esté operando a título primario.

Que se hace necesaria la regulación para la operación e implementación de Sistemas que emplean Modulación Digital de Banda Ancha.

En ejercicio de las atribuciones legales que le confiere el artículo 10, artículo innumerado tercero, y demás normas pertinentes de la Ley Especial de

Telecomunicaciones Reformada, y en concordancia con lo dispuesto en el artículo 41 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada.

RESUELVE:

Expedir la siguiente:

NORMA PARA LA IMPLEMENTACION Y OPERACION DE SISTEMAS DE MODULACION DIGITAL DE BANDA ANCHA

CAPITULO I

OBJETO, TERMINOS Y DEFINICIONES

Artículo 1. Objeto. La presente Norma tiene por objeto regular la instalación y operación de Sistemas de Radiocomunicaciones que utilizan técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en los rangos de frecuencias que determine el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL.

Artículo 2. Términos y Definiciones. En todo aquello que no se encuentre definido técnicamente en el Glosario de Términos y Definiciones de la presente Norma, se aplicarán los términos y definiciones que constan en la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, su Reglamento General, el Reglamento de Radiocomunicaciones y el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

CAPITULO II

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 3. Competencia. El Secretario Nacional de Telecomunicaciones, por delegación del CONATEL, aprobará la operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha mediante la emisión de un Certificado de Registro.

Artículo 4. Atribución. La atribución de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha es a título secundario, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT y en el Plan Nacional de Frecuencias.

CAPITULO III

NORMA TECNICA

Artículo 5. Características de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.- Los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha son aquellos que se caracterizan por:

- a) Una distribución de la energía media de la señal transmitida, dentro de una anchura de banda mucho mayor que la convencional, y con un nivel bajo de potencia;
- b) La utilización de técnicas de modulación que proporcionan una señal resistente a las interferencias;

- c) Permitir a diferentes usuarios utilizar simultáneamente la misma banda de frecuencias;
- d) Coexistir con Sistemas de Banda Angosta, lo que hace posible aumentar la eficiencia de utilización del Espectro Radioeléctrico.
- e) Operar en Bandas de frecuencias inscritas en el cuadro de Atribución de bandas de frecuencias.

Artículo 6. Bandas de Frecuencias.- Se aprobará la operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilicen técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en las siguientes bandas de frecuencias:

BANDA (MHz)	ASIGNACION
902 - 928	ICM
2400 - 2483.5	ICM
5150 – 5250	INI
5250 – 5350	INI
5470 – 5725	INI
5725 - 5850	ICM, INI

El CONATEL aprobará y establecerá las características técnicas de operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha en bandas distintas a las indicadas en la presente Norma, previo estudio sustentado y emitido por la SNT.

Artículo 7. Configuración de Sistemas que emplean Modulación Digital de Banda Ancha.- La operación de los sistemas con técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha se aprobará en las siguientes configuraciones:

Sistemas punto - punto;
Sistemas punto - multipunto;
Sistemas móviles.

Artículo 8. Características Técnicas de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.- Se establecen los límites de Potencia para cada una de las bandas de acuerdo con el Anexo 1; así como los Límites de Emisiones no Deseadas de acuerdo con el Anexo 2 de la presente Norma.

CAPITULO IV

HOMOLOGACION

Artículo 9. Homologación. Todos los equipos que utilicen Modulación Digital de Banda Ancha deberán ser homologados por la SUPTEL, de acuerdo con los Anexos 1 y 2 de la presente Norma.

Artículo 10. Bases de la Homologación. La homologación de los equipos se efectuará en base a las características estipuladas en el catálogo técnico del equipo, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento para Homologación de Equipos de Telecomunicaciones.

CAPITULO V

SOLICITUD Y REGISTRO

Artículo 11. Solicitud de Registro. La SNT llevará un Registro de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, siempre y cuando estén exentos de requerir autorización del CONATEL de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Radiocomunicaciones. Para la inscripción en este Registro, los interesados en cualquier parte del territorio nacional, deberán presentar una solicitud con todos los requisitos para su aprobación dirigida a la SNT, cumpliendo con los datos consignados en el formulario técnico que para el efecto pondrá a disposición la SNT.

