



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

**ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

**Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones**

**TEMA:**

---

“PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET INALÁMBRICO USANDO  
TECNOLOGÍA WI-FI CON IPV6 Y MPLS PARA LAS PARROQUIAS:  
SANTA ROSA, PILAHUÍN, PASA Y SAN FERNANDO”.

---

Trabajo de Graduación. Modalidad: SEMINARIO DE GRADUACIÓN,  
presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y  
Comunicaciones.

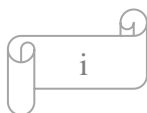
**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Redes Inalámbricas.

**AUTOR:** Marco Bolívar Montesdeoca Freire.

**TUTOR:** Ing. Edgar Vinicio Hidalgo Martínez.

Ambato - Ecuador

Abril 2013



## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema: **“PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET INALÁMBRICO USANDO TECNOLOGÍA WI-FI CON IPV6 Y MPLS PARA LAS PARROQUIAS: SANTA ROSA, PILAHUÍN, PASA Y SAN FERNANDO.”**, del Sr. Marco Bolívar Montesdeoca Freire, estudiante de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Abril 2013.

El TUTOR

.....  
Ing. Edgar Vinicio Hidalgo Martínez.

## AUTORÍA

El presente trabajo de investigación **“PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET INALÁMBRICO USANDO TECNOLOGÍA WI-FI CON IPV6 Y MPLS PARA LAS PARROQUIAS: SANTA ROSA, PILAHUÍN, PASA Y SAN FERNANDO.”**, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos – legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Abril 2013.

.....  
Sr. Marco Bolívar Montesdeoca Freire.

CC: 180428405-5

## **APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA**

La Comisión Calificadora del presente trabajo de graduación conformada por los señores docentes: Ing. Marco Antonio Jurado Lozada, Ing. Geovanni Danilo Brito Moncayo, aprueban el presente trabajo de graduación titulado **“PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET INALÁMBRICO USANDO TECNOLOGÍA WI-FI CON IPV6 Y MPLS PARA LAS PARROQUIAS: SANTA ROSA, PILAHUÍN, PASA Y SAN FERNANDO.”**, presentada por el Sr. Marco Bolívar Montesdeoca Freire; de acuerdo al Art. 18 del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

---

Ing. Edison Homero Álvarez Mayorga.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing. Marco Antonio Jurado Lozada  
DOCENTE CALIFICADOR

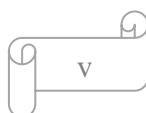
---

Ing. Geovanni Danilo Brito Moncayo  
DOCENTE CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la vida, a mis padres Bolívar Montesdeoca y Gricela Freire que me han apoyado en todo el trayecto estudiantil y diario vivir, quienes me guiaron e inculcaron los valores morales y cultivaron en mi la semilla del trabajo y la dedicación constante, dejándome como legado la educación que es la mejor herencia que me pudieron dar, dedico la presente tesis también a mis hermanos que siempre me apoyaron moralmente para no desistir en mis estudios, y finalmente a mis demás familiares y amigos por compartir conmigo esta etapa tan importante de mi vida.

Marco Montesdeoca



## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, el ser espiritual que siempre me guía por el camino de la verdad y me regala su gracia para caminar paso a paso y triunfar en la vida.

A mi padre Bolívar Montesdeoca, que para mí representa la honestidad, la fuerza del carácter para no desistir en mis metas planteadas, y el modelo que me inspiro en continuar con mis estudios.

A mi madre Gricela Freire que con su amor y ternura, me enseñó a ser una persona humilde, justa y solidaria.

Un agradecimiento muy especial a la Facultad de Sistemas Electrónica e Industrial y todo el personal que lo conforma por acogerme e inculcarme valores de estudio como la lectura, investigación y sobre todo de confianza en mis capacidades y ser un pilar fundamental en mis conocimientos y experiencia acerca de mi profesión, y en general agradezco a todos los Ingenieros de la F.I.S.E.I. quienes supieron brindarme sus conocimientos profesionales y personales, los cuales me han servido para alcanzar la meta deseada, la cual es llegar a ser una profesional respetado y exitoso.

Y finalmente a mis amigos y compañeros, quienes me acompañaron día a día y conocieron mis debilidades y fortalezas y se convirtieron además en mi segunda familia.

Marco Montesdeoca.

## ÍNDICE

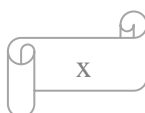
TEMA:.....	I
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	II
AUTORÍA.....	III
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA .....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIII
RESUMEN EJECUTIVO .....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XVI
CAPITULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1 TEMA .....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 Contextualización .....	1
1.2.2 Análisis crítico .....	3
1.2.3 Prognosis .....	3
1.2.4 Formulación del problema.....	4
1.2.5. Preguntas directrices .....	4
1.2.6 Delimitación del problema .....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	5
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
CAPITULO II .....	7
MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	7
2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL .....	9
2.2.1 Organismos de Control de Telecomunicaciones .....	9
2.3 GRÁFICA DE INCLUSIÓN DE LAS CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	10
2.3.1 Constelación de ideas.....	11
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES: .....	11
2.4.1 Telecomunicaciones .....	12
2.4.2 Industrias de las Telecomunicaciones .....	12
2.4.3 Proveedor de Servicios de Telecomunicaciones: .....	13
2.4.4 Tipos de Proveedores .....	14
2.4.4.1 Proveedor Externo .....	14
2.4.4.2 Proveedor Interno .....	14
2.4.5 Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico (WISP).....	15
2.4.6 Protocolos .....	17
2.4.6.1 Modelo TCP/IP .....	18
2.4.6.2 Modelo OSI.....	19
2.4.7 Protocolo IPv4 .....	20
2.4.8 Protocolo IPv6 .....	23
2.4.9 Protocolo MPLS .....	30
2.4.10 Tipos De Redes .....	37
Red de Área Personal (PAN).....	37
Red de Área Local (LAN).....	37
Red de Área Metropolitana (MAN). .....	38
2.4.11 Redes Inalámbricas .....	39

2.4.11.1 Longitud de onda.....	39
2.4.11.2 Zona de Fresnel .....	40
2.4.11.6 Frecuencia .....	43
2.4.11.8 Espectro Radioeléctrico .....	45
2.4.11.9 Velocidad de Transmisión.....	45
2.4.11.9 Perfil del terreno: .....	46
2.4.11.10 Antenas.....	48
Antenas Omnidireccionales .....	49
Antenas Direccionales.....	50
Antenas Sectoriales .....	51
Altura de las antenas .....	52
Características de las Antenas.....	52
Parámetros:.....	54
2.4.11.11 Puntos de Acceso (AP).....	55
2.4.11.12 Router .....	55
2.4.11.13 Switch.....	55
2.4.11.14 Servidores .....	56
2.4.12 Tecnologías de acceso de banda ancha.....	56
2.4.12.1 Tecnología Wimax.....	57
2.4.12.2 Tecnología Wi-Fi .....	58
Ventajas de la tecnología Wi-Fi .....	65
Desventajas de la tecnología Wi-Fi .....	65
WI-FI 802.11.....	66
2.4.13 Transmisión de Información .....	73
2.4.14 Aplicaciones IP .....	74
2.4.15 Acceso a Internet y servicios multimedia .....	75
2.4.16 Tipos de transmisión de Información .....	76
2.4.17 Medios de transmisión.....	77
2.4.18 Códigos de transmisión .....	80
2.4.18 Clases de servicios (CoS) .....	80
2.4.19 Calidad de Servicios (QoS).....	81
2.5 HIPÓTESIS .....	82
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES .....	82
CAPITULO III .....	83
METODOLOGÍA.....	83
3.1 ENFOQUE .....	83
3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	83
3.2.1 Investigación de campo.....	83
3.2.2 Investigación documental-bibliográfica .....	84
3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	84
3.3.1 Nivel exploratorio .....	84
3.3.2 Nivel descriptivo.....	84
3.3.3 Nivel explicativo.....	84
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	85
3.4.1 Población.....	85
3.4.2 Muestra.....	85
3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	86
3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	86
CAPITULO IV .....	87
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	87



4.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LAS PARROQUIAS .....	87
4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	87
4.3 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	88
4.4, ANÁLISIS DE LA ENCUESTA .....	97
CAPITULO V .....	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	99
5.1 CONCLUSIONES .....	99
5.2 RECOMENDACIONES .....	100
CAPITULO VI.....	101
PROPUESTA .....	101
6.1 DATOS INFORMATIVOS .....	101
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA .....	102
6.3 JUSTIFICACIÓN .....	102
6.4 OBJETIVOS. ....	104
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	104
6.5.1. FACTIBILIDAD CIENTÍFICA.....	105
6.5.2. FACTIBILIDAD ECONÓMICA .....	105
6.5.3. FACTIBILIDAD TÉCNICA .....	105
6.6. Descripción del Diseño .....	105
6.6.1. Diseño Fundamentado en Tres Segmentos.....	106
6.6.1.1. Diseño del Segmento del Núcleo .....	108
6.6.1.1.1. Descripción Topológica y Ubicación de los Nodos .....	110
6.6.1.2. Diseño del Segmento de Distribución .....	112
6.6.1.3. Diseño del Segmento de Acceso .....	114
6.7. ESTUDIO DE MERCADO TÉCNICO .....	119
6.7.1 Equipos del Segmento del Núcleo .....	120
6.7.1.1 Características que deben tener los Equipos del Segmento del Núcleo.....	120
6.7.2 Equipos del Segmento de Distribución.....	123
6.7.2.1 Características que deben tener los Equipos del Segmento de Distribución:.....	123
6.7.3.1 Características que deben tener los Equipos del Segmento de Acceso .....	139
6.7.3.2 Elección de Equipos del Segmento de Acceso .....	140
6.7.1. RouterOS Mikrotik.....	146
6.7.1.1. Características del RouterOS.....	148
6.7.1.2. Interfaces del RouterOS .....	149
6.7.1.3. Calidad de servicio (QoS) .....	149
6.8. CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS MIKROTIK .....	150
6.8.1. Software RouterOS.....	150
6.8.2. Winbox .....	151
6.8.2.1 Opciones Winbox .....	151
6.8.3. Configuración de Enlaces Punto a punto .....	155
6.8.3.1. Configuración AP.....	156
6.8.3.2. Configuración Estación:.....	158
6.8.3.3. Configuración Bridge.....	160
6.8.3.4. Configuración IP.....	160
6.9. DISEÑO DEL RADIO ENLACE DE LA RED INALÁMBRICA: .....	160
6.9.1. Cobertura Inalámbrica .....	161
6.9.1.1. Situación de los puntos.....	161
6.9.1.2. Interconexión de puntos .....	162
6.9.2. Simulación con el software LinkPlanner .....	162
6.9.1 Análisis Económico .....	172

6.9.1.1	Costos de Concesión .....	174
6.9.1.2	Inversión en Equipos y Accesorios .....	174
6.9.1.3	Costos de Operación en los cinco primeros años .....	176
6.9.1.4	Financiamiento .....	177
6.9.1.5	Planes Tarifarios .....	177
6.9.1.6	Proyección de Ingresos .....	179
6.9.1.8	Indicadores de Rentabilidad .....	182
	<input type="checkbox"/> Valor Actual Neto (VAN).....	182
	<input type="checkbox"/> Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	183
6.10.	CONCLUSIONES .....	185
6.11.	RECOMENDACIONES .....	186
6.12.	BIBLIOGRAFÍA:.....	187
6.12.1.	Libros .....	187
6.12.2.	Linkografía .....	187
6.13.	ANEXOS .....	190



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1.1: ÁRBOL DEL PROBLEMA. ....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURA N° 2.1: CATEGORÍA FUNDAMENTALES. ....	9
FIGURA N° 2. 3: CONSTELACIÓN DE IDEAS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE. ....	10
FIGURA N° 2. 4: CONSTELACIÓN DE IDEAS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE. ....	13
FIGURA N° 2. 5: PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET INALÁMBRICO. ....	15
FIGURA N° 2. 6: COMPARACIÓN DEL MODELO OSI Y DEL MODELO TCP/IP. ....	19
FIGURA N° 2. 7: CABECERA IPV6. ....	25
FIGURA N° 2. 8: DOMINIO MPLS. ....	31
FIGURA N° 2. 9: LSR (LABEL SWITCHING ROUTERS). ....	32
FIGURA N° 2. 10: DOMINIO MPLS. ....	33
FIGURA N° 2. 11: CONTROL DE LA INFORMACIÓN EN MPLS. ....	34
FIGURA N° 2. 12: FUNCIONAMIENTO GLOBAL MPLS. ....	36
FIGURA N° 2. 13: POSICIONAMIENTO DE ESTÁNDARES INALÁMBRICOS. ....	38
FIGURA N° 2. 14: LONGITUD DE ONDA. ....	39
FIGURA N° 2. 15: DIAGRAMA EXPLICATIVO DE LA ZONA DE FRESNEL. ....	41
FIGURA N° 2. 16: LÍNEA DE VISTA REPRESENTADA EN EL SOFTWARE LINKPLANNER. ....	42
FIGURA N° 2. 17: REFRACCIÓN DE LA ONDA ELECTROMAGNÉTICA. ....	45
FIGURA N° 2. 18: ONDA REFLEJADA EN LA CAPA IONIZADA. ....	46
FIGURA N° 2. 19: DIFRACCIÓN DE LA ONDA ELECTROMAGNÉTICA. ....	47
FIGURA N° 2. 20: PRINCIPIO DE HUYGENS. ....	48
FIGURA N° 2. 21: SUMA LINEAL DE DOS VECTORES CON DISTINTOS ÁNGULOS DE FASE. ....	49
FIGURA N° 2. 22: TIPOS DE INTERFERENCIAS EN ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS. ....	50
FIGURA N° 2. 23: ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO DE FRECUENCIAS. ....	52
FIGURA N° 2. 24: ANTENAS OMNIDIRECCIONALES. ....	62
FIGURA N° 2. 25: ANTENAS OMNIDIRECCIONALES. ....	63
FIGURA N° 2. 26: ALTURA DE LAS ANTENAS PARA UNA ÓPTIMA LÍNEA DE VISTA. ....	65
FIGURA N° 2. 27: RED Wi-Fi. ....	75
FIGURA N° 2. 28: MEDIOS DE TRANSMISIÓN. ....	96
FIGURA N° 6.1: MODELO FUNDAMENTADO EN SEGMENTOS. ....	122
FIGURA N° 6.2: DISEÑO DE LA CAPA DEL NÚCLEO. ....	125
FIGURA N° 6.3: PRINCIPALES NODOS DEL WISP. ....	127
FIGURA N° 6.4: DISEÑO DE LA CAPA DE DISTRIBUCIÓN. ....	128
FIGURA N° 6.5: DISEÑO DE LA CAPA DE ACCESO. ....	130
FIGURA N° 6.6: ESQUEMA DEL DISEÑO DEL WISP. ....	131
FIGURA N° 6.7: DIAGRAMA LÓGICO DEL DISEÑO DE LA RED WISP. ....	132
FIGURA N° 6.8: ESTRUCTURA FÍSICA DE CADA NODO DEL DISEÑO WISP. ....	133
FIGURA N° 6.9: RB1100AH x2 MIKROTIK. ....	136
FIGURA N° 6.10: ROUTERBOARD RB800 MIKROTIK. ....	141
FIGURA N° 6.11: R52HN MIKROTIK. ....	143
FIGURA N° 6.12: ROUTERBOARD 433AH MIKROTIK. ....	146
FIGURA N° 6.13: ANTENA UBIQUITI AIRMAX DE 30DBI. ....	148
FIGURA N° 6.14: PIGTAIL MMCX A N-HEMBRA. ....	150
FIGURA N° 6.15: FUENTE DE ALIMENTACIÓN POE, 24VCC. ....	152
FIGURA N° 6.16: ANTENA SECTORIAL 90° DE 5 GHz MIMO, 20 dBi. ....	153
FIGURA N° 6.17: SXT 5HND MIKROTIK. ....	157
FIGURA N° 6.19: SISTEMA OPERATIVO ROUTEROS. ....	165
FIGURA N° 6.20: SOFTWARE WINBOX. ....	166
FIGURA N° 6.21: BOTÓN DE IDENTIFICACIÓN DEL MAINBOARD EN WINBOX. ....	167

FIGURA N° 6.22: VENTANA DE LA CONSOLA WINBOX DE LA MAINBOARD. ....	168
FIGURA N° 6.23: VENTANA NEW TERMINAL.....	169
FIGURA N° 6.24: ENLACE PUNTO A PUNTO ENTRE LA ESTACIÓN – AP. ....	170
FIGURA N° 6.25: CONFIGURACIÓN DEL PUNTO DE ACCESO AP.....	171
FIGURA N° 6.26: CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN. ....	173
FIGURA N° 6.27: PUNTOS DE CONEXIÓN DE LA RED INALÁMBRICA.....	177
FIGURA N° 6.28: PANTALLA PRINCIPAL DEL SOFTWARE PTP LINKPLANNER. ....	178
FIGURA N° 6.29: PANTALLA DE LA INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	179
FIGURA N° 6.30: PRINCIPALES DATOS DEL PRIMER SITIO DEL ENLACE.....	180
FIGURA N° 6.31: UBICACIÓN DEL SITIO INGRESADO. ....	181
FIGURA N° 6.32: INGRESO DE UN NUEVO SITIO.....	182
FIGURA N° 6.33: CONEXIÓN ENTRE LOS DOS PUNTOS A ENLAZAR. ....	184
FIGURA N° 6.34: CONEXIÓN GRÁFICA ENTRE LOS DOS SITIOS ENLAZADOS. ....	184
FIGURA N° 6.35: ENLACE AMBATO-NITÓN GENERADO POR GOOGLE EARTH.....	185
FIGURA N° 6.36: ARCHIVO ENVIADO AL CORREO POR EL SOFTWARE LINKPLANNER. ....	186
FIGURA N° 6.37: ÍCONOS PARA GENERAR LOS ARCHIVOS FINALES EN PDF.....	187
FIGURA N° 6.38: EQUIPO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA ARMADO.....	191

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 2. 1: VALOR DE CAMPO DE LA SIGUIENTE CABECERA.....	26
TABLA N° 2.2: ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO DE FRECUENCIAS.....	53
TABLA N° 2. 3: COMPARATIVA DE TECNOLOGÍAS DE ACCESO. ....	71
TABLA N°2.4: ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA WI-FI A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA FODA: .....	78
TABLA N° 2. 5: CARACTERÍSTICAS DEL ESTÁNDAR 802.11A. ....	84
TABLA N° 2. 6: CARACTERÍSTICAS DEL ESTÁNDAR 802.11B. ....	86
TABLA N° 2. 7: CARACTERÍSTICAS DEL ESTÁNDAR 802.11G. ....	87
TABLA N° 2. 8: COMPARATIVA DE ESTÁNDARES INALÁMBRICOS. ....	89
TABLA N° 6.1: CONFIGURACIÓN IP DE LA LAN 1. ....	132
TABLA N°6.2: CONFIGURACIÓN IP DE LA LAN 2. ....	133
TABLA N° 6.3: COMPARACIÓN DE EQUIPOS PARA EL SEGMENTO DEL NÚCLEO. ....	135
TABLA N°6.4: ESPECIFICACIONES DEL ROUTERBOARD 1100AHx2 MIKROTIK .....	137
TABLA N° 6.5: COMPARACIÓN DE EQUIPOS DEL SEGMENTO DE DISTRIBUCIÓN. ....	139
TABLA N° 6.6: ESPECIFICACIONES DEL ROUTERBOARD RB800 MIKROTIK. ....	142
TABLA N° 6.7: ESPECIFICACIONES DE R52HN MIKROTIK. ....	144
TABLA N° 6.8: COMPARACIÓN DE EQUIPOS DE LA CAPA DE DISTRIBUCIÓN. ....	145
TABLA N° 6.9: ESPECIFICACIONES DEL ROUTERBOARD 433AH MIKROTIK.....	147
TABLA N° 6.10: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA ANTENA UBIQUITI AIRMAX DE 30DBI. ....	149
TABLA N° 6.11: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA ANTENA SECTORIAL 90°, 20 DBI. ....	154
TABLA N° 6.12: COMPARACIÓN DE EQUIPOS DE LA CAPA DE ACCESO.....	156
TABLA N° 6.13: ESPECIFICACIONES DEL SXT 5HND MIKROTIK.....	158
TABLA N° 6.14: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA ANTENA PARA EL SXT 5HND. ....	159
TABLA N° 6.15: TASA DE TRANSFERENCIA Y POTENCIA DE TRANSMISIÓN. ....	159
TABLA N° 6.16: TASA DE TRANSFERENCIA Y SENSIBILIDAD.....	160
TABLA N° 6.17: ESPECIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE LICENCIAMIENTO DE LOS EQUIPOS .....	162
TABLA N° 6.18: DATOS TOMADOS CON EL DISPOSITIVO GPS EN PUNTOS ESTRATÉGICOS. ....	176
TABLA N° 6.19: PLANES TARIFARIOS PARA INTERNET DEDICADO CNT.....	188
TABLA N° 6.20: PLANES TARIFARIOS PARA INTERNET DEDICADO TELCONET. ....	189
TABLA N° 6.21: MATERIALES QUE SE IMPLEMENTARÁN EN CADA ESTRUCTURA FÍSICA DEL .....	190
TABLA N° 6.22: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA Y ESTRUCTURA FÍSICA.....	191
TABLA N° 6.23: COSTOS DE OPERACIÓN EN EL PRIMER AÑO. ....	192
TABLA N° 6.24: SERVICIOS Y MERCADO DE CLIENTES. ....	193
TABLA N° 6.25: PLAN TARIFARIO DEL SERVICIO DE INTERNET. ....	194
TABLA N° 6.26: PROYECCIÓN DE INGRESOS.....	195
TABLA N° 6.27: VALORES DE LOS INGRESOS Y EGRESOS DEL PROYECTO WISP. ....	196

## RESUMEN EJECUTIVO

Mediante el diseño Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico utilizando tecnología Wi-Fi con IPv6 y MPLS para las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando, se pretende una mejor calidad de acceso a dicho servicio en beneficio de los habitantes de las parroquias antes mencionadas, ya que existiría una mejor cobertura del servicio y además su implementación sería rápida y económica con respecto a una red cableada.

El presente Proyecto consta del siguiente contenido:

En el primer capítulo se realiza la prognosis y evaluación del problema de investigación, así como la contextualización y delimitación del mismo, además de un análisis crítico en el que se evalúan las causas y consecuencias del problema investigado, contiene también la justificación de la investigación así como los objetivos planteados para realizar el proyecto.

En el segundo capítulo se realiza una revisión de los antecedentes investigativos y de la fundamentación legal de la investigación posteriormente se detallan cada una de las categorías fundamentales descritas en la gráfica de inclusión y la constelación de ideas que forman parte del marco teórico general; se describen además la hipótesis y las variables del problema.

El tercer capítulo trata sobre la metodología utilizada que consiste en el enfoque, modalidad y tipos de la investigación, además de realizarse un estudio de la población y muestra de la zona de investigación así como la operacionalización de variables y las técnicas de recopilación de información usadas para análisis de datos obtenidos y procesamiento de los mismos.

El cuarto capítulo trata sobre el análisis e interpretación de resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los dirigentes y moradores de las parroquias: Santa

Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando, sobre el actual servicio de Internet y los proveedores de Telecomunicaciones existentes en la zona.

El quinto capítulo muestra las conclusiones y recomendaciones acerca de los resultados obtenidos en el capítulo anterior.

Finalmente el sexto y último capítulo trata sobre la propuesta para el diseño del inalámbrico con Tecnología Wi-Fi y aplicando IPv6 y MPLS, para mejoramiento de la calidad de acceso en las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando, se detalló la justificación de la propuesta, descripción de los objetivos a cumplir, una breve fundamentación técnica de la red MPLS y el protocolo IPv6; así como el diseño de la red inalámbrica, descripción y precio de los equipos a utilizar, y finalmente se realizó un estudio de mercado y un previo análisis de factibilidad del proyecto planteado.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe un gran número de empresas, instituciones y personas que carecen de un servicio básico como es el Internet, para mantener una comunicación con sus familiares en el exterior, realizar actividades diarias como consultas, trabajos, llenar formularios, etc., o simplemente navegar en la red, y las pocas que si lo tienen no cuentan con la calidad y confiabilidad que actualmente ofrece la tecnología de las telecomunicaciones, este problema de deficiente acceso a Internet y servicios multimedia se debe en su mayoría a factores externos como baja cobertura del servicio, pocos proveedores y especialmente la dificultad de acceder por la topología de su zona geográfica.

Por las razones anteriormente señaladas en las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando se propone crear un diseño de un proveedor de servicios de Internet inalámbrico con tecnología Wi-Fi que permita a los moradores de la zona de estudio gozar de un beneficio que está al alcance de sus manos, y ya no se vean en la penosa necesidad de salir a adquirir este servicio a fuera de sus hogares, ahorrando recursos como el tiempo y dinero.

Esta propuesta pretende corresponder los principales intereses de los moradores de las parroquias antes mencionadas, ofreciéndoles oportunidades de publicar sus productos, servicios y festividades culturales en páginas web y redes sociales, y además pueden tener una comunicación en tiempo real con sus amigos y familiares, a través del acceso al servicio de Internet, ahorrando un valor considerable con respecto a la telefonía fija.

Son evidentes las ventajas que brinda la tecnología inalámbrica en las zonas de difícil acceso a una red cableada, siendo una tecnología que está en constante desarrollo, además resulta factible la implantación del proyecto ya que a través de un estudio de costo-beneficio se logrará recuperar la inversión inicial en un plazo máximo de 4 años.



## CAPITULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Tema

**“Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico usando tecnología Wi-Fi con IPV6 y MPLS para las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando”.**

#### 1.2 Planteamiento del problema

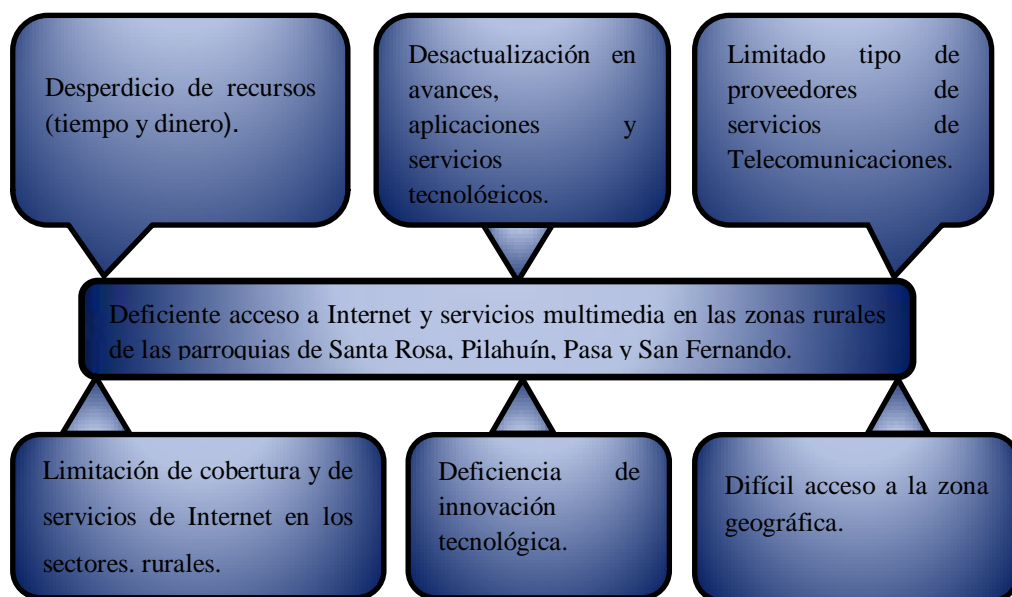
##### 1.2.1 Contextualización

Durante la última década en nuestro país, se han integrado innumerables tecnologías y servicios que han cambiado la manera de comunicarnos y relacionarnos con personas a lo largo del mundo, pero esto se observa únicamente en el centro de las ciudades y muy poco o en nivel casi escaso en las zonas rurales aledañas a dichas ciudades, impidiendo así su desarrollo social y opacando su enfoque investigativo y tecnológico.

Actualmente muchos sectores rurales de la provincia Tungurahua son prácticamente marginados de los servicios de Internet, y aunque los moradores de estos sectores muestran su interés por adquirir dichos servicios, los proveedores usan tecnología xDSL, por lo que cuentan con un número limitado de puertos o a su vez son muy costosos, esta tendencia ha generado un crecimiento evidente en el número de personas que carecen de los servicios que ofrecen las telecomunicaciones.

Particularmente en el cantón Ambato pocas son las inversiones para las zonas rurales, en especial Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando, sobre todo en el campo tecnológico, a pesar que actualmente se aprecia un alto crecimiento en el ámbito empresarial como la creación de muchas cooperativas pequeñas y medianas que no cuentan con servicios de Internet para mantener una comunicación con sus sucursales y las pocas que si lo tienen no cuentan con la calidad y confiabilidad que actualmente ofrece la tecnología de las telecomunicaciones, este problema de deficiente acceso a Internet y servicios multimedia se debe en su mayoría a varios factores externos como baja cobertura del servicio, pocos proveedores y especialmente la dificultad de acceder por la topología de su zona geográfica, esto ocasiona que las personas de los sectores antes mencionados, al necesitar del servicio de Internet se vean en la necesidad de salir fuera de sus hogares, incluso muchas veces deban trasladarse a la ciudad de Ambato, generando desperdicio de recursos importantes como: tiempo y dinero. Actualmente el servicio de Internet es muy importante para el desarrollo de la sociedad, y si no lo poseen quedarían retrasados en avances tecnológicos ocasionando una pérdida en el ámbito social, cultural y económico de las parroquias en mención.

#### ÁRBOL DEL PROBLEMA



**Figura N° 1.1:** Árbol del problema.

**Elaborado por:** El Investigador.

### **1.2.2 Análisis crítico**

Las zonas rurales de Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando actualmente se ven afectadas por el deficiente acceso a Internet y servicios multimedia causado principalmente por la limitada cobertura y los escasos servicios de Internet que ofrecen los proveedores actuales, y esto trae como consecuencia que se desperdicien recursos importantes como tiempo y dinero.

La deficiente innovación tecnológica en las parroquias de Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando, genera en sus habitantes una desactualización en las aplicaciones, servicios y avances tecnológicos que actualmente brinda Internet, impidiendo así su relación con la sociedad y creando una clara desventaja con respecto a lugares que si poseen dichos servicios.

La zona geográfica de Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando, representa un difícil acceso a implementaciones de redes de comunicaciones con una estructura cableada, originando que actualmente existan limitadas opciones de proveedores de servicios de telecomunicaciones, ocasionando que los servicios de Internet y multimedia sean escasos, costosos, ineficientes y de baja calidad.

### **1.2.3 Prognosis**

Las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando, al no disponer de un Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico (WISP), no aprovecharán recursos tecnológicos existentes en el mercado de las telecomunicaciones, lo cual afectará su desenvolvimiento en la sociedad actual, afectando su economía y desarrollo.

#### **1.2.4 Formulación del problema**

¿Cómo influye el limitado tipo de Proveedores de Servicios de Telecomunicaciones en el deficiente acceso a Internet y servicios multimedia en las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando?

#### **1.2.5. Preguntas directrices**

- ¿Cuáles son los principales tipos de proveedores de Internet que ofrecen acceso al mismo actualmente?
- ¿Cuál es el nivel de calidad en el acceso a Internet y servicios multimedia en las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando?
- ¿Cuál sería la propuesta que permita una calidad de acceso a Internet y servicios multimedia en las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando?

#### **1.2.6 Delimitación del problema**

**ÁREA ACADÉMICA:** Telecomunicaciones.

**LÍNEA DE INVESTIGACION:** Tecnologías de Comunicación.

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Redes Inalámbricas.

**DELIMITACIÓN ESPACIAL:** Esta investigación se realizó en las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa, San Fernando, el cantón Ambato (Nodo principal) y en el cantón Pelileo (Nitón, Nodo Secundario).

**DELIMITACIÓN TEMPORAL:** El presente proyecto de investigación tuvo una duración de 10 meses, a partir de que fue aprobado por el

Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas,  
Electrónica e Industrial.

### **1.3 Justificación**

La sociedad actualmente presenta una gran demanda de servicios de comunicaciones, multimedia y en general acceso a Internet, debido a que el uso de estos servicios crecen exponencialmente, de tal manera que en sectores inaccesibles y que carecen de los servicios tecnológicos básicos como los que están ubicados dentro de las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando del cantón Ambato, que hasta la actualidad no se ha dado solución a este problema a través de la red de redes (Internet) como un medio eficaz de comunicación e información en la sociedad, teniendo presente que de igual forma el desarrollo de las tecnologías tanto de los equipos como técnicas y métodos dentro de las telecomunicaciones poseen la capacidad de solventar las nuevas demandas de los usuarios ofertando servicios dependiendo la tecnología a emplear.

La tecnología inalámbrica está en pleno auge a tal punto que ya no se puede considerar un lujo sino más bien una necesidad de la que muchas empresas, instituciones e incluso a nivel doméstico no se podrán privar. Lo que se propone es una alternativa en donde se aprovechen los actuales avances tecnológicos que permitan disfrutar de los múltiples servicios que ofrece Internet sin tener que depender de una estructura cableada, o a su vez en lugares donde esta no sea posible debido al lugar geográfico.

Con esto en mente y enfocados principalmente en los medianos y pequeños negocios existentes en las zonas rurales antes mencionadas, el tema “Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico usando tecnología Wi-Fi con IPV6 y MPLS para las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando” es pertinente y sobre todo innovador para futuros proyectos que se puedan implementar en las parroquias con carencia tecnológica, ya sean estas por entidades gubernamentales

o privadas, además al tener otra opción para adquirir el servicio de Internet los pobladores de las parroquias antes mencionadas, serán los principales beneficiarios ya que podrían elegir en base a su economía y necesidades.

## **1.4 Objetivos de la investigación**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Analizar el tipo de proveedores y su relación con la calidad de acceso a Internet y servicios multimedia en las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Analizar el tipo de proveedores de Internet existentes en los sectores de Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando.
- Diagnosticar la calidad de acceso a Internet y servicios multimedia en: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando.
- Plantear una propuesta que permita un eficiente acceso a Internet y servicios multimedia en las zonas de Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando a través del diseño de un WISP utilizando tecnología Wi-Fi aplicando MPLS con IPV6.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes Investigativos

Dentro de los registros bibliográficos que reposan en la Biblioteca de las Universidades y Politécnicas del Ecuador, se destacaron los siguientes trabajos investigativos que podrían tener relación al tema propuesto:

- “Diseño de una red de acceso fijo inalámbrico LMDS para modernizar los servicios de comunicación de la Universidad Técnica de Ambato”.

Realizado por: López Bautista Juan Roberto.

Desarrollado en: Universidad Técnica de Ambato.

Año: 2005.

“La red de acceso fijo inalámbrico mejora la fluidez en la transmisión de datos de la Universidad Técnica de Ambato”.

- “Diseño de una red inalámbrica con tecnología WIFI para la interconexión de dependencias administrativas del Instituto Tecnológico Superior Victoria Vásquez Cuví”.

Realizado por: Moreta Changoluisa Jeaneth Elizabeth.

Desarrollado en: Universidad Técnica de Ambato.

Año: 2009.

“Como un aspecto muy importante de esta red se destaca que la tecnología WiFi da la posibilidad de configurar el punto de acceso para que emita únicamente a ciertos dispositivos”.

- “Diseño de una red MPLS utilizando el protocolo IPV6 para proveedores de servicios de telecomunicaciones”.

Realizado por: Hinojosa López, Mayra Alexandra  
Herrera Merchán, Fabricio Fernando.

Desarrollado en: Escuela Politécnica Nacional.

Año: 2009.

“Realizar el diseño de una red con tecnología MPLS utilizando el protocolo IPv6 para el direccionamiento IP, con VPNs y considerando criterios de calidad de servicio para la transmisión de datos y voz, con cobertura en la ciudad de Quito”.

- “Estudio y análisis del estado actual de la implantación de IPv6 en los proveedores de servicios de internet a nivel nacional”.

Realizado por: Silva Bracero, Leonardo Miguel.

Desarrollado en: Escuela Politécnica Nacional.

Año: 2012.

“Se presentó una encuesta técnica, que tiene como objetivo principal determinar el estado actual y los mecanismos que se podrían estar implementado para el inicio del despliegue de IPv6 en el Ecuador”.



## 2.2 Fundamentación Legal

### 2.2.1 Organismos de Control de Telecomunicaciones

La presente tesis está regida a las leyes y reglamentos de graduación de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato y de los organismos de control de Telecomunicaciones de Ecuador, como son:

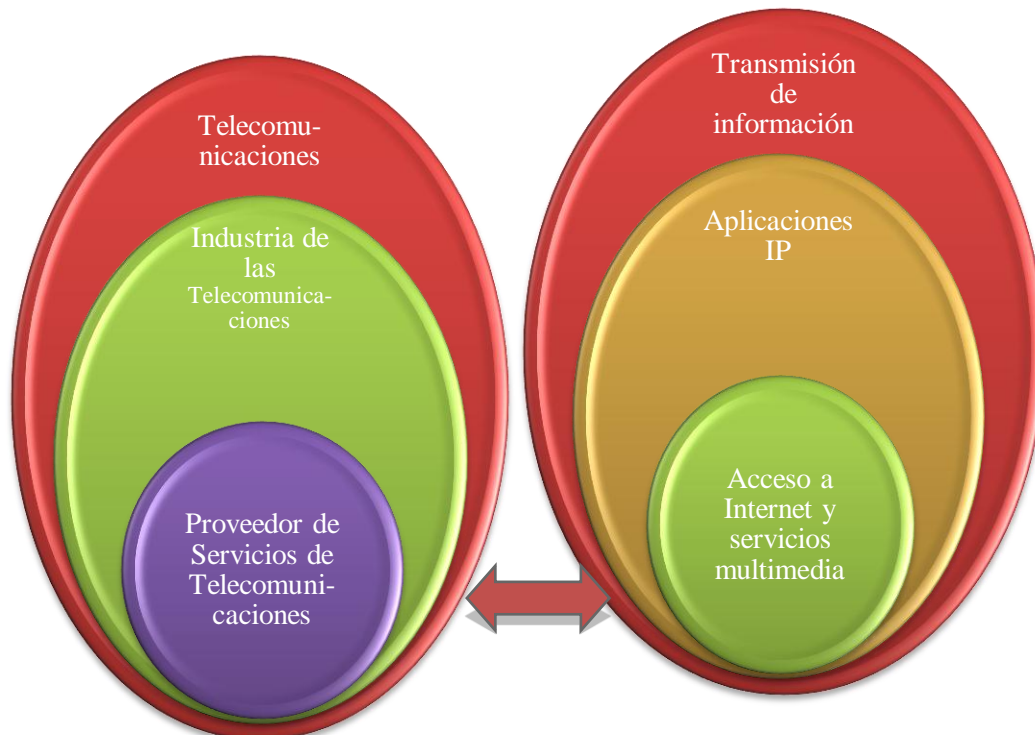
**MINTEL:** Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información es el órgano rector del desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación en el Ecuador, que emite políticas, y coordina que acceso igualitario a los servicios y promover su uso efectivo, eficiente y eficaz.

**CONATEL:** Consejo Nacional de Telecomunicaciones es el ente que representa al Estado para la administración y regulación de los servicios de las telecomunicaciones ante la (UIT).

**SENATEL:** La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones es el organismo encargado de la ejecución de las políticas en telecomunicaciones en el país.

**SUPERTEL:** La Superintendencia de Telecomunicaciones es el organismo técnico responsable de vigilar, auditar, intervenir y controlar técnicamente la prestación de los servicios de telecomunicaciones, y el uso del espectro radio eléctrico.

### 2.3 Gráfica de inclusión de las Categorías Fundamentales



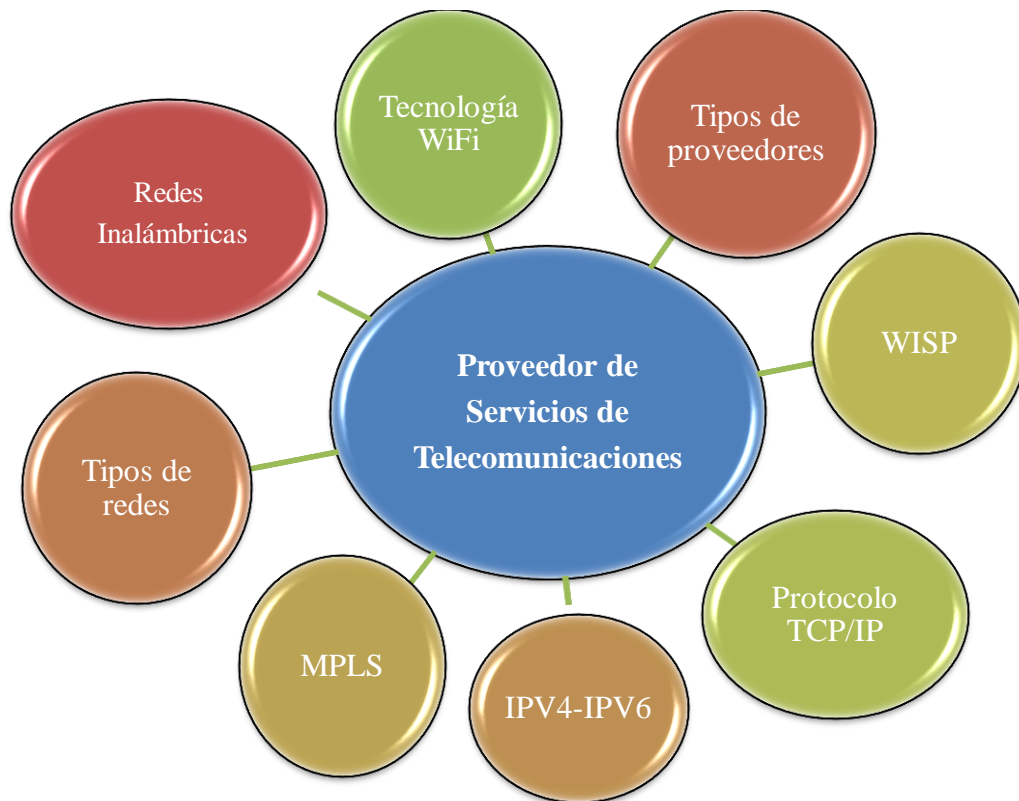
**Figura N° 2.1:** Categoría Fundamental.  
Variable Independiente.

**Elaborado por:** El Investigador.

**Figura N° 2.2:** Categoría Fundamental.  
Variable Dependiente.

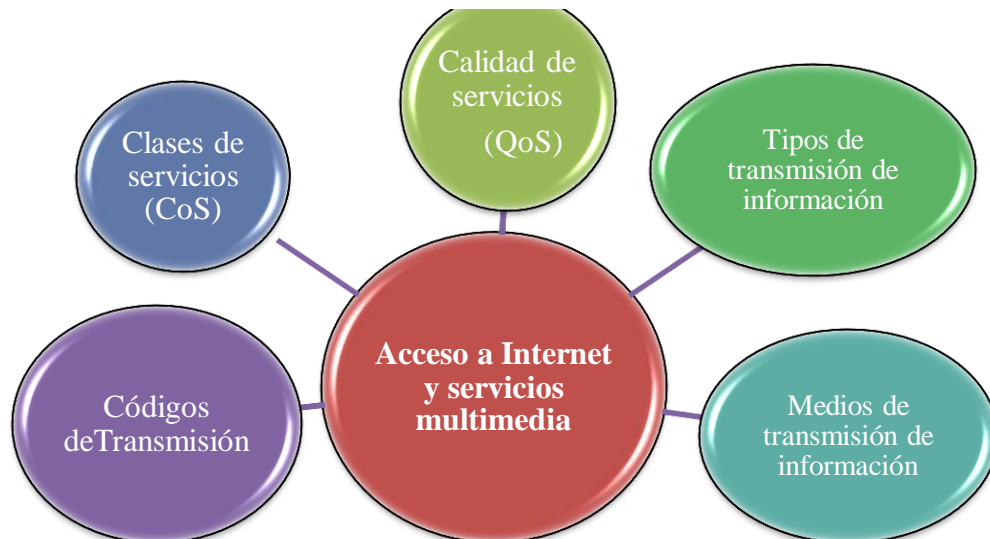
**Elaborado por:** El Investigador.

### 2.3.1 Constelación de ideas



**Figura N° 2. 3:** Constelación de ideas de la variable independiente.

**Elaborado por:** El Investigador.



**Figura N° 2. 4:** Constelación de ideas de la variable dependiente.

**Elaborado por:** El Investigador.

### 2.4 Categorías Fundamentales:

### 2.4.1 Telecomunicaciones

La definición dada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, International Telecommunication Union) para telecomunicación es: “Toda emisión, transmisión y recepción de signos, señales, escritos e imágenes, sonidos e informaciones de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.”