Artículo 12. Certificados de Registro. Una vez presentada la documentación y previo el análisis respectivo, la SNT procederá con la emisión del Certificado de Registro de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha que será entregado al interesado, el cual incluirá la descripción del sistema registrado.

El Certificado de Registro será otorgado por la SNT, en el término máximo de diez (10) días a partir de la presentación de la solicitud, previo el pago de los valores establecidos en el Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico, vigente a la fecha de registro, más los impuestos de ley.

Artículo 13. Vigencia del Registro. El Certificado de Registro para la operación de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha tendrá una duración de cinco años y podrá ser renovado, previa solicitud del interesado, dentro del plazo de treinta (30) días anteriores a su vencimiento, previo el pago correspondiente.

De no darse cumplimiento a lo establecido en el párrafo anterior el Certificado quedará anulado de manera automática, y el usuario o concesionario no estará autorizado para operar el sistema.

CAPITULO VI

DERECHOS Y OBLIGACIONES DEL USUARIO

Artículo 14. Respeto de los Sistemas de Explotación. Cuando la aplicación que se dé a un Sistema de Modulación Digital de Banda Ancha corresponda a la prestación de un

Servicio de Telecomunicaciones, el concesionario deberá contar con el Título Habilitante respectivo, de conformidad con la normativa vigente.

Artículo 15. Respetto de los Sistemas Privados. Cuando la aplicación que se dé a un Sistema de Modulación Digital de Banda Ancha corresponda a Sistemas Privados, es decir que se prohíbe expresamente el alquiler del sistema a terceras personas, el concesionario deberá obtener previamente el Título Habilitante respectivo, de conformidad con la normativa vigente.

Artículo 16. Interferencia. Si un equipo o sistema ocasiona interferencia perjudicial a un sistema autorizado que está operando a título primario, aun si dicho equipo o sistema cumple con las características técnicas establecidas en los Reglamentos y Normas pertinentes, deberá suspender inmediatamente la operación del mismo. La operación no podrá reanudarse, hasta que la SUPTEL envíe un informe técnico favorable indicando que se ha subsanado la interferencia perjudicial.

Artículo 17. Modificaciones. Los usuarios que requieran modificar la ubicación de sus sitios de transmisión o la información de las características técnicas registradas en la SNT, deberán solicitar previamente dicha modificación a la SNT a fin de que sea autorizada por la referida entidad.

Los usuarios que requieran interrumpir el proceso de registro de un “Certificado de Registro de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha”, únicamente lo podrán realizar por voluntad del concesionario o usuario, expresada mediante solicitud escrita dentro de las 48 horas posteriores a la solicitud original.

Artículo 18. Responsabilidad. El usuario de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha es responsable de asegurar que las emisiones se encuentren dentro de la banda de frecuencias de operación y de cumplir con todas las condiciones técnicas especificadas en el Certificado de Registro, de conformidad con lo preceptuado en la presente Norma.

CAPITULO VII CONTROL

Artículo 19. Control. La SUPTEL realizará el control de los sistemas que utilicen Modulación Digital de Banda Ancha y vigilará que éstos cumplan con lo dispuesto en la presente Norma y las disposiciones Reglamentarias pertinentes.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Primera. Todos los beneficiarios de los Certificados de Registro para Uso de Tecnología de Espectro Ensanchado otorgados con anterioridad a la presente Norma y que se encuentren vigentes deberán proceder a registrarse en la SNT como Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha de conformidad con lo dispuesto en esta Norma dentro de un plazo de 30 días anteriores al vencimiento del período anual de pago. Los Certificados de Registro para Uso de Tecnología de Espectro Ensanchado, deberán ser canjeados por su correspondiente Certificado de Registro para uso de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

Segunda. La tarifa por uso de frecuencias de Espectro Ensanchado de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico que se encuentra vigente se aplicará a todos los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

Los pagos por el Certificado de Registro para la operación de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha se realizarán en forma anual, en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

DISPOSICION FINAL

Deróguese la Norma para la Implementación y Operación de Sistemas de Espectro Ensanchado aprobado con la Resolución 538-20-CONATEL-2000, publicada en el Registro Oficial 215 del 30 de noviembre del 2000; así como todas las disposiciones que se opongan al contenido de la presente Norma.