<https://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r26351.DOC>

### 2.4.2 Industrias de las Telecomunicaciones

Según la opinión de Alejandro Barros Presidente de Telecomunicaciones, los nuevos pilares de la industria de telecomunicaciones son los siguientes:

- **Multi-servicio:** Multi-servicio es transportar paquetes de bits que pueden transformarse en voz, datos, imágenes o sonidos, por el mismo canal de acceso, es decir por la misma red.
- **Ancho de Banda:** El ancho de banda es la cantidad de información que se puede transmitir por medio de una conexión de red, en un período de tiempo determinado, y en telecomunicaciones sirve para dimensionar la calidad de servicio.
- **Gestión del espectro:** Gestión del espectro es la combinación de procesos científicos, técnicos, jurídicos, administrativos y económicos necesarios para garantizar un funcionamiento óptimo de canales radioeléctricos por las estaciones de radiocomunicaciones, en una parte dada del espectro de frecuencias radioeléctricas, sin producir ni recibir interferencia, por lo que se debe gestionar muy cuidadosamente el espectro, ya que nuevas

tecnologías inalámbricas, calidad de servicio y mayores eficiencias de los dispositivos hacen que requiera menos espectro electromagnético.

- **Two-side-market:** Two side market son mercados en los que se usan una o múltiples plataformas que habilitan las transacciones a los usuarios finales, y que tratan de obtener múltiples beneficios como comodidad eficaz y seguridad, con recargos por cada servicio prestado.

Existen innumerables factores involucrados para lograr que se brinde un buen servicio al usuario final, cuyos factores son estandarizados y deben ser adoptados por todas las grandes y pequeñas empresas que ofrezcan el servicio de telecomunicaciones, para ofrecer a sus clientes comodidad, seguridad, rapidez y sobre todo un servicio de calidad.

#### **2.4.3 Proveedor de Servicios de Telecomunicaciones:**

Microtelcos en América Latina y el Caribe según Hernan Galperin y Bruce Girard opinan acerca de los proveedores de servicios de telecomunicaciones lo siguiente:

Los proveedores de servicios de telecomunicaciones a nivel nacional son las redes troncales creadas y mantenidas por empresas especiales ya sean privadas o estatales, con el fin de conectar a los usuarios finales a la Internet y facilitar la comunicación entre las personas a lo largo del mundo, optimizando tiempo y recursos monetarios, ofreciendo además servicios de valor agregado como son voz, datos y video conocido como triple-play, todo por una misma red.

El precio del servicio de Internet generalmente varía según la zona geográfica de cada sector y la cantidad de proveedores existentes en el medio, es decir; el precio de dicho servicio varía de acuerdo a la oferta y la demanda del sector. Esta particularidad es aprovechada por las grandes empresas que monopolizan el servicio de telecomunicaciones, sobre todo en los sectores rurales en donde existe escasa competencia y pocas opciones de elegir el tipo de acceso a Internet.

#### **2.4.4 Tipos de Proveedores**

Basado en TIPOS DE PROVEEDORES, tomado de la página: [http://help.sap.com/saphelp\\_40b/helpdata/es/12/08441e470311d1894a0000e8323352/content.htm](http://help.sap.com/saphelp_40b/helpdata/es/12/08441e470311d1894a0000e8323352/content.htm), se dice lo siguiente:

Dentro del campo de las telecomunicaciones se pueden apreciar dos tipos de proveedores, que son los siguientes:

- Proveedores Externos.
- Proveedores Internos.

##### **2.4.4.1 Proveedor Externo**

El proveedor externo se distingue porque posee una gran cantidad de clientes a nivel nacional, y es el encargado de proveer a empresas internas de una cantidad particular de productos y servicios.

En Ecuador existen varias empresas proveedoras externas conocidas como Carrier que controlan el mercado de las telecomunicaciones, entre las principales se destacan las empresas privadas como: Telconet, Claro, Movistar y la empresa gubernamental CNT.

##### **2.4.4.2 Proveedor Interno**

Un proveedor interno tiene como característica principal ser una empresa intermediaria, es decir; suministra los productos y servicios localmente.

En el cantón Ambato existen proveedores internos que ofrecen servicios de telecomunicaciones localmente como son: Speedy, Orizontel, Sisteldata, Estores Enlace.Net, entre otras.

#### **2.4.5 Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico (WISP)**

Basado en PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET INALÁMBRICO. Tomado de la página: <http://guia.mercadolibre.com.ve/proveedor-servicios-internet-inalambrico-wisp-59222-VGP>, dice:

El proveedor de servicios de Internet inalámbrico (WISP) es un sistema integrado de red de área metropolitana (MAN), cuyo propósito principal es ofrecer a sus clientes el servicio de Internet, utilizando tecnología inalámbrica (no guiada). Para esto se usan enlaces inalámbricos punto a punto y punto-multipunto, a empresas, organizaciones gubernamentales, escuelas, universidades y otras instituciones que dispongan de redes de área local (LAN).

Los enlaces inalámbricos ofrecen la posibilidad de conectar a Internet a lugares de difícil acceso, ya sea por su zona geográfica o por sus altos costos en la implementación de una red cableada.

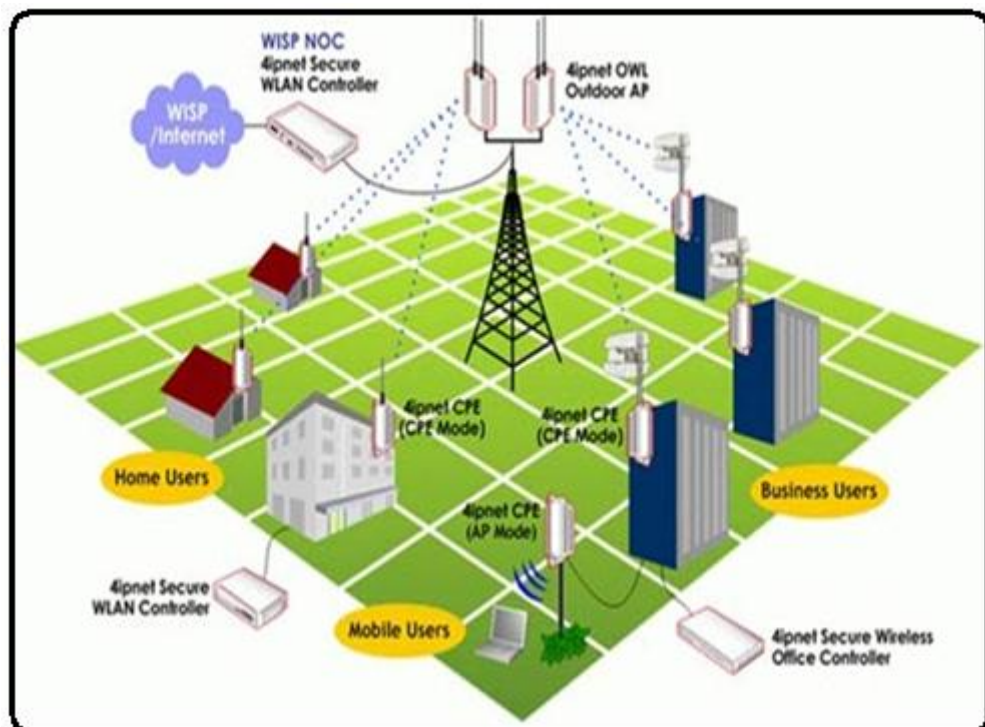
Estos enlaces se realizan desde un punto donde exista la posibilidad de contratar un acceso a Internet hasta el punto donde sea necesaria dicha conexión.

Los requerimientos básicos para usar enlaces inalámbricos son los siguientes:

- Los clientes deben estar ubicados dentro del radio de 15 millas o 24 kilómetros alrededor de la estación base, esto varía dependiendo del tipo de equipo que el proveedor utilice.
- Tener una línea de vista directa entre los clientes y la antena ubicada en la estación base, por lo general se utilizan antenas sectoriales.

- Uso de las frecuencias de 900MHz, 2.4GHz, 5.8GHz (bandas no licenciadas) según las regulaciones establecidas por CONATEL.
- Uso de las frecuencias de 2.3GHz a 2.7GHz, 3.4 a 3.6GHz y 4.9GHz (bandas licenciadas) de acuerdo a las regulaciones establecidas por CONATEL.

Como se puede observar en la Figura N° 2.5 un proveedor de servicios de Internet inalámbrico puede ser una empresa natural o jurídica que provean el servicio de Internet a instituciones o cooperativas que a su vez proporcionen dicho servicio a sus propios empleados o a una organización como establecimientos educativos o centros de salud sin ánimo de lucro, utilizando su propia red interna.



**Figura N° 2. 5:** Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico.

**Fuente:** [http://www.inco-technology.com/imagenes/wisp\\_inco.jpg](http://www.inco-technology.com/imagenes/wisp_inco.jpg)



## 2.4.6 Protocolos

Basado en COMUNICACIÓN A TRAVÉS DE LA RED. Tomado de la página: <http://www.warriorsofthe.net>, indica que:

Un Protocolo es el conjunto de normas y reglas legales vigentes, que en base a las disposiciones de cada país, se toman como referencia con el fin de que las computadoras del mundo tengan un mismo idioma.

Algunos protocolos pueden ser específicos de un fabricante o de propiedad exclusiva de alguna marca o empresa, es decir; que una compañía o proveedor controla la estructura del protocolo y su funcionamiento, y pueden ser utilizados únicamente con la firma de dicho proveedor, otros en cambio sólo se pueden implementar en equipos fabricados por el proveedor propietario.

Para una mejor visualización de la interacción entre varios protocolos, es común utilizar un modelo en capas o segmentos, para mostrar el funcionamiento de los protocolos que se producen dentro de cada segmento.

Existen beneficios al utilizar un modelo por segmentos entre los principales se muestra los siguientes:

- Asiste en el diseño de la red, en vista de que los protocolos que operan en un segmento específico poseen información y una interfaz definida que van a poner en práctica.
- Fomenta la competencia, ya que los productos de distintos proveedores pueden trabajar en conjunto.

Aunque los modelos TCP/IP y OSI son los modelos principales que se utilizan cuando se analiza la funcionalidad de una red, los diseñadores de protocolos de red, pueden crear sus propios modelos para representar sus productos de una manera única y original.

### 2.4.6.1 Modelo TCP/IP

Basado en LA FUNCIÓN DEL PROTOCOLO IP. Tomado de la página: <http://es.kioskea.net/contents/internet/protip.php3>, manifiesta que:

El Protocolo **TCP** (Transmission Control Protocol) y el Protocolo **IP** (Internet Protocol), son un conjunto de protocolos desarrollados para permitir al usuario compartir recursos de comunicación a través de una red o red de redes conocida como Internet.

TCP/IP es un conjunto de protocolos estratificados que se pueden identificar con las capas correspondientes del modelo de referencia OSI. El protocolo TCP a nivel de la capa de transporte, es el responsable de los comandos correspondientes a alguna aplicación en particular, correo electrónico o un tipo de servicio multimedia, y vigila lo que se ha enviado y retransmite todo aquello que no pudo llegar al otro extremo, es decir; si un mensaje es muy grande para enviarse en un solo datagrama TCP lo segmenta en varios datagramas y así se asegura que lleguen correctamente al destino final.

Por su parte, el protocolo IP es el responsable del enrutamiento de los datagramas individuales.

En términos más sencillos, TCP le entrega a IP un datagrama con una dirección de destino, y el protocolo IP coloca ese datagrama en el punto de destino.

Existen varios protocolos que se aplican para Internet, pero TCP e IP son los protocolos más conocidos, y comúnmente se utiliza el término compuesto TCP/IP.

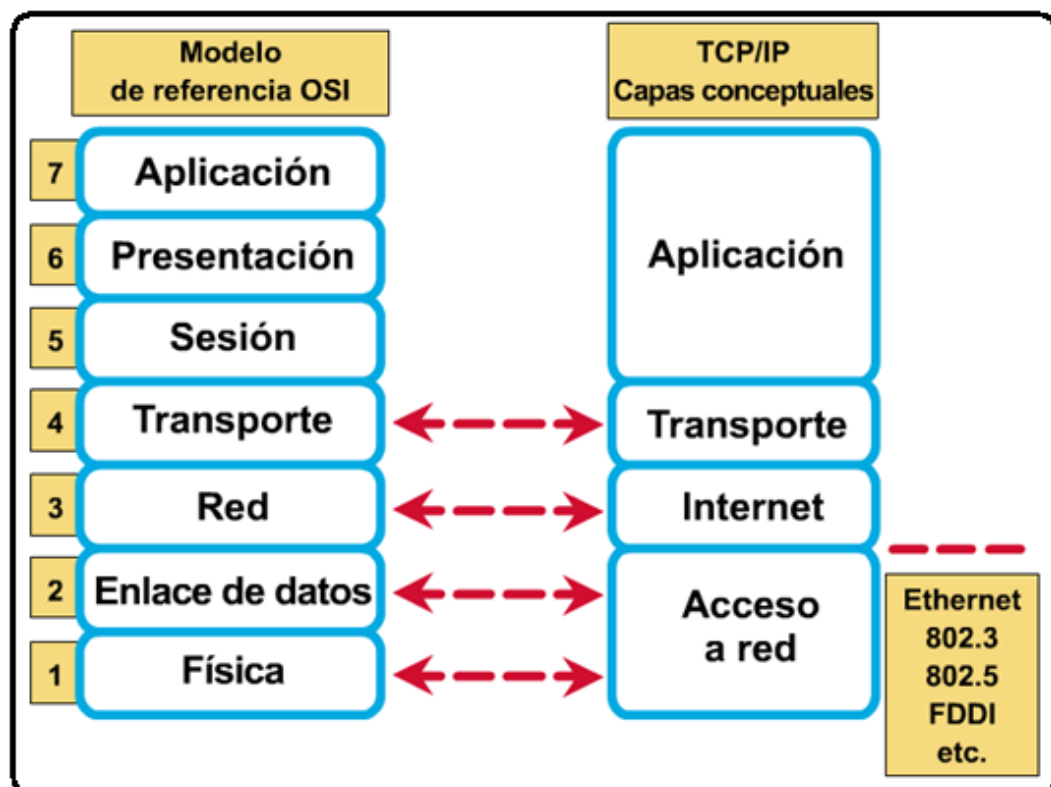
### 2.4.6.2 Modelo OSI

Según la opinión de Cesar A. Cabrera A. Instructor general de Cisco (ITQ) a nivel de CCNA, la opinión acerca del modelo OSI es la siguiente:

El modelo referencial de interconexión de sistema abierto (OSI), es un modelo de los protocolos abiertos que se pueden interconectar en cualquier sistema.

El modelo OSI fue diseñado por la Organización Internacional para la estandarización (ISO, International Organization for Standardization) para proporcionar un marco sobre el cual crear un conjunto de protocolos de sistemas abiertos.

En el modelo OSI, la capa acceso a la red y la capa de aplicación del modelo TCP/IP están subdivididas para describir funciones discretas que deben producirse en estas capas, como se muestra en la Figura N° 2.6.



**Figura N° 2. 6:** Comparación del modelo OSI y del modelo TCP/IP.

**Fuente:** <https://clasesunefa.files.wordpress.com/2012/06/tcpiposi.png>

## 2.4.7 Protocolo IPv4

Fundamentado en el libro: SISTEMAS TELEMÁTICOS. Tomado de José Manuel Huidobro Moya, se manifiesta que:

El protocolo IPv4 es el estándar actual de Internet para identificar dispositivos conectados a esta red.

El protocolo IPv4 implementa dos funciones básicas: direccionamiento y fragmentación. Los módulos IPv4 usan las direcciones que se encuentran en la cabecera para transmitir los paquetes hacia su destino, la selección de un camino para la transmisión se llama encaminamiento o enrutamiento.

El protocolo IPv4 usa cuatro mecanismos clave para prestar su servicio, que son los siguientes:

- **Tipo de Servicio:** El tipo de servicio es un conjunto abstracto o generalizado de parámetros que caracterizan las elecciones de servicio presentes en las redes que forman la Internet. Se utiliza para indicar la calidad del servicio requerido.
- **Tiempo de Vida:** El tiempo de vida es la indicación de un límite superior en el periodo de vida de un datagrama. Es fijado por el remitente del datagrama y reducido en los puntos a lo largo de la ruta donde es procesado. Si el tiempo de vida se reduce a cero antes de que el datagrama llegue a su destino, el datagrama es eliminado.
- **Opciones:** Las opciones son funciones de control necesarias que incluyen recursos para marcas de tiempo, seguridad y encaminamiento especial.
- **Suma de Control de Cabecera:** La suma de control de cabecera es la verificación de la información utilizada al procesar el datagrama y

garantizar que ha sido transmitido correctamente. Si la suma de control de cabecera falla, el datagrama es descartado inmediatamente por la entidad que detecta el error.

El protocolo IPv4 no proporciona ningún mecanismo de comunicación fiable, es decir; no existen acuses de recibo ni entre extremos ni entre saltos, no hay control de errores para los datos, sólo una suma de control de cabecera, tampoco hay retransmisiones ni existe control de flujo. Los errores detectados pueden ser notificados por medio del protocolo de mensajes de control de Internet (ICMP).

### **Direcciones IPv4**

Las direcciones IPv4 se representan por cuatro dígitos decimales separados por puntos, que equivalen al valor de cada uno de los cuatro bytes que componen la dirección. Cada interfaz de red de cada nodo de una red se identifica mediante al menos una dirección única de 32 bits.

Las direcciones IPv4 tienen una estructura jerárquica, en la cual una parte de la dirección corresponde a la red, y la otra al host dentro de la red. Cuando un router recibe un datagrama por una de sus interfaces compara la parte de red de la dirección con las entradas contenidas en sus tablas de enrutamiento y envía el datagrama por la interfaz correspondiente para llegar al destino final.

### **Problemas actuales de IPv4**

Los principales inconvenientes que actualmente presenta el protocolo IPv4 son los siguientes:

- El direccionamiento, para esto; existe una solución, la reasignación de dicho espacio de direcciones, el único inconveniente es que para esto sería necesaria una coordinación inimaginable, incluso en escala mundial.

- El uso de los añadidos como direccionamiento, seguridad, movilidad, y escalabilidad en forma simultánea.
- La gran dimensión de la tabla de enrutamiento en el troncal de Internet, que genera una notable eficacia y unos tiempos de respuesta deficientes en la red.

Los proveedores de servicios de Internet se ven obligados a proporcionar direcciones de IP privadas para sus usuarios, utilizando para ello mecanismos de traslación de direcciones de red (NAT), es decir utiliza una sola red pública para toda una red privada. El inconveniente con este proceso es la imposibilidad práctica de aplicaciones, debido a que muchos protocolos son incapaces de soportar los dispositivos NAT, como se detalla a continuación:

- El protocolo de transporte en tiempo real (RTP) y protocolo de control en tiempo real (RTCP) utilizan UDP (Protocolo de datagrama de usuario), con asignación dinámica de puertos, y el método NAT no soporta dicha traslación.
- No soporta direcciones Multicast aunque teóricamente es posible, en la práctica no se emplea ya que con NAT la configuración es muy complicada.
- IPsec pierde integridad, debido a que los mecanismos NAT cambian la dirección en la cabecera IP.

### **2.4.8 Protocolo IPv6**

Fundamentado en el libro: IPv6, ASPECTOS LEGALES DEL NUEVO PROTOCOLO INTERNET. Tomado de Jordi Palet Martínez, se dice que:

El protocolo IPv6 es la nueva versión del protocolo IP, llamado también protocolo de la siguiente generación. Ha sido diseñado por el IETF (Fuerza de Tareas de Ingeniería de Internet) para reemplazar en forma gradual a IPv4.

El protocolo IPv6 incorpora nuevas características con respecto a IPv4 como mayor espacio de direccionamiento, calidad de servicio (QoS), seguridad (IPsec), y movilidad, cubriendo de esta forma con las principales necesidades de los clientes.

#### **Características de IPv6**

Dentro de las principales características del protocolo IPv6 se recalcan las siguientes:

- Las direcciones constan de 128 bits, con lo que se soluciona el problema del agotamiento de direcciones del protocolo IPv4.
- En el momento que un host se conecta a una red recibe los datos necesarios para empezar a comunicarse. Los routers proveen de información a todos los nodos sobre un enlace local, por lo tanto un host puede auto-configurarse a sí mismo con la información proporcionada y con su dirección MAC.
- La movilidad ha llegado a ser una característica importante y crítica en las redes actuales. La nueva versión del protocolo es un estándar que permite a los dispositivos móviles desplazarse sin perder las conexiones existentes.

- Mientras el uso de IPSec<sup>18</sup> es opcional en IPv4, el mismo es una característica incorporada en IPv6. Por lo que, los diseñadores de las redes podrían habilitar IPSec en todos los nodos IPv6, haciendo de esta manera más segura a las redes inalámbricas.
- El enrutamiento de IPv6 es jerárquico y sin clases. Con esto se pretende conseguir la disminución en el tamaño de las tablas de enrutamiento en el router, haciendo más simples las tareas de enrutamiento.
- El protocolo IPv6 dispone de campos más amplios para definir la prioridad y flujo de cada paquete. Según el contenido de este campo, el router deberá darle un trato más o menos especial, consiguiendo así una calidad de servicio (QoS) mucho más óptima.
- Las opciones de cifrado y autenticación ofrecen confidencialidad e integridad de la información.

Nuevas tecnologías emergentes, como Bluetooth, GPS, redes domésticas, redes inalámbricas, sistemas de alarmas y dispositivos móviles que actualmente tienen acceso a Internet, hacen más patente la necesidad de crecimiento en cuanto a direccionamiento se refiere.

### **La cabecera IPv6**

La cabecera de un paquete IPv6 es más sencilla que la del paquete IPv4, con la ventaja de que presenta una mayor funcionalidad.

Como se observa en la Figura N° 2.7, IPv6 utiliza una nueva cabecera en la que las opciones están separadas de la cabecera base y de ser necesarias se insertan entre la cabecera base y los datos de nivel superior, esto simplifica y acelera en gran parte el proceso de encaminamiento ya que la mayoría de procesos no es necesario verificarlas.



El protocolo IPv6 utiliza además un tamaño de cabecera fijo de 40 bytes, que componen un total de ocho campos, los cuales son detallados a continuación:

- **Versión:** La versión utiliza 4 bits, este campo identifica la versión IP del paquete de datos, es decir; en el caso de IPv6 este campo tiene el valor binario 0110.
- **Clase de tráfico:** La clase de tráfico está compuesto por 8 bits, para poder diferenciar entre servicios sensibles a la latencia (suma de retardos temporales dentro de una red), como por ejemplo voz sobre IP (VoIP), de otros que no necesitan prioridad, como el tráfico http.
- **Etiqueta de flujo:** La etiqueta de flujo tiene 20 bits, la cual permite la diferenciación de flujos de tráfico. Esto es de gran importancia a la hora de asignar la calidad de servicio (QoS).
- **Longitud de la carga útil (payload):** La longitud de la carga útil contiene 16 bits, y describe el tamaño en octetos de la sección de datos del paquete. Al ser este campo de 16 bits, podremos usar paquetes de hasta más de 64000 bytes.
- **Siguiente cabecera:** La siguiente cabecera está compuesto por 8 bits, los cuales se utiliza para indicar el protocolo al que corresponde la cabecera.
- **Límite de saltos:** El límite de saltos tiene 8 bits, este campo especifica el número de saltos que puede hacer el paquete antes de ser desechado. Con 8 bits podremos tener un máximo de 255 saltos.
- **Dirección de origen y de destino:** La dirección de origen y de destino está representado por 128 bits cada una, y son las direcciones de los nodos IPv6 que realizan la comunicación.