La presente Norma entrará en vigencia a partir de su publicación en el Registro Oficial, y de su ejecución encárguese a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.
Dado en Quito a 13 de octubre de 2005.

DR. JUAN CARLOS SOLINES MORENO
PRESIDENTE DEL CONATEL.

AB. PAOLA COSIOS GONZÁLEZ

SECRETARIA DEL CONATEL (S)

A7 FOTOGRAFÍAS ENTREGA DE EQUIPOS





A8 TABLA TIR Y VAN

	PROYECTO PÍLLARO					
	0 2008	1 2009	2 2010	3 2011	4 2012	5 2013
1 Ingresos		900000,00	540000,00	540000,00	540000,00	540000,00
Telecentros		540000,00	540000,00	540000,00	540000,00	540000,00
Aporte FODETEL		360000,00				
2 Costos		-112003,58	-112003,58	-111974,00	-111974,00	-111974,00
Internet		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Internet Satelital		-3615,00	-3615,00	-3615,00	-3615,00	-3615,00
Mantenimiento		-2788,58	-2788,58	-2759,00	-2759,00	-2759,00
Salario de Personal		-105600,00	-105600,00	-105600,00	-105600,00	-105600,00
MARGEN OPERACIONAL BRUTO		787996,42	427996,42	428026,00	428026,00	428026,00
3 Gastos no desembolsables		-40106,76	-40106,76	-40106,76	-40106,76	-40106,76
Depreciación equipos		-40106,76	-40106,76	-40106,76	-40106,76	-40106,76
MARGEN OPERACIONAL FINAL		747889,67	387889,67	387919,24	387919,24	387919,24
4 Ajuste por Gastos no desembolsables		40106,76	40106,76	40106,76	40106,76	40106,76
Depreciación por equipamiento		40106,76	40106,76	40106,76	40106,76	40106,76
5 Inversión	-376065,56					
	376065,56					
Equipamiento de Telecomunicaciones	120332,30					
Instalacion	79642,37					
Mejoras Electricas	25120,00					
Equipamiento adicional	150970,89					
Total US\$	-376065,56	787996,42	427996,42	428026,00	428026,00	428026,00

Tasa de descuento para actualización 16,0%

Tasa Interna de Retorno (TIR)	173,8%
Valor Actual Neto (VAN) (US\$)	1.335.715

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Hernando Rábanos José María, Transmisión por Radio (5ª), EDITORIAL UNIVERSITARIA RAMON ARECES
- [2] C. Steger, P. Radosavljevic, P. Frantz, Performance of IEEE 802.11 Wireless LAN in an Emulated Mobile Channel, IEEE VTC.
- [3] ADVISORY COMITEE FOR ONLINE LEARNING, The e-learning evolution in Colleges and Universities, CMEC
- [4] L. Ahumada, R. Feick, R. A. Valenzuela, “Characterization of temporal fading in urban fixed wireless links” IEEE.
- [5]G. Durgin, T. S. Rappaport, H. Xu, “5.8-GHz radio pathloss and penetration loss measurements in and around homes and trees,” IEEE.
- [6] Grupo de Telecomunicaciones Rurales, “Redes Inalámbricas para Zonas Rurales”, Pontificia Universidad Católica del Perú
- [7] Alberto Escudero Pascual, “Proyecto Tricalcar”
- [8] Recomendaciones: UIT-R.
- [9] <http://www.cplus.org/rmw/english1.html> (Radio Mobile)
- [10] <http://www.qsl.net/n9zia/wireless/page01.html>
- [11]<http://www.datawaves.com/telecomunicacio/download/tutorial.doc>

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, 19 de febrero de 2009.

MSC. Ing. Gonzalo Olmedo.

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

Eduardo Michelle Andrade Gallegos

Autor