**Figura N° 2. 7:** Cabecera IPV6.

**Fuente:** <http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/graficos/ipv6.gif>

### Campo de Siguiete Cabecera de IPv6

Dentro de una cabecera de IPv6 existe un campo llamado siguiete cabecera que permite describir con más detalle las opciones del paquete.

En el campo de siguiete cabecera se codificarán las opciones presentes en la siguiete cabecera como se muestra en la Tabla N° 2.1:

Siguiete cabecera	Valor de campo
Opciones de salto por salto	0
Opciones de destino	60
Encaminamiento	45
Fragmento	44
Autenticación	51
Encapsulación	50
Ninguna	59

**Tabla N° 2. 1:** Valor de campo de la siguiete cabecera.

**Fuente:** Investigador, en base a la página:

<http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8520/5/T10511CAP3.pdf>

Esta arquitectura es muy flexible, ya que cada cabecera tiene un campo de siguiente cabecera, con lo que se puede tener varias opciones agregadas.

## **Direccionamiento IPv6**

Basado en la página: <http://www.rau.edu.uy/ipv6/queesipv6.htm#05>, que dice:

La característica más representativa que distingue a IPv6 es el uso de direcciones mucho más larga. El tamaño de una dirección en IPv6 es de 128 bits, es decir; cuatro veces más larga que una dirección IPv4. Con IPv6 es muy difícil llegar a pensar que el espacio de direcciones se agote.

## **Sintaxis de las direcciones de IPv6**

Las direcciones IPv4 están representadas en un formato decimal separado por puntos. Estas direcciones de 32 bits están divididas en límites de 8 bits. Cada conjunto de 8 bits es convertido a su equivalente decimal y separado por puntos, como se muestra a continuación:

**192.168.1.252**

En IPv6 en cambio, para las direcciones de 128 bits existen divisiones en límites de 16 bits, y cada bloque de 16 bits es convertido a un número hexadecimal y separado por dos puntos (:).

**21DA:00D3:0000:2F3B:02AA:00FF:FE28:9C5A**

La representación IPv6 puede ser adicionalmente simplificada removiendo los ceros más significativos (a la izquierda) existentes dentro de cada bloque de 16 bits, sin embargo cada bloque debe tener al menos un dígito. Con la supresión de ceros, la representación de la dirección queda de la siguiente forma:

**21DA:D3:0:2F3B:2AA:FF:FE28:9C5A**

Algunos tipos de direcciones contienen largas secuencias de ceros. Para favorecer la simplificación en la representación de las direcciones, una secuencia continua de bloques de 16 bits con valor 0 puede ser compactada utilizando el símbolo “::” conocido como doble dos puntos. Por ejemplo, la dirección de enlace local.

**FE80:0:0:0:2AA:FF:FE9A:4CA2**

Puede ser compactada así:

**FE80::2AA:FF:FE9A:4CA2**

Cabe indicar que la compactación de ceros puede ser solamente utilizada una vez en una dirección dada.

## **Tipos de direcciones IPv6**

El protocolo IPv6 tiene los siguientes tipos de direcciones:

- **Unicast:** Una dirección unicast es aquella que identifica una interfase única dentro del ámbito del tipo de direcciones unicast. Con la topología apropiada para ruteo unicast, los paquetes direccionados a una dirección unicast son entregados a una sola interfase.
- **Multicast:** Una dirección multicast es la que identifica múltiples interfasas. Con la topología apropiada para ruteo multicast, los paquetes direccionados a una dirección multicast son entregados a todas las interfasas que son identificadas por la dirección.
- **Anycast:** Una dirección anycast es aquella que identifica múltiples interfasas. Con la topología apropiada de ruteo, los paquetes direccionados a una dirección anycast son entregados a una sola interfase, la interfase

más cercana que es identificada por la dirección, la interfase más cercana es definida en términos de distancia de ruteo.

## Direcciones Especiales

Las siguientes son direcciones IPv6 especiales:

- **Dirección No Especificada (0:0:0:0:0:0:0 ó ::):** La dirección no especificada es utilizada únicamente para indicar la ausencia de una dirección.
- **Dirección de Loopback: (0:0:0:0:0:0:1 ó ::1):** La dirección de loopback es utilizada para identificar una interface de loopback, permitiendo a un nodo enviar paquetes a sí mismo.

El protocolo IPv6 se ha diseñado para que no se sature, ofreciendo un soporte optimizado para permitir su aplicación y escalabilidad a nuevas tecnologías y proyectos, permitiendo introducir mejoras en el futuro, para esto se ha añadido un mecanismo denominado etiqueta de flujo para que el origen pueda solicitar la gestión especial de los paquetes. Este mecanismo permite transmitir tráfico como sonido y video en tiempo real.

Pasar de IPv4 a IPV6 no es simplemente una cuestión de transición ni de migración sino más bien de integración y de evolución debido a la implementación de nuevos dispositivos, sistemas operativos y aplicaciones que cumplen con las necesidades actuales para alcanzar un mejoramiento eficaz en la transmisión de información en las redes y una calidad de servicio óptima, sin dejar a un lado el inevitable comercio electrónico móvil y la salud de la red global, los cuales todas las aplicaciones y servicios antes mencionados necesariamente necesitarán una dirección única.

### **2.4.9 Protocolo MPLS**

Fundamentado en el libro: **SERVICIOS AVANZADOS DE TELECOMUNICACIÓN**. Tomado de María Carmen España Boquer, dice que:

El protocolo MPLS (multi-protocolo de conmutación mediante etiquetas), es un protocolo que usa etiquetas para tomar decisiones de reenvío de tráfico, creado por la IETF (Fuerza de Tareas de Ingeniería de Internet) y definido en el RFC 3031 (Registro Federal de Contribuyentes). Este protocolo opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red del modelo OSI.

Con la tecnología MPLS el análisis capa 3 del encabezado de un paquete se hace sólo una vez, en el punto donde el paquete entra al dominio MPLS, y por medio de la inspección de las etiquetas.

Así se obtiene una mayor velocidad al no tener que procesar el encabezado de IP en cada salto, ya que las decisiones de reenvío se toman comparando las etiquetas, al igual que un switch normal, en lugar de con una base de información de ruteo, esto reduce el tamaño adicional en los paquetes de datos que se adiciona para su direccionamiento o encabezados, se obtiene también ingeniería de tráfico (TE), calidad de servicio (QoS), y redes privadas virtuales (VPN), además se puede aplicar a cualquier protocolo de la capa de red.

#### **Descripción del funcionamiento MPLS**

La operación del protocolo MPLS se basa principalmente en componentes funcionales como el envío y control de paquetes, y que actúan ligadas íntimamente entre sí de una manera ordenada y sincronizada.

## **Funcionamiento del envío de paquetes en MPLS**

Según, Barberá José. Revista: Actas del V Congreso de Usuarios de Internet, manifiesta que:

La base fundamental del protocolo MPLS está en la asignación e intercambio de etiquetas que permiten la determinación de los caminos LSP que se va a utilizar por la red.

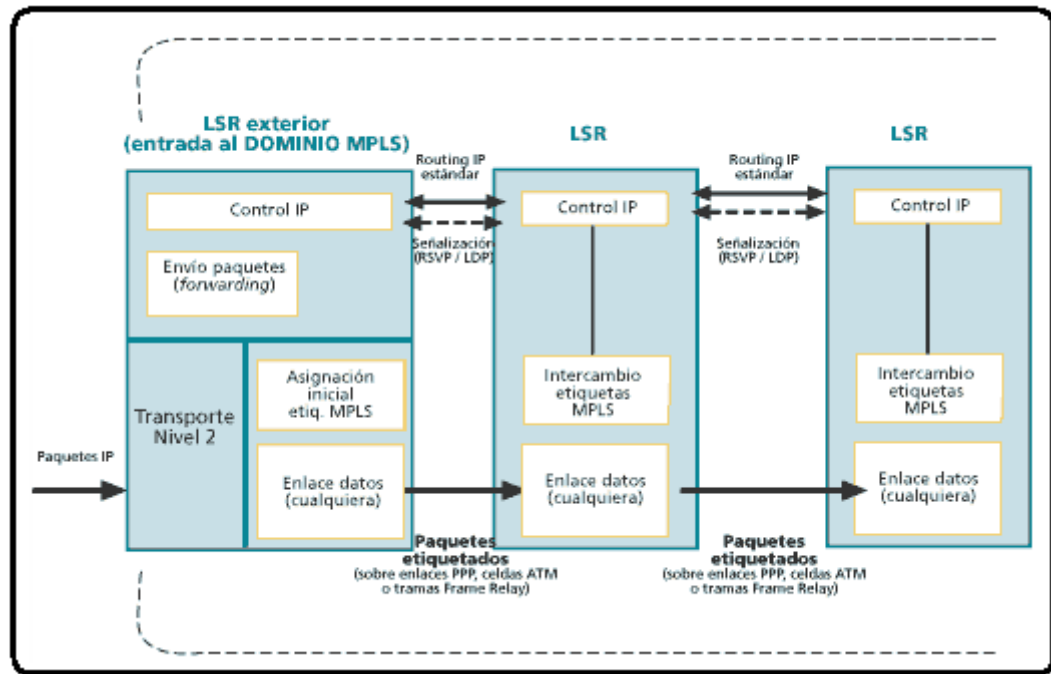
El LSP posee características simplex, es decir se establecen para un sentido del tráfico en cada punto de entrada a la red; para el tráfico dúplex se requieren dos LSPs, uno en cada sentido.

Cada LSP es creado con el objetivo de enlazar uno o más saltos, en los que se intercambian las etiquetas, de modo que cada paquete se envía de un conmutador de etiquetas conocido como Label-Switching Router (LSR) a otro, a través del dominio MPLS. Un LSR es un router especializado en el envío de paquetes etiquetados por MPLS, como indica la Figura N°2.28.

MPLS separa los dos componentes funcionales de control (routing) y de envío (forwarding). De igual forma, el envío se implementa mediante el intercambio de etiquetas en los LSPs, sin embargo, MPLS no utiliza ninguno de los protocolos de señalización ni de enrutamiento definidos por el ATM; en lugar de ello, en MPLS o bien se utiliza el protocolo de reserva de recursos (RSVP), o bien un nuevo estándar de señalización el protocolo de distribución de etiquetas (LDP).

Una red IP habilitada para MPLS es ahora mucho más sencilla de gestionar, puesto que ahora ya no hay que administrar dos arquitecturas diferentes a base de transformar las direcciones IP y las tablas de enrutamiento en las direcciones, esto lo resuelve el procedimiento de intercambio de etiquetas MPLS.

MPLS puede utilizar otros transportes como Frame Relay, o directamente sobre líneas punto a punto, restringiendo la función de ATM para el transporte de datos a base de celdas.



**Figura N° 2. 8:** Dominio MPLS.

**Fuente:** <http://www.rediris.es/difusion/publicaciones/boletin/53/enfoque1.4.gif>

Un camino LSP es el circuito virtual que siguen por la red todos los paquetes asignados a la misma.

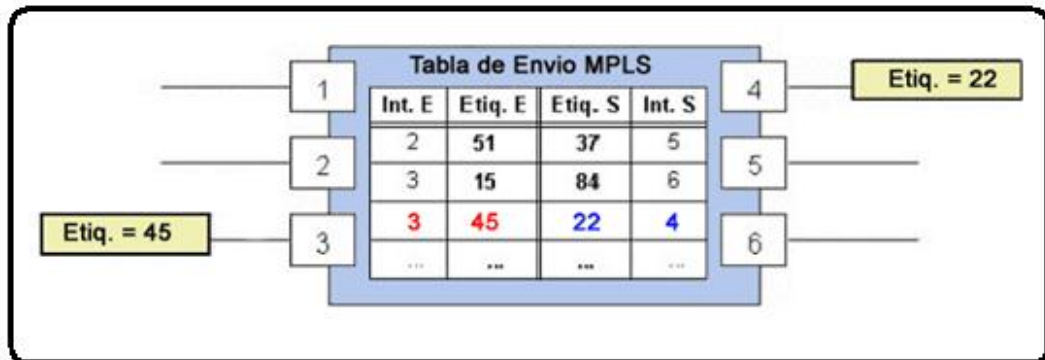
Al primer LSR que interviene en un LSP se le denomina de entrada o de cabecera y al último se le denomina de salida o de cola. Los dos están en el exterior del dominio MPLS, el resto entre ambos son LSRs interiores del dominio MPLS.

Un LSR es como un router que funciona a base de intercambiar etiquetas según una tabla de envío. Esta tabla se construye a partir de la información de enrutamiento que proporciona la componente de control.

Cada entrada de la tabla contiene un par de etiquetas entrada/salida correspondientes a cada interfaz de entrada, que se utilizan para acompañar a cada paquete que llega por ese interfaz y con la misma etiqueta.



A un paquete que llega al LSR por el interfaz 3 de entrada con la etiqueta 45 el LSR le asigna la etiqueta 22 y lo envía por el interfaz 4 de salida al siguiente LSR, de acuerdo con la información de la tabla, como muestra la Figura N° 2.9.



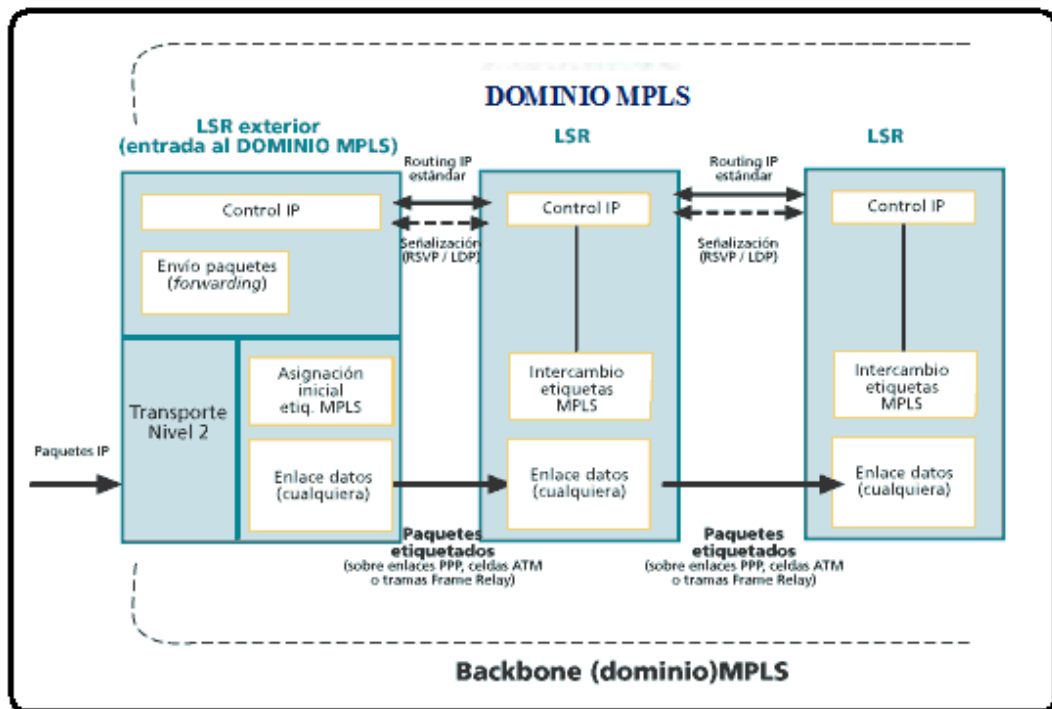
**Figura N° 2. 9:** LSR (Label Switching Routers).

**Fuente:** [http://ldc.usb.ve/~poc/RedesII/Grupos/G5/images\\_expo/lsr.gif](http://ldc.usb.ve/~poc/RedesII/Grupos/G5/images_expo/lsr.gif)

El algoritmo de intercambio de etiquetas requiere la clasificación de los paquetes a la entrada del dominio MPLS para poder hacer la asignación por el LSR de cabecera.

Dentro del dominio MPLS los LSR ignoran la cabecera IP; solamente analizan la etiqueta de entrada, consultan la tabla correspondiente a la conmutación de etiquetas y la reemplazan por una nueva, de acuerdo con el algoritmo de intercambio de etiquetas.

Al llegar el paquete al LSR de cola, ve que el siguiente salto lo saca de la red MPLS, al consultar ahora la tabla de conmutación de etiquetas retira ésta y envía el paquete por enrutamiento convencional, como indica la Figura N° 2.10.



**Figura N° 2. 10:** Dominio MPLS.

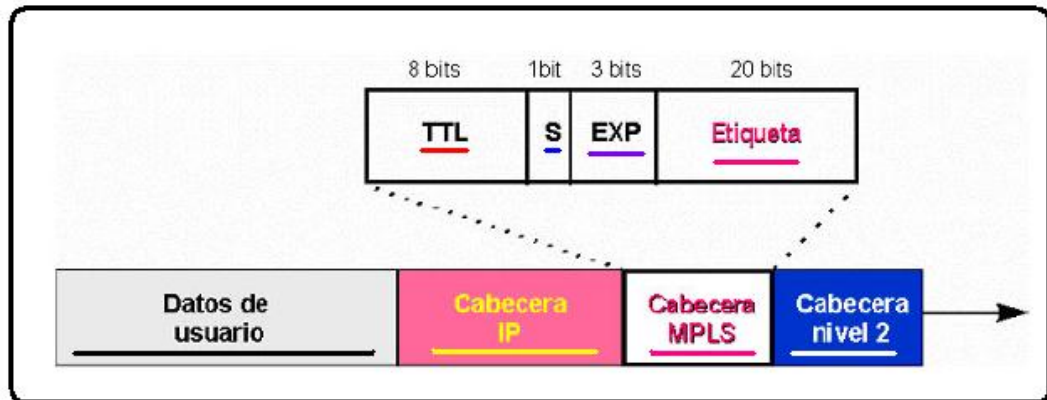
**Fuente:** <http://www.rediris.es/difusion/publicaciones/boletin/53/enfoque1.4.gif>

La identidad del paquete original IP queda enmascarada durante el transporte por la red MPLS, que ve únicamente las etiquetas que necesita para su envío por los diferentes saltos LSR que configuran los caminos LSP.

Si la tecnología de nivel 2 no soporta el campo, entonces se emplea una cabecera genérica MPLS de 4 octetos, que contiene un campo específico para la etiqueta y que se inserta entre la cabecera del nivel 2 y la del paquete en el nivel 3.

En la Figura N° 2.11 se muestra el esquema de los campos de la cabecera genérica MPLS y su relación con las cabeceras de los otros niveles. Donde se observa, los 32 bits de la cabecera MPLS se reparten en: 20 bits para la etiqueta MPLS, 3 bits para identificar la clase de servicio en el campo experimental, anteriormente llamdo CoS, 1 bit de stack para poder apilar etiquetas de forma jerárquica (S) y 8 bits para indicar el tiempo de vida (TTL), que sustenta la funcionalidad estándar TTL de las redes IP. De este modo, las cabeceras MPLS permiten cualquier

tecnología o combinación de tecnologías de transporte, con la flexibilidad que esto amerita para un proveedor IP a la hora de extender su red.



**Figura N° 2. 11:** Control de la información en MPLS.

**Fuente:** [http://ldc.usb.ve/~poc/RedesII/Grupos/G5/images\\_expo/figura5.jpg](http://ldc.usb.ve/~poc/RedesII/Grupos/G5/images_expo/figura5.jpg)

A continuación se destacan los aspectos básicos del funcionamiento MPLS:

- **Tablas de envío que establecen los LSPs:** Las tablas de envío que establecen los LSPs están relacionados con la información que se tiene sobre la red, como es: topología, patrón de tráfico, características de los enlaces, etc. Es decir; se habla de la información de control típica de los algoritmos de enrutamiento.

El protocolo MPLS necesita esta información para establecer los caminos virtuales LSPs. Lo más lógico es utilizar la propia información de enrutamiento que manejan los protocolos internos IGP (OSPF, IS-IS, RIP), para construir las tablas de enrutamiento, cabe recalcar que LSR son routers con funcionalidad añadida, esto es lo que hace MPLS precisamente para cada ruta IP en la red, se crea una ruta denominada camino de etiquetas, a base de concatenar las de entrada/salida en cada tabla de los LSRs.

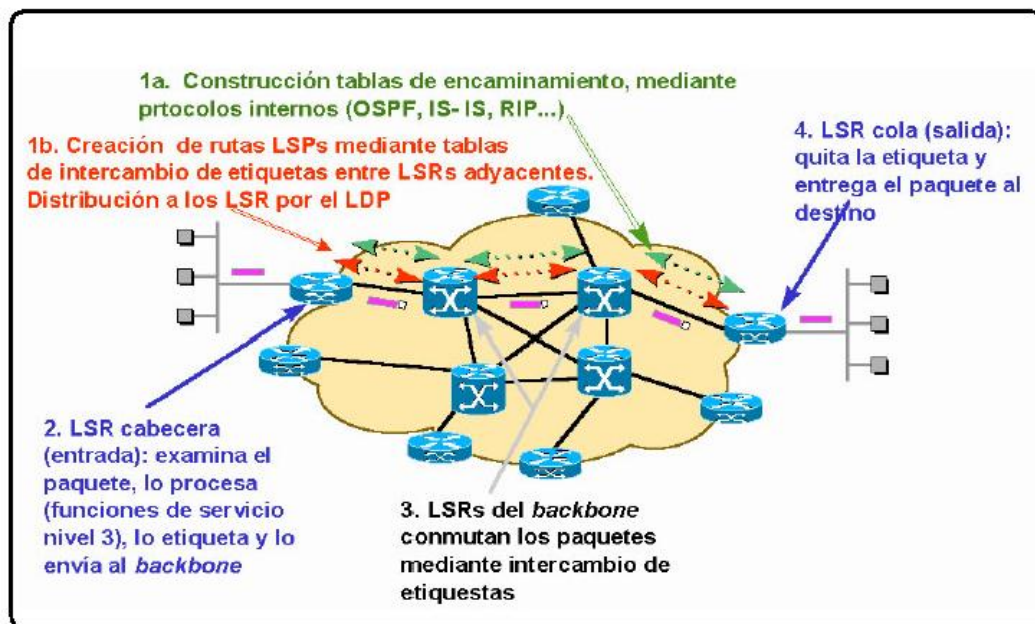
- **Distribución de la información sobre las etiquetas a los LSRs:** La distribución de la información sobre las etiquetas se refiere a la información de señalización, pero en el momento que se quiera establecer un circuito virtual se necesita algún tipo de señalización para marcar el camino, es decir; para la distribución de etiquetas entre todos los nodos de la red. Sin embargo, la arquitectura MPLS no asume un único protocolo de distribución de etiquetas, por lo que se están estandarizando algunos ya existentes con las correspondientes extensiones, como el protocolo de reservas de recursos (RSVP) del modelo de servicios integrados de la fuerza de tareas de ingeniería de Internet (IETF).

### **Funcionamiento global MPLS**

Una vez analizados todos los componentes funcionales del protocolo MPLS, el esquema global de funcionamiento es el que se muestra en la Figura N° 2.12, donde quedan reflejadas las diversas funciones en cada uno de los elementos que integran la red MPLS. Es importante recalcar que en el borde de la nube MPLS tenemos una red convencional de routers IP.

El núcleo MPLS proporciona una arquitectura de transporte que hace aparecer a cada pareja de routers a una distancia de un sólo salto. Están unidos virtualmente es decir de forma lógica todos los routers en una topología de malla. Dicha unión a un solo salto se realiza por MPLS mediante los correspondientes LSPs, aunque en realidad puede haber más de uno para cada pareja de routers.

La diferencia con topologías conectivas reales es que en MPLS la construcción de caminos virtuales es mucho más flexible y que no se pierde la visibilidad sobre los paquetes IP. Todo ello genera enormes posibilidades a la hora de mejorar el rendimiento de las redes y de soportar nuevas aplicaciones acorde a las necesidades del usuario.



**Figura N° 2. 12:** Funcionamiento global MPLS.

**Fuente:** [http://ldc.usb.ve/~poc/RedesII/Grupos/G5/images\\_expo/figura6.jpg](http://ldc.usb.ve/~poc/RedesII/Grupos/G5/images_expo/figura6.jpg)

#### 2.4.10 Tipos De Redes

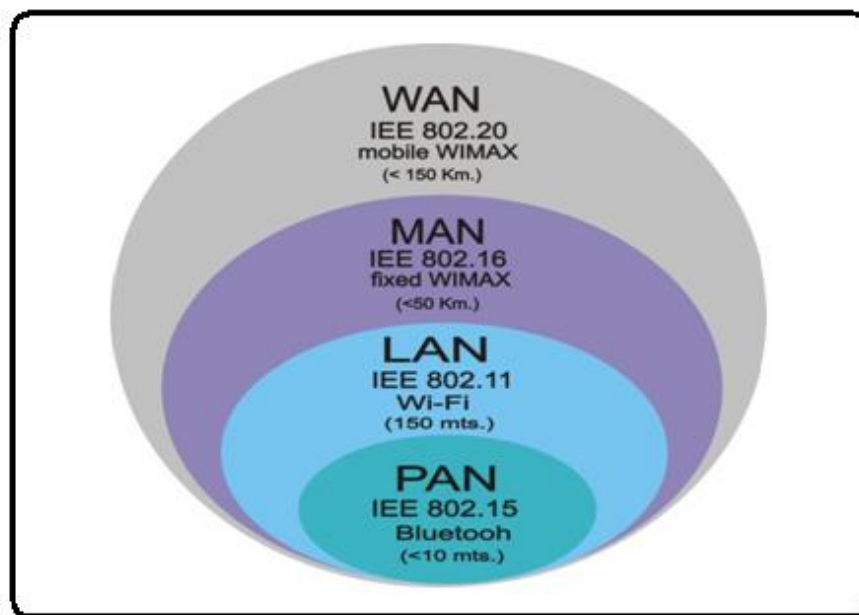
Fundamentado en el libro: TECNOLOGÍAS Y REDES DE TRANSMISIÓN DE DATOS. Tomado de Enrique Herrera Pérez, que manifiesta lo siguiente:

Los principales tipos de redes son las que se detallan a continuación:

- **Red de Área Personal (PAN):** Una red de área personal es la interconexión de una o varias computadoras y periféricos, y su extensión está limitada físicamente a un edificio o a un entorno de 200 metros.
- **Red de Área Local (LAN):** La red de área local es una red que conecta los ordenadores en un área relativamente pequeña y predeterminada como por ejemplo una habitación, un edificio, es decir; generalmente son redes privadas.

- **Red de Área Metropolitana (MAN):** La red de área metropolitana es una red de alta velocidad que da cobertura dentro un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y vídeo.
- **Red de Área Amplia (WAN):** La red de área amplia es una red informática que se extiende sobre un área geográfica extensa, contiene una colección de máquinas dedicadas a ejecutar programas de aplicación.

El posicionamiento de los estándares IEEE que corresponden a las redes inalámbricas se representa a continuación en la Figura N° 2.13.



**Figura N° 2. 13:** Posicionamiento de Estándares Inalámbricos.

**Fuente:** <http://solucionwifi.com.ar/>

### 2.4.11 Redes Inalámbricas

Basado en REDES DE COMPUTADORAS. Tomado de la página: <http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/9287511/Redes-De-Computadoras.html>, que acota lo siguiente:

Una red inalámbrica (wireless network), es aquella que se comunica por un medio de transmisión no guiado (sin cables) mediante ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción de la información se realizan a través de antenas.

En los últimos años las comunicaciones y las redes inalámbricas han gozado de gran éxito comercial y esto se debe a que es posible su implementación en lugares donde la instalación de cables sea muy costosa o a su vez no sea posible por la zona geográfica del sector.

Los aspectos teóricos están relacionados con la solución en forma de onda que admiten las ecuaciones de Maxwell, a diferencia de las ondas mecánicas, las ondas electromagnéticas no necesitan de un medio material para propagarse; es decir, pueden desplazarse por el vacío (aire) a una velocidad constante, muy alta de ( $3 \times 10^6 \frac{Km}{s}$ ), pero no es infinita; incluyen entre otras la luz visible y las ondas de radio, televisión y telefonía.

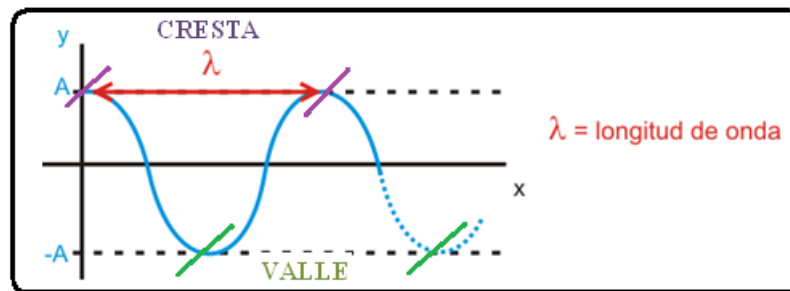
Las ondas electromagnéticas que se propagan mediante una oscilación de campos eléctricos y magnéticos, son también un soporte para las telecomunicaciones y el funcionamiento complejo del mundo actual.

#### 2.4.11.1 Longitud de onda

Basado en Ondas y Sonido. Tomado de la página:

<http://www.profesorenlinea.cl/fisica/SonidoOndas.htm>, la cual dice:

La longitud de onda es la distancia existente entre dos crestas o valles, como se observa en la Figura N° 2.14.



**Figura N° 2. 14:** Longitud de Onda.

**Fuente:** Investigador basado en: <http://acer.forestales.upm.es>

La relación entre la velocidad de onda y la frecuencia, en forma matemática se expresa:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Dónde:

$\lambda$ = Longitud de onda ( $\frac{\text{metros}}{\text{ciclo}}$ ).

$c$ = Velocidad de la luz  $3 * 10^8$  ( $\frac{m}{s}$ ).

$f$ = Frecuencia (Hz).

La longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia de onda, y directamente proporcional a su velocidad de propagación de energía electromagnética, en el espacio libre es de  $3 * 10^8 \frac{m}{s}$ .

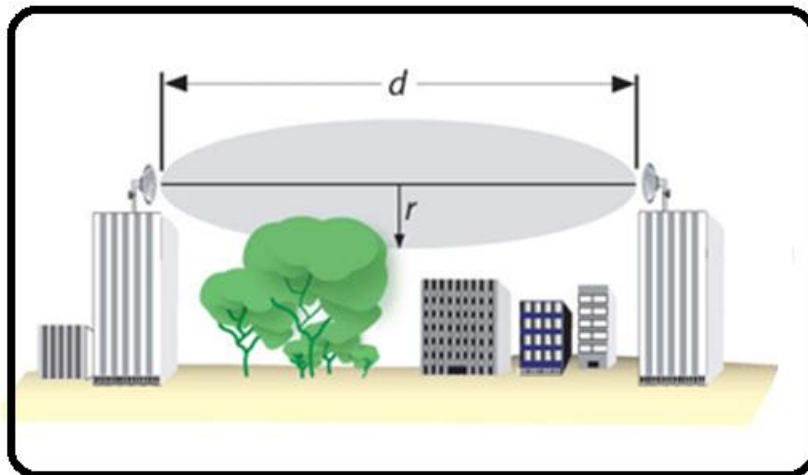
#### 2.4.11.2 Zona de Fresnel

Fundamentado en: FOLLETO DE TELEMÁTICA. Tomado de Ing. Pablo Hidalgo, EPN, en donde se expresa que:

La zona de Fresnel es el lóbulo de cobertura entre las antenas correspondientes al enlace, la cual debe estar libre de obstáculo para que la comunicación entre 2 puntos sea correcta, como se observa en la Figura N°2.15.



Un factor fundamental que se deriva de la teoría de las ondas electromagnéticas es la zona de Fresnel, que representa una zona despejada que hay que tener en consideración en un enlace inalámbrico punto multi-punto, además de la visibilidad directa entre las dos antenas, respecto de la expansión de las mismas al viajar en el espacio libre, que resulta de reflexiones y cambios de fase al pasar sobre un obstáculo.



En la cual:

**d** = Es la distancia entre la antena emisora y la antena receptora.

**r** = Es el radio de la zona de Fresnel.

**Figura N° 2. 15:** Diagrama explicativo de la Zona de Fresnel.

**Fuente:** <http://asterion.almadark.com>

La obstrucción máxima permisible para no considerar como importante a dicha obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel, sin embargo para el campo laboral la obstrucción máxima recomendada es el 20%, es decir el 80% debe estar despejado.

La fórmula general de cálculo de las zonas de Fresnel se muestra en la expresión:

$$r_n = 548 \sqrt{\frac{n * d_1 * d_2}{f * d}}$$

Dónde:

$r_n$  = Es el radio de la enésima zona de Fresnel (m).

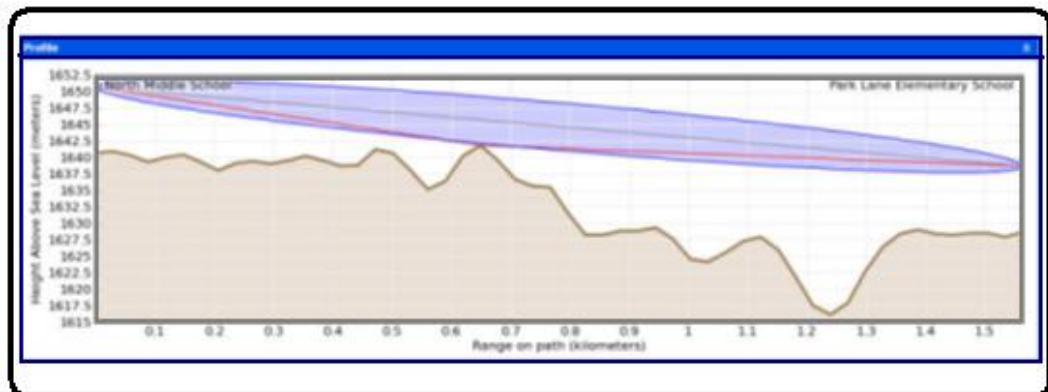
$d_1$  = Es la distancia desde el transmisor al objeto (Km).

$d_2$  = Es la distancia desde el objeto al receptor (Km).

$d$  = Es la distancia total del enlace (Km).

$f$  = Es la frecuencia (MHz).

Para establecer las zonas de Fresnel primero se debe determinar la línea de vista, que en términos simples es una línea recta entre la antena transmisora y la antena receptora, utilizando binoculares en un día claro es muy sencillo determinar si existe línea de vista entre dos puntos separados por unos pocos kilómetros, pero al tratarse de varios kilómetros es necesaria la utilización de un software que permita la ubicación correcta de las antenas para obtener una línea de vista óptima, como muestra la Figura N° 2.16 a continuación.



**Figura N° 2. 16:** Línea de vista representada en el software LinkPlanner.

**Fuente:** <http://img97.imageshack.us/img97/5503/ricardop.jpg>

Los principales obstáculos que se presentan en la línea de vista son:

- Zona geográfica.
- La curvatura de la tierra.
- Edificios.
- Vegetación.

### 2.4.11.6 Frecuencia

Fundamentado en el libro: COMUNICACIONES INALÁMBRICAS, tomado de Roldan, David, el cual manifiesta que:

Se conoce como frecuencia a la magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier señal o fenómeno periódico. La frecuencia se mide en Hertz (Hz), y su expresión matemática es la siguiente:

$$f = \frac{1}{T}$$

En la cual:

**f** = Es la Frecuencia de la señal y está dada en Hz (Hertz).

**T** = Es el periodo de la señal y está dada en s (segundos).

Existen varios tipos de ondas electromagnéticas que dependen de la frecuencia, entre las principales tenemos las siguientes:

- Si la frecuencia está en el intervalo de 0 a 10 MHz, se las conoce como ondas nocturnas e invernales "ondas frías", la principal característica de este tipo de ondas es que con sol no viajan mucho pero al atardecer obtienen grandes viajes que se propagan hasta el amanecer del siguiente día, tiene un alcance de 30, 40, 80, y hasta 160 metros.
- Para frecuencias de 10 a 15 MHz, en la zona de 7 a 12 MHz son llamadas ondas diurnas, pues en el día viajan distancias medias pero ejecutan amplios recorridos poco antes del amanecer, mientras que las de 12 a 15 MHz son de atardecer ya que su recorrido en la puesta del sol es de 20 a 30 metros.
- En frecuencias entre 15 y 30 MHz, son ondas diurnas las cuales logran su recorrido durante el día y en el verano en la noche, no tienen propagación de 10, 12, 15, 17, hasta 20 metros.

### 2.4.11.7. Espectro Electromagnético

Fundamentado en el libro: FÍSICA GENERAL. Tomado de Santiago Burbano de Ercilla, Carlos Gracia Muñoz, en el que se dice lo siguiente:

Espectro electromagnético es la distribución del conjunto de las ondas electromagnéticas.

En la Figura N° 2.23 se observa que el espectro electromagnético se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta llegar a las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio.

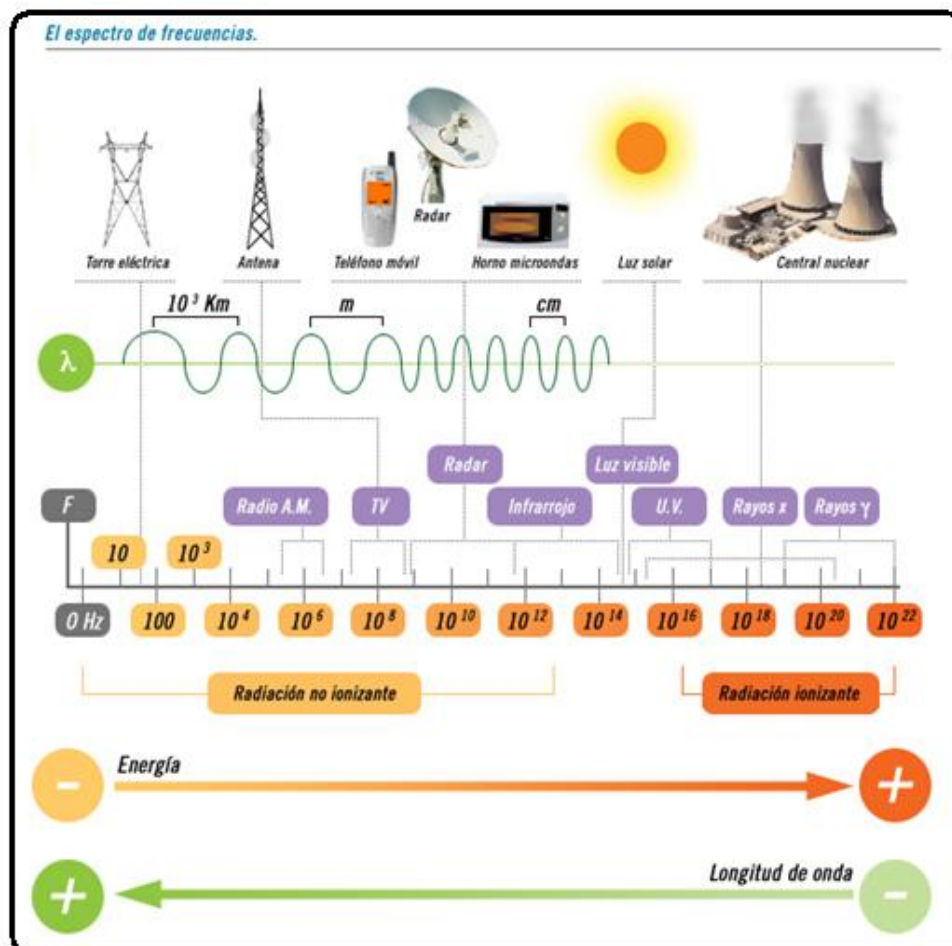


Figura N° 2.17: Espectro Electromagnético de Frecuencias.

Fuente: <http://bluearch-bioarquitectura.blogspot.com>

#### **2.4.11.8 Espectro Radioeléctrico**

En base a la página: <http://es.scribd.com/doc/41971173/4/Definicion-del-Espectro-Radioelectrico> que dice lo siguiente:

El espectro radioeléctrico es un bien público. Cada país en su legislación cuenta con definiciones que delimitan el concepto con la descripción de las bandas de frecuencia que lo integran.

En la práctica, el espectro radioeléctrico se reduce a un recurso que comprende las frecuencias desde 9 KHz hasta 60-100 GHz. Esto no impide que, de forma experimental, se usen bandas superiores, hasta los 275 GHz, de hecho, la ITU-R incluso planifica provisionalmente las atribuciones de bandas hasta los 400 GHz, aunque sus usos no hayan sido contemplados en cada país.

El espectro radioeléctrico es el único recurso capaz de limitar el posible número de prestatarios de unos determinados servicios basados en la movilidad y la ubicuidad, que requieren el uso de radiofrecuencias, como alternativa a las redes de acceso tradicionales (Wi-Fi, Wi-Max).

Es necesaria la regularización del Espectro de Radiofrecuencia para evitar interferencias y que se ponga en riesgo la seguridad de las personas, para esto se requiere una planificación administrativa.

#### **2.4.11.9 Velocidad de Transmisión**

Fundamentado en el libro: TRANSMISIONES DE DATOS Y REDES DE COMUNICACIÓN, tomado de Behrouz A. Forozan, recalca lo siguiente:

La velocidad de transmisión es aquella velocidad a la que las ondas de ultrasonidos se viajan por un medio determinado dependiendo de la densidad y de la elasticidad de dicho medio. Esta velocidad es fundamental, puesto que a más de

ser uno de los factores que intervienen en la calidad de transmisión, es la base para calcular la potencia con la que la onda llega a su destino.

#### **2.4.11.9 Perfil del terreno:**

Fundamentado en el libro: LECTURA E INTERPRETACIÓN DE DATOS. Tomado de Felipe Eleazar Sánchez Martínez, manifiesta que:

Existen varios métodos para definir el perfil del terreno entre las más destacadas se tiene:

- Cartas topográficas
- Software

#### **Cartas topográficas**

Las cartas topográficas son documentos gráficos que sirven para representar a escala y con finalidad métrica en un plano.

#### **Características de las cartas topográficas:**

- **Proyección:** La proyección es simple y exacta, y abarca porciones reducidas de la superficie terrestre (escala),
- **Ubicación:** La ubicación es la superficie comprendida en una carta topográfica y está referida a dos sistemas de coordenadas, uno mundial en grados y otro local en kilómetros.
- **Planimetría-Escala:** La planimetría son las magnitudes representadas en la carta topográfica, y son proporcionales a las reales a través de una escala (especificado en el margen).

- **Relieve-Curvas de nivel:** El relieve es el conjunto de irregularidades que presenta la superficie terrestre.
- **Barimetría:** La barimetría es la representación de los desniveles que se encuentran bajo el agua con respecto a un nivel cero.

La construcción de un perfil resulta de gran utilidad, básicamente porque permite tener una idea más representativa de las características de los desniveles del terreno, que la que nos ofrece la simple observación de una carta topográfica o mapa, para ello se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- **Trazo de perfiles:** El trazo de perfiles es la construcción gráfica en donde se registran, a una escala vertical y otra horizontal, las variaciones de altura (desniveles) que se presentan a lo largo de una línea considerada.
- **Perfil Fotográfico:** Un perfil fotográfico es una sección vertical que hacemos del terreno en una dirección determinada, ya sea transversalmente a un valle a lo largo de una montaña.
- **Áreas por coordenadas:** Las áreas por coordenadas son la magnitud de una porción de terreno, y se puede obtener empleando las coordenadas UTM de los puntos esquineros.

### **Software / Aplicaciones online**

Existen varios programas informáticos que permiten simular los enlaces inalámbricos de una forma óptima, uno de los más robustos es el software PTP LinkPlanner.

Esta aplicación permite que el diseñador de la red pueda determinar las principales características de rendimiento de enlaces inalámbricos, además permite recrear situaciones hipotéticas, basadas en la zona geográfica, distancia,

altura de la antena, potencia de transmisión y otros factores a fin de optimizar el rendimiento del sistema antes de su implementación.

El modelo PTP LinkPlanner se encuentra disponible para PC y Mac, en la referencia: <http://www.cambiumnetworks.com/linkplanner>.

Existen varios factores que determinan un alcance óptimo en la red, dentro de los principales se recalca:

- Potencia de salida del transmisor.
- Sensibilidad del receptor.
- Frecuencia de operación, a mayor frecuencia mayor atenuación.
- Ganancia de las antenas, a mayor frecuencia la antena tendrá mayor ganancia.
- Pérdidas en el sistema, atenuación de espacio, pérdida en los conectores, alimentadores, etc.

#### **2.4.11.10 Antenas**

Fundamentado en el libro: SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS. Tomado de Wayne Tomásí.

Una antena es un dispositivo que sirve para transmitir y recibir ondas de radio.

Existen tres tipos de antenas las cuales son:

- Omnidireccionales.
- Direccionales.

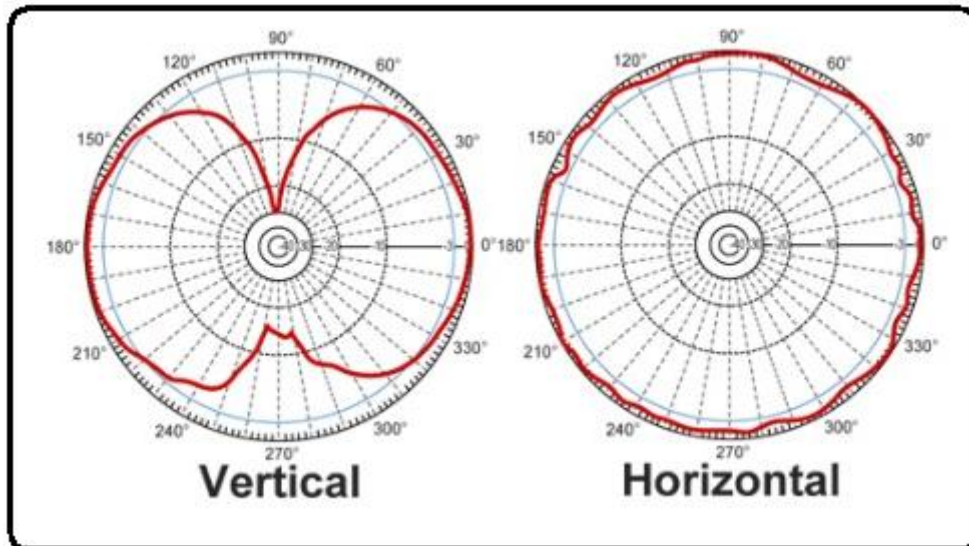


- Sectoriales.

### Antenas Omnidireccionales

Las antenas omnidireccionales son dispositivos que emiten la señal en todas direcciones, además lo hacen de una forma muy homogénea, es decir; prácticamente emiten a la misma potencia hacia todos lados.

Los fabricantes de antenas proporcionan los gráficos de emisión de las mismas en dos diagramas como se muestra en la Figura N° 2.24.



**Figura N° 2.18:** Antenas Omnidireccionales.

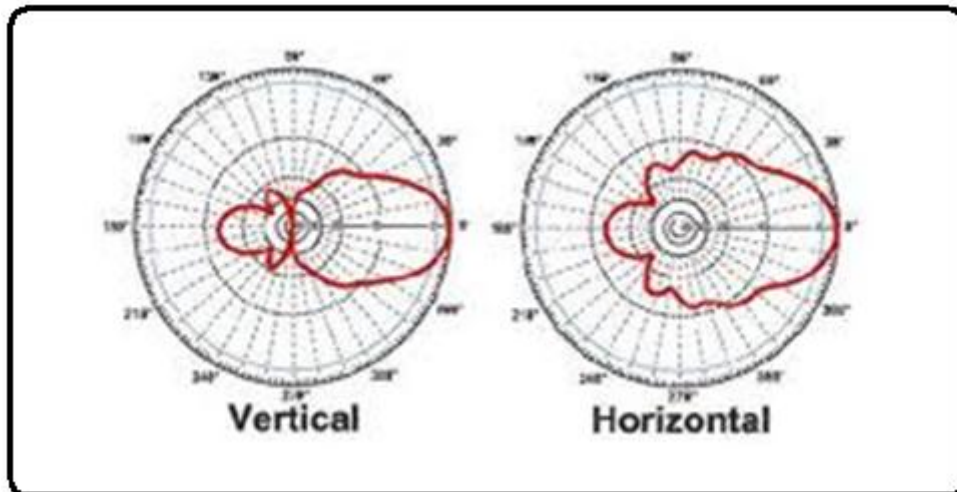
**Fuente:** [http://img1.mlstatic.com/s\\_MEC\\_v\\_O\\_f\\_4452565\\_8886.jpg](http://img1.mlstatic.com/s_MEC_v_O_f_4452565_8886.jpg)

La ganancia típica de las antenas que se incluyen en los puntos de acceso es de 2dBi aproximadamente. A mayor ganancia mayor potencia, es decir si una antena radia mucho en una dirección, tiene que radiar poco en otras. Es por eso que una antena omnidireccional suele tener poca ganancia y es muy difícil encontrar antenas con ganancias superiores a los 8dBi.

## Antenas Direccionales.

Las antenas direccionales, como su nombre indica radian la mayor parte de su energía en una dirección concreta. De ese modo el patrón de radiación de una antena direccional es algo parecido a un lóbulo:

Como característica principal tiene que el plano horizontal y vertical es prácticamente idéntico, por lo que sólo se suele mostrar un único gráfico en lugar de los dos que se muestran en la Figura N° 2.25.



**Figura N° 2.19:** Antenas Omnidireccionales.

**Fuente:**[http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR4MCInXKU091iUvV4TU YrBK\\_rvjjxuLU4IiHrXYNIcuq3uLE3T0sM7Lbl](http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR4MCInXKU091iUvV4TU YrBK_rvjjxuLU4IiHrXYNIcuq3uLE3T0sM7Lbl)

A mayor ganancia, mayores distancias obtenidas, por lo que es necesario resaltar que las antenas direccionales obtienen mayor ganancia achatando el lóbulo de emisión, lo que implica que a mayor ganancia, mayor distancia pero menor ángulo de apertura.

## **Antenas Sectoriales**

Las antenas sectoriales son la combinación de las antenas omnidireccionales y las direccionales, y emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional.

La intensidad o el alcance de la antena sectorial es mayor que la omnidireccional pero algo menor que la direccional.

Para tener una cobertura de  $360^\circ$  como en una antena omnidireccional y un largo alcance como una antena direccional se debe instalar tres antenas sectoriales de  $120^\circ$  ó a su vez 4 antenas sectoriales de  $80^\circ$ .

Hay que recalcar que las antenas sectoriales suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales.

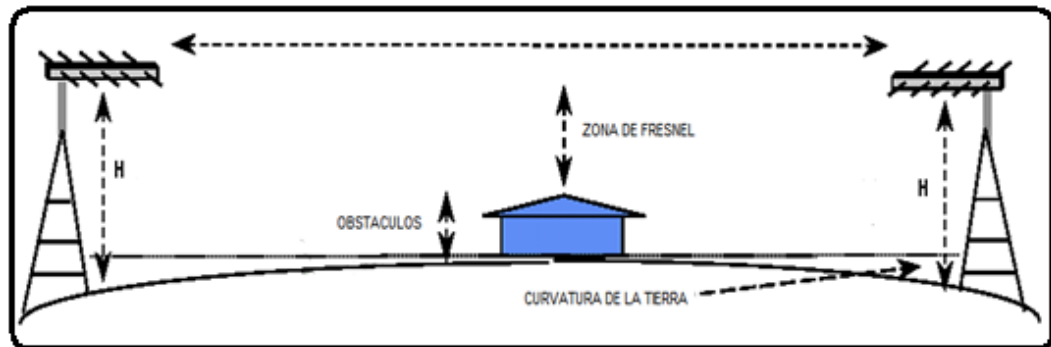
El haz emitido o recibido por una antena tiene una abertura determinada verticalmente y otra apertura determinada horizontalmente.

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

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 con mayor ganancia obtienen menos apertura vertical.

Las antenas direccionales, por lo general suelen tener las mismas aperturas verticales y horizontales.

## Altura de las antenas



**Figura N° 2.20:** Altura de las antenas para una óptima línea de vista.

**Fuente:** [http://img1.mlstatic.com/Zona\\_de\\_Fresnel](http://img1.mlstatic.com/Zona_de_Fresnel).

Para obtener un buen enlace es necesario despejar la primera zona de Fresnel, es decir que exista línea de vista entre los dos puntos; para esto, probablemente el pretil de la antena necesitará la mayor altura, que sea suficiente para que las antenas obtengan un aceptable direccionamiento entre sí, como se muestra en la Figura N° 2.26.

Al hablar de mayor altura significa mayor uso de cables y por ende mayor pérdida o atenuación en ellos, por consiguiente esto causará una menor cobertura, es por esta razón que debe darse un estudio adecuado al perfil del terreno, tomando las debidas precauciones con respecto a las posibles atenuaciones ya sean estos atmosféricos o a su vez geográficos, es recomendable ubicar la torre de la antena en un lugar visible hacia el otro punto o destino final, de ser posible en montañas o lugares altos.

## Características de las Antenas

Dentro de las principales características de las antenas se tienen los siguientes aspectos:

- **Ganancia de una antena:** La ganancia de una antena es el parámetro que indica la capacidad de emisión de una antena.

La antena suele emitir en todas las direcciones del espacio, aunque algunas lo hacen preferentemente en una sola dirección. Si se compara la potencia emitida en la dirección preferente con la potencia media emitida en todas las direcciones, se obtiene el valor de la ganancia en una antena., se denomina antena isotrópica y su ganancia es la unidad.

– Isotrópica si la antena emite igualmente en todas direcciones. Se expresa en dBi.

– Dipolo lambda medio se expresa en dBd.

- **Longitud de la señal:** La longitud de la señal de una onda electromagnética depende de las dimensiones de la antena, es decir; para emitir una señal electromagnética de forma eficaz, las antenas deben tener dimensiones como mínimo del orden de una décima parte de la longitud de onda de la señal.
- **Ancho de banda:** El ancho de banda de las antenas es el rango de frecuencias en las que la antena opera de forma satisfactoria.
- **Ancho del haz:** El ancho del haz es el ángulo subtendido por la radiación emitida entre los puntos en que la potencia cae a la mitad (-3dB).
- **Eficiencia:** La eficiencia de una antena es la relación entre la potencia emitida por la antena y la potencia captada por la antena receptora. Resulta un parámetro indicativo de las pérdidas que se producen en el proceso de transmisión.

## Parámetros:

Dentro de los principales parámetros de una antena se recalca:

- **Densidad de Potencia radiada:** La densidad de la potencia radiada se define como la potencia por unidad de superficie para una dirección determinada. Las unidades se las representa vatios por metro cuadrado ( $W * m^2$ ).
- **Dirección:** La dirección de una antena está dada por la relación entre la densidad de potencia radiada en una dirección a una distancia dada y la densidad de potencia que radiaría a la misma distancia una antena isotrópica, a igualdad de potencia total radiada.
- **Ganancia:** La ganancia está representada por la relación entre la densidad de potencia radiada y la densidad de potencia que radiaría una antena isotrópica a iguales distancias, y potencias entregadas a la antena.
- **Impedancia:** La impedancia de una antena está definida por la relación entre la tensión y la corriente en sus terminales de entrada. La impedancia está representada por lo general de una forma compleja, su parte real se denomina resistencia de la antena, mientras que la parte imaginaria se la conoce como reactancia de la antena.
- **Polarización:** La polarización es la dirección determinada de la antena.

#### **2.4.11.11 Puntos de Acceso (AP)**

Basado en REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICAS. Tomado de la página:  
[http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes\\_1/laninalambricas.htm](http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/laninalambricas.htm)

El punto de acceso es un dispositivo que interconecta uno o varios dispositivos de comunicación inalámbrica, con el objetivo de formar una red inalámbrica. Los puntos de acceso son conocidos como AP por sus siglas en inglés Acces Point.

El AP recibe la información, la almacena y la transmite entre la red inalámbrica. Una de las principales características de los puntos de acceso es que permiten la escalabilidad de la red, puesto que soportan un pequeño grupo de usuarios y pueden funcionar en un rango de 30 metros o más, dependiendo de las características de la marca del equipo.

Los puntos de acceso suelen colocarse en lugares altos o donde exista línea de vista con la antena principal.

#### **2.4.11.12 Router**

Basado en REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICAS. Tomado de la página:  
[http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes\\_1/laninalambricas.htm](http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/laninalambricas.htm)

Un router es un dispositivo que opera en la capa 3 (nivel de red) del modelo OSI, cuya función principal es enrutar paquetes entre redes, en otras palabras toma la decisión por cual ruta enviar el paquete hacia su destino, generalmente opta por la ruta más corta.

#### **2.4.11.13 Switch**

Basado en REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICAS. Tomado de la página:  
[http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes\\_1/laninalambricas.htm](http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/laninalambricas.htm)

Un conmutador o switch es un dispositivo para la interconexión de varias redes de computadores convirtiéndolas en una sola, y opera en la capa 2 (nivel de enlace de

datos) del modelo OSI, su función es interconectar dos o varios segmentos de red de forma similar a los puentes (bridges), pasando datos de un segmento a otro mediante la dirección MAC de destino de las tramas de la red.

#### 2.4.11.14 Servidores

Basado en REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICAS. Tomado de la página:  
[http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes\\_1/laninalambricas.htm](http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/laninalambricas.htm)

Un servidor por lo general es una computadora que forma parte de la red y su función primordial es brindar servicios a otras computadoras conocidas como clientes.

#### 2.4.12 Tecnologías de acceso de banda ancha

Basado en REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICAS. Tomado de la página:  
[http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes\\_1/laninalambricas.htm](http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/laninalambricas.htm)

La Tabla N° 2.3 muestra que las cinco primeras tecnologías son inalámbricas y las cinco restantes cableadas. La denominación inalámbrica para una red de acceso hace referencia específicamente a la interfaz con el usuario, conocida como último salto o última milla.

Red	Normalización	Medio Físico	Topología	Terminales	Alcance
Satélite	DVB, ETSI	Radio, 11-14GHz (Ku) 20-30GHz (Ka)	Multipunto	Fijos Móviles a pocos Kb/s	Visión directa
LMDS	IEEE.802.16	Radio, 3.5GHz, 26GHz y superiores	Multipunto	Fijos	Visión directa 3Km (26GHz) 8Km (2.5GHz)
WLAN	IEEE.802.11 ETSI	Radio, 2.4GHz (11b y 11g) 5GHz (11a)	Multipunto	Móviles	50-150 (m)
UMTS	3 GPP	Radio, 1.7-2.2GHz	Multipunto	Móviles	50m a 3Km



<b>Tv Digital Terrestre TDT</b>	DVD, ETSI	Radio, 800MHz (UHF)	Multipunto	Fijos	32Km
<b>Cable HFC</b>	DOCSIS, DVB	Fibra y Coaxial	Multipunto	Fijos	40Km
<b>xDSL</b>	ITU-T, ETSI	Par telefónico	Punto a punto	Fijos	300m a 6Km
<b>Fibra</b>	FSAN, ITU-T	Fibra o Fibra y par telefónico	Punto a punto o multipunto (PON)	Fijos	20Km
<b>Ether-net 1° milla EFM</b>	IEEE.802.3ah	Par telefónico y fibra	Punto a punto o multipunto (PON)	Fijos	750m-2.7Km (sobre par telefónico)
<b>PLC</b>	PLC fórum, CENELEC, ETSI	Red eléctrica (segmento de baja tensión)	Multipunto	Fijos	200m

**Tabla N° 2. 2:** Comparativa de tecnologías de acceso.

**Fuente:** Investigador.

#### 2.4.12.1 Tecnología Wimax

Basado en: LAS TECNOLOGÍAS WIFI Y WIMAX. Tomado de la página: [http://www.dip-badajoz.es/agenda/tablon/jornadaWIFI/doc/tecnologias\\_wifi\\_wmax.pdf](http://www.dip-badajoz.es/agenda/tablon/jornadaWIFI/doc/tecnologias_wifi_wmax.pdf)

La tecnología estandarizada por el IEEE bajo el apelativo 802.16, por lo común conocida como Wimax.

La tecnología Wimax promete más alcance con respecto a Wi-Fi, más anchura de lado y más potencia, acompañadas de más funcionalidad en términos, especialmente, de calidad de servicio y seguridad; sin embargo, la publicidad que ha rodeado Wimax ha creado unas expectativas que la tecnología no puede cumplir.

La tecnología Wimax fue diseñada como alternativa para dos grandes aplicaciones, las dos propias de operadores de telecomunicaciones, y no de

usuarios finales, Wi-max es una tecnología adecuada para dar un servicio de acceso fijo.

Wimax es un estándar más reciente que el estándar Wi-Fi, por ello el número y la complejidad de los estándares que lo componen es muy menor que en el caso precedente, actualmente sólo hay dos estándares a tener en cuenta: el IEEE 802.16-2004 y el IEEE 802.16e-2005.

El estándar 802.16d más conocido como en 802.16-2004, unificaba ambos estándares, y además incorporaba algunas correcciones sobre los estándares originales. Éste es el estándar de referencia actualmente, y para el cual empiezan a aparecer los primeros equipos. Posteriormente se diseñó el estándar 802.16e, que incluía soporte para la movilidad con velocidades de hasta 120 km/h, así como soporte para la banda de frecuencias más inferior de las utilizadas por Wimax.

Este estándar ha pasado a ser conocido como 802.16e-2005.

La asignación de segmentos del espectro para usos compatibles con la tecnología 802.16-2004 en las bandas son de 3,5 GHz y 5,8 GHz.

En lo que se refiere al 802.16e, las bandas de frecuencias están entre 2,3 GHz y 2,5 GHz.

#### **2.4.12.2 Tecnología Wi-Fi**

Basado en: LAS TECNOLOGÍAS WIFI Y WIMAX. Tomado de la página: [http://www.dip-badajoz.es/agenda/tablon/jornadaWIFI/doc/tecnologias\\_wifi\\_wmax.pdf](http://www.dip-badajoz.es/agenda/tablon/jornadaWIFI/doc/tecnologias_wifi_wmax.pdf)

Esta nueva tecnología surgió por la necesidad de establecer un mecanismo de conexión inalámbrica que fuera compatible entre los distintos aparatos para que el protocolo de comunicación sea universal, de tal manera de poder interpretar esta información de manera coherente en diferentes equipos.

La tecnología Wi-Fi se utiliza para crear redes de área local inalámbricas de banda ancha, trabaja a una frecuencia de 5.8 GHz con tasas de hasta 54 Mbps y por lo general abarca un radio máximo de 300 metros. Esta tecnología continúa desarrollándose y su presencia se amplía en un creciente número de dispositivos (Lap-tops, PDAs, teléfonos celulares, etc.)

La familia de estándares 802.11 ha ido evolucionando desde la creación de la tecnología Wi-Fi, mejorando el rango y velocidad de la transferencia de información, entre otras cosas. La versión original de estándar está obsoleta.

El estándar IEEE 802.11b opera en la banda de 2,4 GHz a una velocidad de hasta 11 Mbps, mientras que el estándar IEEE 802.11g también opera en la banda de 2,4 GHz, pero a una velocidad mayor, alcanzando hasta los 54 Mbps.

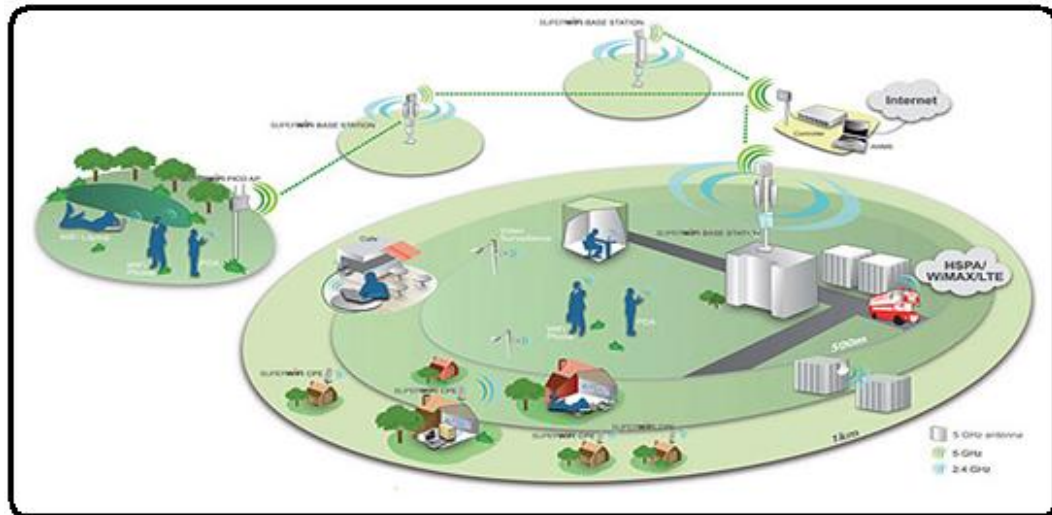
EL estándar IEEE 802.11a se le conoce como Wi-Fi 5, ya que opera en la banda de 5 GHz, a una velocidad de 54 Mbps, una de las principales ventajas de esta conexión es que cuenta con menos interferencias que los que operan en las bandas de 2,4 GHz ya que no comparte la banda de operaciones con otras tecnologías como los Bluetooth.

El estándar IEEE 802.11n opera en la banda de 2,4 GHz a una velocidad de 108 Mbps, y además agrega la posibilidad de múltiples antenas en el receptor y emisor de la señal para mejorar su desempeño, esto se conoce como tecnología MIMO.

Para contar con este tipo de tecnología es necesario disponer de un punto de acceso que bien puede ser el caso de los routers, y un dispositivo que sea compatible con la tecnología Wi-Fi, como una computadora que tenga tarjeta inalámbrica, o a su vez un modem externo que permita el acceso a estas redes que llevan incorporados una antena y la capacidad de acceso.

Es importante mencionar que esta tecnología tiene un rango limitado de alcance, dependiendo de los dispositivos involucrados, para ello se puede desplegar un sistema de antenas repetidoras que aumentan su cobertura a largas distancias,

como se observa en la Figura N° 2.27, aunque el sistema de conexión es bastante sencillo, es común que traiga ciertas dificultades ya que no es fácil interceptar la información que circula como ondas por el aire. Para evitar este problema se recomienda la encriptación de la información.



**Figura N° 21.:** Red Wi-Fi.

**Fuente:** <http://publimetro.e3.pe/ima/0/0/0/1/2/12009.jpg>

Se utiliza la tecnología Wi-Fi para el acceso a Internet de las zonas rurales de difícil acceso al cableado y con mínimas infraestructuras de telecomunicaciones.

Los miembros de estado deberán permitir el suministro de acceso público a las redes y servicios de comunicaciones en las bandas disponibles: 2,4 GHz y 5 GHz, sin condiciones especiales y sólo sujetos a la autorización general para la prestación de servicios de Internet.

La propagación de las ondas de radio se ven afectadas por varios fenómenos climáticos y por lo tanto la tecnología Wi-Fi no es ajena a dichos efectos.

En el momento de calcular un enlace se debe considerar siempre el factor por condiciones climáticas, por lo tanto la magnitud de la atenuación que produzca el fenómeno climático será directamente proporcional a la frecuencia de operación del sistema que se está evaluando.

Dentro de los principales fenómenos climáticos que tienen mayor incidencia en un enlace de radio, se puede mencionar:

- **Lluvia.-** La lluvia son gotas de agua que se precipitan de las nubes presentan la mayor atenuación debido a la absorción y dispersión que producen, estimándose que para una frecuencia de 2,4 GHz producirá 0,05 dB/Km.
- **Neblina.-** La neblina o niebla se considera una precipitación similar a la lluvia por cuanto constituye una acumulación de partículas pequeñas en suspensión, cuyos efectos están relacionados con la cantidad de agua por volumen y el tamaño de las gotas. En determinadas condiciones la dispersión que provoca a las ondas de radio puede ser mayor que la lluvia.
- **Nieve y granizo.-** La nieve y granizo son factores que si bien es cierto aportan atenuaciones, su magnitud es más incierta, detectándose que la atenuación que introducen es equivalente a 1/5 que la que produce la lluvia.

Analizando todo lo dicho se puede configurar, para el rango de frecuencia de la tecnología Wi-Fi las atenuaciones que producen los fenómenos climáticos son pequeñas y por lo tanto pueden despreciarse, a no ser que el enlace sea muy largo. A continuación en la Tabla N° 2.4 se muestra un análisis de la tecnología Wi-Fi a través de la metodología FODA (Fortalezas, Oportunidades, debilidades, y Amenazas):

Fortalezas	Oportunidades
<p>Acceso a Internet.</p> <p>Capacidad de banda ancha</p> <p>Despliegue rápido de redes inalámbricas.</p> <p>Factibilidad económica.</p> <p>Evolución de estándares en el seno del IEEE.</p> <p>Soporte en el campo de la información tecnológica.</p> <p>Escalabilidad Tecnológica.</p>	<p>La alta demanda del mercado.</p> <p>Aplicaciones y servicios de calidad para entornos rurales.</p> <p>Ingresos en la administración pública local.</p> <p>Alianza y complemento a varias tecnologías.</p> <p>Apertura a nuevos mercados y clientes.</p> <p>Desarrollo de aplicaciones multimedia.</p> <p>Desarrollo de calidad de servicio.</p>
Debilidades	Amenazas
<p>Tecnología de radio: interferencias y seguridad en la información.</p> <p>Frecuencias saturadas (gratis).</p> <p>No está definida la figura del operador.</p> <p>No está estandarizada/regulada la solución voz.</p> <p>Marco regulatorio indefinido.</p> <p>Crecimiento incontrolado e ilegal.</p> <p>Bajo nivel de seguridad de la red.</p>	<p>Imagen de algo barato y sin calidad.</p> <p>Baja Publicidad.</p> <p>Fuerte competencia en entorno urbano.</p> <p>El entorno rural no genera claros beneficios.</p> <p>Desorden en su desarrollo y despliegue tecnológico.</p> <p>Falta de profundidad en la ejecución de soluciones.</p>

**Tabla N° 2. 3:** Análisis de la tecnología Wi-Fi a través de la metodología FODA:

**Fuente:** Investigador, basado en la página:

[http://www.dip-badajoz.es/agenda/tablon/jornadaWIFI/doc/tecnologias\\_wifi\\_wmax.pdf](http://www.dip-badajoz.es/agenda/tablon/jornadaWIFI/doc/tecnologias_wifi_wmax.pdf)

Una red Wi-Fi es una red de comunicaciones de datos que permite conectar servidores, ordenadores personales, impresoras, celulares etc., con la particularidad de alcanzarlo sin necesidad de cableado.

Las características generales de funcionamiento de una red Wi-Fi son las mismas que las de una red cableada, con la única particularidad que la tecnología Wi-Fi utiliza el aire como medio de transmisión.

Una de las debilidades normalmente atribuidas a las tecnologías inalámbricas, y más en concreto a la tecnología Wi-Fi, es la falta de seguridad. En redes inalámbricas no se refiere precisamente a la seguridad física sino, a la seguridad lógica, es decir la seguridad de la información, su integridad y a la no accesibilidad de personas ajenas a la red.

Actualmente existen vías efectivas para garantizar una transmisión segura de los datos y, a pesar de que ninguna medida de seguridad es totalmente efectiva, la clave está en que las empresas pueden aplicar múltiples niveles de seguridad inalámbrica según sus necesidades.

Una de las opciones más recomendadas es el uso de protocolos de cifrado de datos para los estándares Wi-Fi como el WEP y el WPA, que se encargan de codificar la información transmitida para proteger su confidencialidad, proporcionados por los propios dispositivos inalámbricos

**WEP (Wired Equivalent Privacy):** Este sistema codifica los datos mediante una clave de cifrado antes de enviarlo a la red que se comparte entre el cliente y el punto de acceso, y que permite o deniega la comunicación entre ambos dispositivos.

Los datos de la red son cifrados de forma que sólo el destinatario deseado pueda acceder a ellos. Los cifrados de 64 y 128 bits que pueden ser hexadecimales o ASCII, mediante la que se autentifica el acceso y se encripta la información que se transmite entre ambos dispositivos.

**WPA (Wi-Fi Protected Access):** Presenta mejoras como generación dinámica de la clave de acceso. Las claves se insertan como de dígitos alfanuméricos, sin restricción de longitud.

El protocolo de seguridad llamado WPA2 (estándar 802.11i), es una mejora relativa a WPA. En principio es el protocolo de seguridad más seguro para Wi-Fi

en este momento. Sin embargo requieren hardware y software compatibles, ya que los antiguos no lo son.

Aunque en teoría estos sistemas deberían ser suficientes para establecer la seguridad en la red, lo cierto es que existen métodos para averiguar estas claves utilizando determinadas herramientas y software, además del problema que se deriva de utilizar una misma clave para todos los usuarios.

**IPSEC:** El protocolo de seguridad (IPSEC) es un conjunto de protocolos cuya función es asegurar las comunicaciones sobre el protocolo de Internet (IP) autenticando y/o cifrando cada paquete IP en un flujo de datos.

**Filtrado de MAC:** Este sistema sólo permite acceso a la red a aquellos dispositivos autorizados.

Cada uno de estos puntos puede contar con una relación de las direcciones MAC (Control de Acceso al Medio) de cada uno de los clientes que queremos que se conecten a nuestra red inalámbrica. Cada adaptador cuenta con una dirección que la identifica de forma inequívoca, y si el punto de acceso no la tiene dada de alta, simplemente no recibirá contestación por su parte.

Hay que tener en cuenta que este no es el método más seguro para proteger la entrada a la red inalámbrica. Para empezar habrá que actualizar esta ACL cada vez que se de alta un nuevo adaptador inalámbrico, eliminando aquellos que se quieren dejar de utilizar.

**Ocultación del punto de acceso (AP):** Se puede ocultar el punto de acceso (router) de manera que sea invisible para otros usuarios.



## **Ventajas de la tecnología Wi-Fi**

Las ventajas que se pueden destacar de esta tecnología son las siguientes:

- Al ser redes inalámbricas, la comodidad que ofrecen es muy superior a las redes cableadas porque cualquiera que tenga acceso a la red puede conectarse desde distintos puntos dentro de un rango suficientemente amplio de espacio.
- Una vez configuradas, las redes Wi-Fi permiten el acceso de múltiples ordenadores sin ningún problema ni gasto en infraestructura, no así en la tecnología por cable.
- La tecnología Wi-Fi asegura que la compatibilidad entre dispositivos con la marca WiFi es total y confiable.

## **Desventajas de la tecnología Wi-Fi**

La tecnología Wi-Fi presenta algunos problemas intrínsecos de cualquier tecnología inalámbrica. Algunos de ellos son:

- La pérdida de velocidad en comparación a una conexión con cables, debido a las interferencias y pérdidas de señal que el ambiente puede acarrear.
- La desventaja fundamental de estas redes existe en el campo de la seguridad.

## **WI-FI 802.11**

Basado en la página: <http://es.kioskea.net/contents/wifi/wifiintro.php3>, que contiene lo siguiente:

La extensión del estándar 802.11, define y gobierna las redes de área local inalámbricas (WLAN), permite velocidades de 5,5 y 11Mbps en el espectro de los 2,4GHz.

Actualmente, ya existen en el mercado gamas completas de productos multi-banda y multi-modo que cumplen con estos estándares y que, al mismo tiempo, facilitan sus prestaciones y permiten mayor flexibilidad e interoperabilidad entre distintas redes.

Como estándares adicionales dentro del grupo 802.11, es oportuno mencionar por su importancia en la mejora y evolución de las normas básicas se destaca las siguientes:

### **802.11a**

El estándar IEEE 802.11a se aplica a la banda de UNII (Unlicensed National Information Infrastructure) de los 5GHz. El estándar usa el método OFDM para la transmisión de datos hasta 54Mbps.

También llamada modulación multi-carrier, usa OFDM y no Spread Spectrum. Es especialmente útil en entornos donde pueden aparecer grandes interferencias, su mayor inconveniente es la no compatibilidad con los estándares de 2,4GHz. Por lo demás su operación es muy parecida al estándar 802.11g. En la Tabla N° 2.5 se observa las características del estándar 802.11a.

Rango de frecuencias	5,15 a 5,25 GHz	<b>(50mW).</b>
	5,25 a 5,35 GHz	<b>(250mW).</b>
	5,725 a 5,825 GHz	<b>(1W).</b>
Acceso	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM).	
Velocidad	Hasta 54 Mbps.	
Compatibilidad	No compatible con los sistemas 802.11b, 802.11, HiperLAN2, Infrarrojos (IR) ni con HomeRF.	
Distancia	Depende de la instalación y de los obstáculos.	
Aplicación	Todo tipo de red de datos Ethernet.	

**Tabla N° 2. 4:** Características del estándar 802.11a.

**Fuente:** Investigador, basado en: <http://es.kioskea.net/contents/wifi/wifiintro.php3>

**Ventaja:** La banda de frecuencias aún está libre de ruido.

**Desventaja:** Altos costos y necesidad de equipo adicional para el usuario final.

### 802.11b

El estándar 802.11b define una única técnica de modulación para las velocidades superiores (CCK) al contrario que el estándar original 802.11 que permitía tres técnicas diferentes DSSS, FHSS e infrarrojos.

El estándar 802.11b utiliza la banda de radio correspondiente a los 2.4 GHz, actualmente es la misma frecuencia utilizada por millones de teléfonos inalámbricos, hornos microondas y hasta por los mecanismos que regulan el apagado y encendido de las luces públicas en calles y avenidas.

Permite operar hasta 11Mbps, lo que incrementa notablemente el rendimiento de este tipo de redes. Si bien es cierto que se incrementa la velocidad del módem, también aumenta en gran medida la vulnerabilidad del sistema frente al ataque de cualquier intruso cibernético, es decir; hay que invertir mucho en seguridad de

implementar una red de datos inalámbrica con este estándar. A continuación en la Tabla N° 2.6 se muestra las características principales del estándar 802.11b.

Rango de frecuencias	<b>2.4 a 2.4835 GHz.</b>
Acceso	DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) usando CCK (Complementary Code Keying).
Velocidad	Hasta 11 Mbps
Compatibilidad	Compatible con sistemas 802.11 DSSS de 1 y 2 Mbps. No compatible con los sistemas 802.11 FHSS, Infrarrojos (IR) ni con Home RF.
Distancia	Depende de la instalación y de los obstáculos, 300m.
Aplicación	Todo tipo de red de datos Ethernet.

**Tabla N° 2. 5:** Características del estándar 802.11b.

**Fuente:** Investigador, basado en: <http://es.kioskea.net/contents/wifi/wifiintro.php3>

**Desventajas:** Baja velocidad de transferencia de datos, y la frecuencia está saturada.

### **Pseudo estándar de 22Mbps**

Es una variación del IEEE 802.11b pero que puede operar a 22Mbps contra los 11Mbps de la versión 11b. Su mayor problema es que no es un estándar. Aunque aparece en la mayoría de las documentaciones como IEEE 802.11b+, IEEE nunca lo ha certificado como estándar. Es un sistema propietario diseñado por Texas Instruments y adoptado por algunos fabricantes de dispositivos inalámbricos como D-Link y Global Sun que utilizan estos chipsets. Técnicamente utiliza técnicas que forman parte del estándar 11g. Comparativamente con el resto de estándares no ofrece grandes diferencias, ya que aunque anuncia velocidades de 22Mbps en prestaciones reales se obtiene una discreta mejora.

## 802.11g

Este estándar mejora el 802.11b, ya que trabaja igualmente a la frecuencia de 2.4 GHz, pero varía la modulación (en este caso es idéntica a la de 802.11a) hasta alcanzar igualmente velocidades de transmisión máximas de hasta 54 Mbps, esto supone una velocidad efectiva de aproximadamente 36 Mbps. Su capacidad de trabajar conjuntamente con el equipamiento 802.11b, permite mantener el equipamiento anterior y migrar lentamente al nuevo estándar. En la Tabla N° 2.7 se detalla las características más importantes del estándar 802.11g.

Rango de frecuencias	<b>2.4 a 2.4835 GHz.</b>
Acceso	Obligatoriamente CCK (Complementary Code Keying) y OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), opcionalmente puede incluir PBCC (Packet Binary Convolution Coding) y CCK/OFDM.
Velocidad	Hasta 54 Mbps.
Compatibilidad	Compatible con sistemas 802.11b de 11Mbps y 5,5Mbps. Compatible con sistemas 802.11 DSSS de 1 y 2 Mbps. No compatible con los sistemas 802.11 FHSS, Infrarrojos (IR) ni con Home RF.
Distancia	Depende de la instalación y de los obstáculos, 300m.
Aplicación	Todo tipo de red de datos Ethernet.

**Tabla N° 2. 6:** Características del estándar 802.11g.

**Fuente:** Investigador, basado en: <http://es.kioskea.net/contents/wifi/wifiintro.php3>

**Ventajas:** Elevada tasa de transferencia de datos, equipos altamente compatibles entre distintas marcas, costos bajos.

**Desventajas:** Las frecuencias de 2.4 GHz se encuentran saturadas.

## 802.11n

IEEE 802.11n es el estándar Wi-Fi que fue diseñado para mejorar el rendimiento de la red inalámbrica, y para reemplazar por completo la actual tecnología alámbrica (Ethernet) y convertirse en la tecnología dominante en redes de área local. Entrega notables mejoras en velocidad, confiabilidad y rango en comunicaciones 802.11.

La velocidad de modulación del estándar 802.11n es casi seis veces más rápida y una tasa de transferencia de información de incluso 5 veces mayor que una antena WiFi 802.11 a/g, esto en condiciones ideales, mejor cobertura y calidad de conexión, gracias a que utiliza nuevas tecnologías y tomando algunas características de los estándares anteriores.

Una de las tecnologías más destacables es la MIMO (Multiple Input, Multiple Output), que en español quiere decir Múltiples entradas, Múltiples salidas.

Esta tecnología se basa en la utilización de varias antenas con el fin de transportar múltiples corrientes de datos de un lugar a otro, con lo que se obtiene una mayor cantidad de datos en el mismo período de tiempo. MIMO también constituye la clave para el aumento de cobertura a largas distancias.

Otra tecnología incorporada en el estándar 802.11n es la unión o emparejamiento de canales conocida como channel bonding, la cual está directamente involucrada al aumento del rendimiento de la red inalámbrica.

Este sistema permite utilizar básicamente dos canales (no superpuestos) de forma simultánea como si fuera uno sólo con la diferencia que ahora tiene el doble de capacidad, mejorando la transmisión de los datos con una mayor velocidad. Para esto los canales deben ser adyacentes o contiguos.

Una de las ventajas principales de usar esta tecnología es tener la posibilidad de sumar el ancho de banda de dos canales de 20 MHz por ejemplo, y conseguir un enlace inalámbrico con un ancho de banda de 40 MHz.

Finalmente la última tecnología que se implementa en el estándar IEEE 802.11n es la denominada agregación de paquete, que en palabras simples permite añadir más datos en cada paquete transmitido.

A continuación en la siguiente Tabla N° 2.8 se indica una comparativa de estándares inalámbricos:

Estándares	802.11a	802.11b	802.11b+	802.11g	802.11n
Fecha de definición	Septiembre 1999	Septiembre 1999	No es un estándar	Noviembre 2001	Septiembre 2009
Velocidad anunciada	54 Mbps	11Mbps	22 Mbps	54 Mbps	600 Mbps
Velocidad media obtenida	27 Mbps	4 a 5 Mbps	6 Mbps	25 Mbps	300 Mbps
Frecuencia	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz y 5GHz
Modulación	OFDM	DSSS/CCK	PBCC	DSSS/PBCC	OFDM
Canales	12	11	11	11	13

**Tabla N° 2. 7:** Comparativa de estándares inalámbricos.

**Fuente:** Investigador, basado en: <http://es.kioskea.net/contents/wifi/wifiintro.php3>

No existe una mejor banda para todos los escenarios. La elección entre usar 2.4GHz o 5GHz depende de varios factores, entre los cuales se encuentran: tipo de enlace inalámbrico (punto a punto o punto – multipunto), interferencia, distancia, línea de vista, etc. Es decir depende mucho de cada escenario que se presente.

### **Ventajas de la banda 2.4 GHz:**

- Una mejor tolerancia a obstáculos, como árboles u otros pequeños obstáculos, en comparación con 5.8GHz.
- Es más compatible con dispositivos Wi-Fi, como: teléfonos Wi-Fi, computadoras portátiles y cámaras IP inalámbricas. Esto sólo constituye una ventaja si desea dar acceso a esta clase de dispositivos, en caso contrario no será una ventaja.
- No requiere licencia especial para su uso en la mayoría de los países.

### **Desventajas de la banda 2.4 GHz:**

- Sólo hay tres canales no sobre puestos
- Es una banda congestionada; hay mucha interferencia que proviene desde teléfonos inalámbricos, enrutadores Wi-Fi hogareños, otros proveedores de servicio de Internet Inalámbricos, microondas, etc.
- Tiene una mayor zona de Fresnel.

### **Ventajas de la banda 5.8GHz:**

- Existen antenas de mayor ganancia a igual precio o cercano.
- Tiene una menor zona Fresnel.
- Habitualmente, hay menos interferencia proveniente desde otras fuentes.



### **Desventajas de la banda 5.8GHz:**

- Es más intolerante a obstáculos, como árboles o muros, en comparación con la banda 2.4GHz.

Normalmente, la banda 5.8GHz es utilizada para enlaces principales (punto a punto), ya que ofrece un espectro menos congestionado y al ser combinado con antenas de alta direccionalidad ofrece una mejor inmunidad frente a fuentes externas de interferencia.

Para redes punto a multipunto se suele utilizar la banda 2.4GHz. Sin embargo, desde hace ya un tiempo se ha observado una migración hacia la banda 5.8GHz, debido a la saturación del espectro en 2.4GHz.

### **2.4.13 Transmisión de Información**

Fundamentado en el libro: TRANSMISIÓN DE DATOS. Tomado de Briceño M. José E. que expresa lo siguiente:

La transmisión de información es el intercambio de paquetes de datos entre dos dispositivos a través de algún medio de transmisión, ya sea guiado (cable) o no guiado (aire).

Para que la transmisión de información sea posible, los dispositivos de comunicación deben ser parte de un mismo sistema de comunicación formado por hardware (equipo físico) y software (programas). La efectividad del sistema de comunicación de datos depende de cinco características fundamentales:

- 1. Entrega.** El sistema debe entregar la información en el destino correcto, la cual debe ser recibida solamente por un dispositivo o usuario final.

2. **Exactitud.** El sistema debe entregar la información con exactitud, ya que si esta se altera durante la transmisión causará una mala comunicación.
3. **Puntualidad.** El sistema debe entregar la información con puntualidad, debido a que la información entregada tarde es inútil para el destinatario final, es decir entregar la información a medida que se producen. Este tipo de entregas se llama transmisión en tiempo real.
4. **Jitter.** (retardo variable). Es la variación en el tiempo de llegada de los paquetes, dicho de otra manera es el retraso inesperado en la entrega de paquetes de audio o vídeo. Por ejemplo, asumamos que los paquetes de vídeo llegan cada 30 minutos, si algunos llegan con 30 minutos y otros con 40 minutos, el resultado es una mala calidad del vídeo.
5. **Latencia.** Es suma de retardos temporales dentro de una red. Un retardo es producido por la demora en la propagación y transmisión de paquetes dentro de la red.

La transmisión de información es uno de los aspectos importantes en los que se debe enfocar, puesto que es la forma de cómo va a viajar nuestra información y el tiempo que va a llegar a su destino, y en la actualidad a los clientes lo que les interesa es que su información llegue de una forma rápida, clara y completa no importa cómo, entonces es muy importante analizar el tipo de información a usarse porque de eso dependerá la calidad de servicio ofrecido.

#### 2.4.14 Aplicaciones IP

Basado en SISTEMAS OPERATIVOS. Tomado de la página: <http://platea.pntic.mec.es/jdelucas/sistemasoperativos.htm>, que dice:

Una de las aplicaciones más importantes de TCP/IP es la de tener estandarizadas una gran cantidad de aplicaciones, esto permite que se puedan llevar a cabo la

mayoría de las funciones requeridas por los usuarios sin necesidad de tener que realizar desarrollos específicos en cada instalación.

Algunas aplicaciones han sido definidas por la misma organización que estandariza el TCP/IP y sus especificaciones publicadas a través de los mismos mecanismos (RFCs), como se puede observar en la transferencia de ficheros FTP, TFTP o el correo SMTP.

Las especificaciones de algunas aplicaciones, desarrolladas por otras empresas u organizaciones, han sido publicadas mediante RFCs porque han alcanzado gran difusión y han podido ser proporcionadas por diferentes suministradores.

Las aplicaciones IP son múltiples y para todo tipo de gustos, depende del tipo de proveedor de Internet que actualmente tenga para que el cliente goce de los innumerables servicios que ofrece el Internet.

Las Aplicaciones IP en las empresas presentan varias posibilidades aún mayores, complementando el uso del correo. La interacción con sistemas informáticos de la empresa es muy importante hoy en día porque facilita su comunicación entre sus sucursales y clientes mejorando su nivel competitivo frente a las demás empresas y aportando así a su desarrollo social y laboral independientemente de su ubicación.

#### **2.4.15 Acceso a Internet y servicios multimedia**

Fundamentado en el libro: LA INTEGRACIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS. Tomado de Bernardo Gargallo López, J. M. Suárez Rodríguez, María Isabel Díaz García, que expresa:

Las necesidades de ahorro en recursos de costos y tiempo, amortización de inversiones y movilidad a los puestos de trabajo, ha dado lugar a que se creen

mecanismos necesarios para que todo el tráfico interno de una empresa pueda ser soportada sobre la misma red de comunicaciones.

Esta red, no sólo transportará los paquetes de datos de la informática interna, sino que también proveerá acceso a las aplicaciones externas alojadas en la nube de Internet, y al mismo tiempo manejará las comunicaciones de telefonía y multimedia de la empresa, utilizando múltiples herramientas que garantizan una rápida búsqueda de los caminos de comunicaciones más rápidos, efectivos, confiables, seguros y sobre todo más económicos.

Con la implementación de redes locales en el hogar las aplicaciones inteligentes se han ido sumando de apoco según las necesidades de los clientes, servicios como el control y la supervisión de sistemas de seguridad para casas, sistemas de energía, sistemas de comunicación, y sistemas de entretenimiento en general cada vez se tornan más comunes en la sociedad.

#### **2.4.16 Tipos de transmisión de Información**

Fundamentado en el libro: REDES DE COMPUTADORAS. Tomado de Andrew S. Tanenbaum, que manifiesta:

Los medios de transmisión para transportar información se pueden clasificar como guiados y no guiados.

Los medios guiados proporcionan un camino físico a través del cual la señal se propaga es el caso de los cables par trenzado, coaxial y fibra óptica.

Los medios no guiados utilizan una antena para transmitir la señal por el aire, el vacío o el agua.

Tradicionalmente el par trenzado ha sido el medio utilizado en las comunicaciones de cualquier tipo, sin embargo con el cable coaxial se puede obtener mayores velocidades de transmisión para mayores distancias, por esta característica es

utilizado en redes de área local (LAN), no obstante las capacidades de la fibra óptica están desplazando al cable coaxial copando la mayor parte de mercado en las LAN de alta velocidad y aplicaciones a larga distancia.

La difusión por radio, las microondas terrestres, y los satélites son las técnicas que se utilizan en la transmisión no guiada, sin embargo la transmisión por infrarrojos se utilizan en algunas aplicaciones LAN.

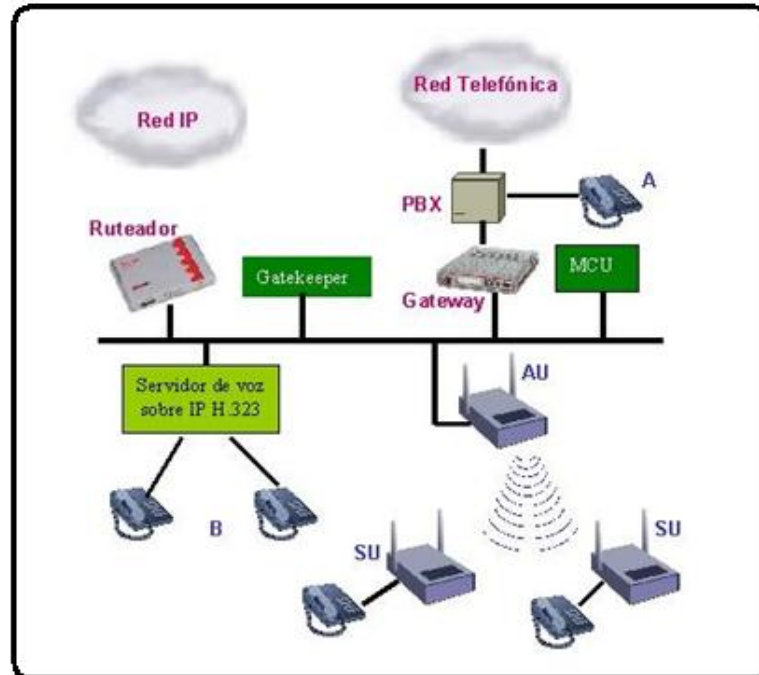
Según el sentido de la transmisión podemos encontrarnos con 3 tipos diferentes:

- Simplex es aquella que la transmisión es en un solo sentido.
- Half-Duplex. La transmisión es en dos sentidos pero no simultáneamente.
- Full-Duplex. Es cuya transmisión es en dos sentidos simultáneamente.

#### **2.4.17 Medios de transmisión**

Fundamentado en el libro: TECNOLOGÍAS Y REDES DE TRANSMISIÓN DE DATOS. Tomado de By Enrique Herrera Pérez, que recalca lo siguiente:

El propósito de la capa física es transportar un paquete de bits del lugar de origen al destinatario final, para este procedimiento se puede utilizar medios guiados (cables) y medios no guiados (inalámbricos) para la transmisión real, como indica la Figura N°2.28, cada uno con su propio ancho de banda, retardo, costo y facilidad de instalación y mantenimiento.



**Figura N° 2. 22:** Medios de Transmisión.

**Fuente:** <http://www.ebosa.co.cl/images/inalamb/Image3.jpg>

Dentro de los principales medios de transmisión de información tenemos los medios guiados (cable) y los medios no guiados (aire).

- Medios guiados:
  - **Pares trenzados.** Se pueden utilizar tanto para transmisión analógica como digital, y su ancho de banda depende del calibre del alambre y de la distancia que recorre; en muchos casos pueden obtenerse transmisiones de varios megabits, en distancias de pocos kilómetros.
  - **Cable coaxial.** El ancho de banda que se puede obtener depende de la longitud del cable para cables de 1km, es factible obtener velocidades de datos de hasta 10Mbps, y en cables de longitudes menores, es posible obtener velocidades superiores.

- **Fibra Óptica.** Un sistema de transmisión por fibra óptica está formado por una fuente luminosa muy monocromática generalmente un láser, la fibra encargada de transmitir la señal luminosa y un fotodiodo que reconstruye la señal eléctrica. Actualmente representa el medio de transmisión más confiable y seguro, pero su implementación es muy costosa.
  
- Medios no guiados:
  - **Radio enlaces de VHF y UHF.** Estas bandas cubren aproximadamente desde 55 a 550 MHz.  
  
Son también omnidireccionales, pero a diferencia de las anteriores la ionosfera es transparente a ellas. Su alcance máximo es de un centenar de kilómetros, y las velocidades que permite del orden de los 9600 bps.
  
  - **Microondas.** Su frecuencia está en el orden de 1 a 10 GHz, las microondas son muy direccionales y sólo se pueden emplear en situaciones en que existe una línea visual que une emisor y receptor. Los enlaces de microondas permiten grandes velocidades de transmisión, del orden de 10 Mbps.
  
  - **Satelitales.** Puede definirse como un repetidor de radio en el cielo (transponder), para controlar su funcionamiento y una red de usuario, de las estaciones terrestres que proporciona las facilidades para transmisión y recepción del tráfico de comunicaciones, a través del sistema de satélite.

#### 2.4.18 Códigos de transmisión

Fundamentado en el libro: REDES DE TRANSMISIÓN DE DATOS Y PROCESO DISTRIBUIDO. Tomado de Uyles D. Black, que dice lo siguiente:

Para poder explicar los diferentes métodos de comunicación, es necesario conocer los códigos empleados para representar la información a transmitir. Por ejemplo, dentro de un computador o terminal cada carácter alfanumérico está representado por una combinación única de dígitos binarios de acuerdo con un código determinado, y los datos o la información son transmitidos en un canal en forma de secuencias de dígitos binarios.

#### 2.4.18 Clases de servicios (CoS)

Fundamentado en el libro: REDES DE TRANSMISIÓN DE DATOS Y PROCESO DISTRIBUIDO. Tomado de Uyles D. Black, que manifiesta:

Las clases de servicios, conocidos como CoS son principalmente:

- **Video.** La clase de servicio para transportar video tiene un nivel de prioridad más alto que las clases de servicio para datos.
- **Voz.** Esta clase de servicio para transportar voz tiene un nivel de prioridad equivalente al de video, es decir, más alto que las clases de servicio para datos.
- **Datos de alta prioridad (D1).** Representa la clase de servicio con el nivel de prioridad más alto para datos. Se utiliza particularmente para aplicaciones que son críticas en cuanto a necesidad de rendimiento, disponibilidad y ancho de banda.



- **Datos de prioridad (D2).** Se relaciona con aplicaciones que no son críticas y que tienen requisitos particulares en cuanto a ancho de banda.
- **Datos no prioritarios (D3).** Son la clase de servicio de prioridad más baja.

La Clase de Servicios (CoS) es la parte que más le interesa al cliente, puesto que en una videoconferencia no le gustaría que la información llegue con retardos y entre cortada, en cambio en un mensaje por correo electrónico no le importa si la información se demora un poco en cargar y mientras más rápidos y eficaces sean los servicios prestados en general, crecerá el prestigio de la empresa y a la larga su demanda.

#### 2.4.19 Calidad de Servicios (QoS)

Fundamentado en el libro: REDES DE TRANSMISIÓN DE DATOS Y PROCESO DISTRIBUIDO. Tomado de Uyles D. Black, que recalca:

Se podría dar un trato diferente a los distintos flujos de tráfico, por ejemplo algunas aplicaciones como voz y video son sensibles al retardo, pero insensibles a la pérdida, otras a su vez son insensibles al retardo pero sensibles a las pérdidas, como es el caso de la transferencia de ficheros y el correo electrónico, otras en cambio son sensibles tanto al retardo como a las pérdidas como por ejemplo las aplicaciones de computo o los gráficos interactivos.

Por otra parte hay que mencionar que los flujos de tráfico distintos tienen prioridades diferentes; es así como, el tráfico de gestión de red particularmente durante la ocurrencia de congestión o fallos, es más importante que el tráfico de aplicación, es decir tiene mayor prioridad.

Esto es de gran importancia sobre todo durante períodos de congestión en los que los flujos de tráfico con distintos requisitos es tratado de forma diferente y se les asigna una calidad de servicio (QoS, Quality of Service) diferente.

## **2.5 Hipótesis**

El tipo de Proveedores de Servicios de Telecomunicaciones influye en la calidad de acceso a Internet y servicios multimedia en las zonas de Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando.

## **2.6 Señalamiento de Variables**

**Variable Independiente:** Proveedor de Servicios de Telecomunicaciones.

**Variable Dependiente:** Acceso a Internet y servicios multimedia.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Enfoque**

El tipo de enfoque que se le dio a la presente investigación es de tipo cuali-cuantitativo, debido a que la recolección de datos se realizó directamente en las parroquias Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando, se llevó a cabo una investigación profunda en lo que respecta al acceso eficaz a Internet, haciendo de esta investigación un estudio objetivo, sistemático y controlado cuyas respuestas se pretende sean confiables, de calidad y sobre todo con criterio, justificando las causas y efectos del problema propuesto.

#### **3.2 Modalidad básica de la investigación**

##### **3.2.1 Investigación de campo**

La presente investigación es de campo porque se realizó un estudio ordenado y sistemático de los acontecimientos suscitados con respecto al acceso a Internet en las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando donde se producen dichos acontecimientos y de acuerdo a los resultados obtenidos se planteó conclusiones que permitieron obtener un enfoque de una posible solución como es la implementación de un Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico (WISP).

### **3.2.2 Investigación documental-bibliográfica**

Es investigación bibliográfica porque se buscó información en libros, informes, revistas, ya que se tuvo como propósito detectar, profundizar y ampliar diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios en todo lo relacionado al acceso a Internet y servicios multimedia, además de la fiabilidad y factibilidad que ha presentado la implementación de un Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico en otros sectores rurales.

### **3.3 Nivel de Investigación.**

#### **3.3.1 Nivel exploratorio**

La investigación tuvo un nivel exploratorio puesto que se definió las variables adecuadas de las cuales se recopiló información por separado dando una mayor amplitud y dispersión, dependiendo de los acontecimientos que se presentó durante esta investigación.

#### **3.3.2 Nivel descriptivo**

Constó además de un nivel descriptivo que permitió dar pronósticos generales basados en el conocimiento de la situación actual de la zona de estudio.

#### **3.3.3 Nivel explicativo**

De nivel explicativo porque detectó las principales causas de determinados comportamientos, explicando los procesos adecuados que fueron aplicados.

### 3.4 Población y Muestra

#### 3.4.1 Población

La población se constituye por las personas de las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando del cantón Ambato, y que de una u otra forma brindarán información relacionada y necesaria para la elaboración del presente proyecto.

Esta población con la que se trabajará es de aproximadamente 6411 habitantes (INEC 2010).

#### 3.4.2 Muestra

Por la magnitud que representa la zona de estudio, se determinó la muestra mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1}$$

Dónde:

**n** = tamaño de la muestra;

**N** = población;

**E<sup>2</sup>** = error de la muestra

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1} = \frac{6411}{(0,05)^2(6411 - 1) + 1}$$

n= 377 habitantes.

Si el valor de n es mayor que 100 se debe aplicar la fórmula hasta que el valor de n sea menor o igual a 100, por facilidad de la investigación.

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1} = \frac{377}{(0,05)^2(377 - 1) + 1}$$

n= 194 habitantes.

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1} = \frac{194}{(0,05)^2(194 - 1) + 1}$$

n= 131 habitantes.

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1} = \frac{131}{(0,05)^2(6411 - 1) + 1}$$

n= 99 habitantes.

### 3.5 Plan de Recolección de la Información

Para la recolección de información del diseño se realizó una encuesta a los habitantes de las parroquias de estudio sobre las necesidades que presentan actualmente para la calidad de acceso a Internet, cuyos resultados se presentan en el siguiente capítulo.

### 3.6 Plan de Procesamiento de la Información

Una vez aplicados los adecuados procedimientos, se recopiló la información a través de la encuesta, se procedió a analizar las causas que provocan el determinado problema. Se realizó el análisis integral en base a juicios críticos desprendidos del marco teórico, objetivos y variables de la investigación y conceptos técnicos obtenidos de los datos tomados en el proceso investigativo.

A continuación se realizó las conclusiones y recomendaciones que permiten dar solución al problema planteado.

Finalmente como parte fundamental de la investigación crítica y propositiva se estructuró la propuesta pertinente al tema de investigación enfocada al diseño de un proveedor de servicios de Internet Inalámbrico utilizando tecnología Wi-Fi con IPV6 y MPLS para el acceso a Internet y servicios multimedia para las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### **4.1 Situación Actual de las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando.**

Las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando actualmente presentan una crisis muy seria en cuanto a tecnología y específicamente en la calidad de acceso a Internet y servicios multimedia, este aspecto representa su principal necesidad para mantener un grado estable de competencia a nivel intelectual, económico y social, este problema se debe a muchos factores entre los que destacan la baja cobertura, los altos costos, la saturación de puertos, pero principalmente se debe a que en el sector de estudio no existe un número considerable de proveedores de servicios de telecomunicaciones que puedan competir entre sí, y que por consiguiente brinden un servicio de calidad con precios accesibles para el usuario.

#### **4.2 Análisis de Resultados**

La información se obtuvo a través de preguntas directas a manera de encuestas, como se lo puede observar en el Anexo 2, la cual está destinada a los dirigentes políticos de cada parroquia y al resto de moradores del sector, así como los principales negocios y empresas existentes en el lugar de estudio para conocer su opinión sobre el tema.

Posteriormente a la recolección de información se procedió a ordenar y analizar los datos, para matemáticamente cuantificarlos y así adquirir una idea integral del problema que permita obtener conclusiones y recomendaciones las cuales servirán para la formulación de la propuesta.





**Pregunta 2:** ¿Posee servicio de Internet?

a) Si ( )

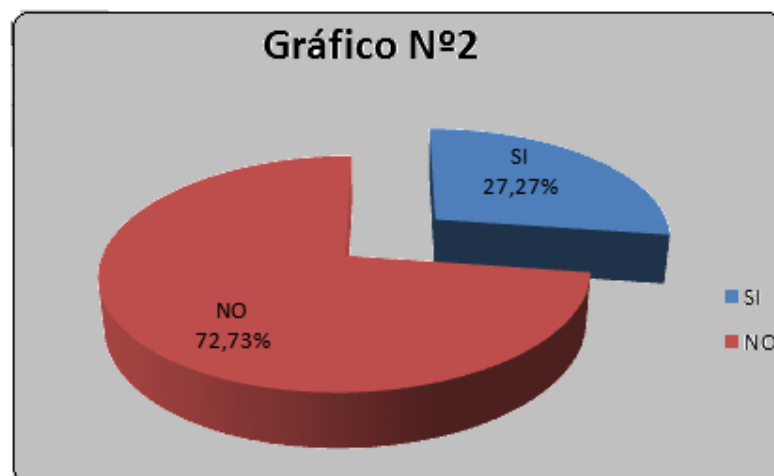
b) No ( )

N°	Ítem	Respuestas	Porcentaje
1	SI	27	27,27%
2	NO	72	72,73%
	<b>TOTAL</b>	99	100%

**Fuente:** Datos obtenidos de la Encuesta.

**Autor:** Investigador.

**Interpretación:** A través de los resultados obtenidos en la encuesta dirigida a los moradores de las parroquias estudiadas se observa que existe únicamente un 27,27% que posee servicio de Internet, mientras que el 72,73% carece de este servicio fundamental para el desarrollo de la sociedad, esto representa un gran problema para los habitantes del sector de estudio puesto que deben trasladarse fuera de su hogar en busca de este servicio.



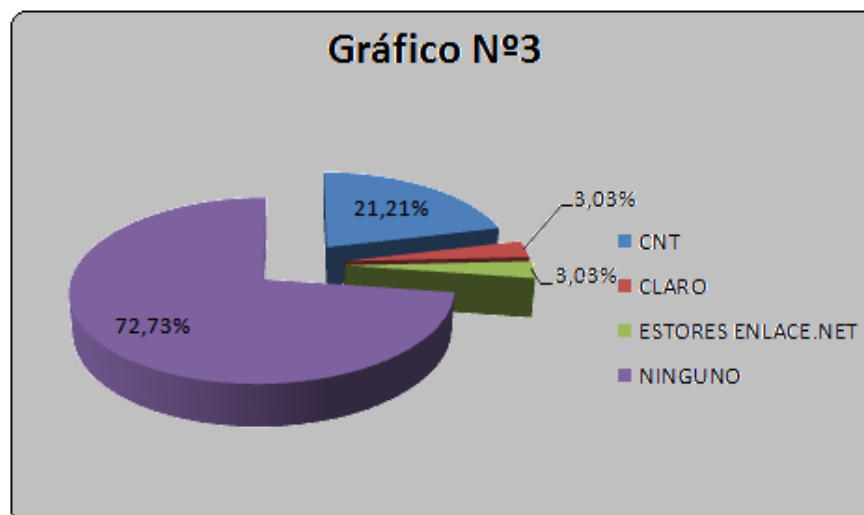
**Pregunta 3:** ¿Qué proveedor le ofrece el servicio de Internet?

Nº	Ítem	Respuestas	Porcentaje
1	CNT	21	21,21%
2	CLARO	3	3,03%
3	ESTORES ENLACE.NET	3	3,03%
4	NINGUNO	72	72,73%
	<b>TOTAL</b>	99	100%

**Fuente:** Datos obtenidos de la Encuesta.

**Autor:** Investigador.

**Interpretación:** Los resultados de la encuesta muestra que del 27,27% de los moradores que poseen servicio de Internet, existe un 21,21% que les provee la empresa CNT, es decir el estado; y al resto de los usuarios dicho servicio es ofrecido por empresas privadas, con el 3,03% Claro y el 3,03% Estores Enlace.Net, mientras que una gran parte de la población que es el 72,73% no posee servicio de Internet, debido a sus altos costos, baja cobertura y escases de puertos de los proveedores existentes en el medio.



**Pregunta 4:** ¿Está satisfecho actualmente con la calidad de servicio de Internet que le ofrece su proveedor?

a) Si ( )

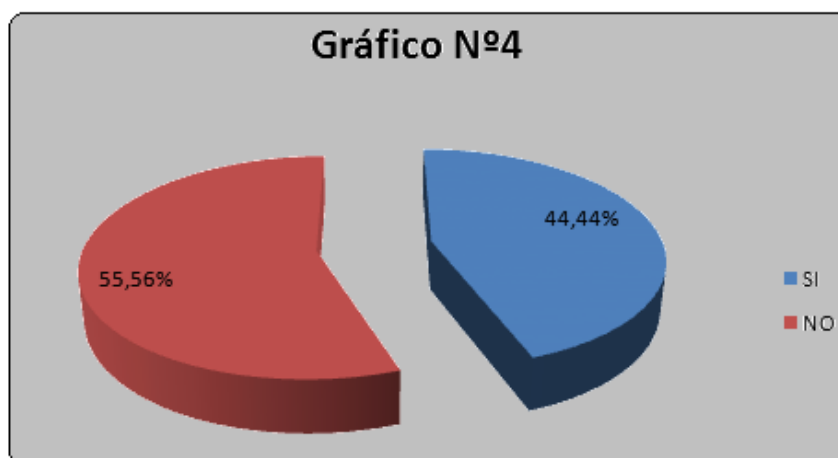
b) No ( )

Nº	Ítem	Respuestas	Porcentaje
1	SI	12	44,44%
2	NO	15	55,56%
	<b>TOTAL</b>	27	100%

**Fuente:** Datos obtenidos de la Encuesta.

**Autor:** Investigador.

**Interpretación:** Según la encuesta dirigida a los habitantes de la población en estudio se observa que el 44,44% se encuentran satisfechos con la calidad de servicio de Internet que actualmente ofrece su proveedor, sin embargo el 55,56% manifiesta que el servicio no es lo suficientemente bueno, como para ayudarlos a realizar sus distintas diligencias con rapidez y eficiencia, creando así una congestión en los pocos centros de cómputo que ofrecen este servicio.



**Pregunta 5:** ¿Está interesado en adquirir o cambiar su servicio de Internet?

a) Si ( )

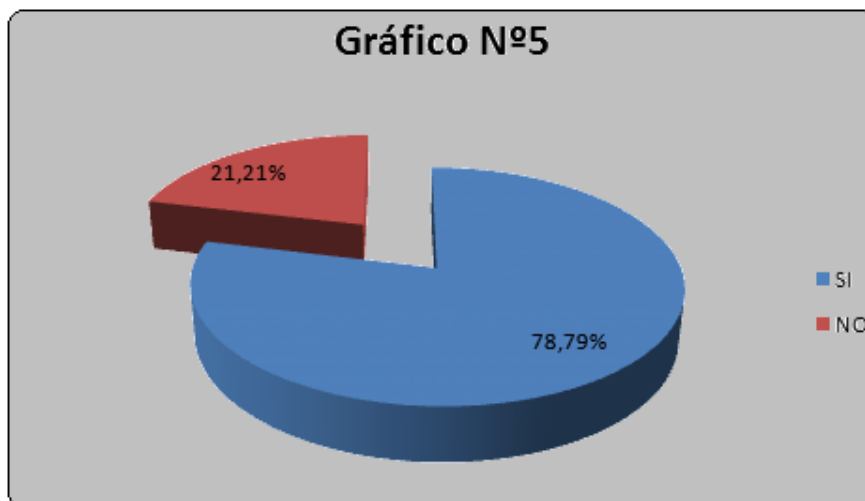
b) No ( )

N°	Ítem	Respuestas	Porcentaje
1	SI	78	78,79%
2	NO	21	21,21%
	<b>TOTAL</b>	99	100%

**Fuente:** Datos obtenidos de la Encuesta.

**Autor:** Investigador.

**Interpretación:** Los resultados de la encuesta, dicen que actualmente un 78,79% de la población total desea adquirir el servicio de Internet o a su vez está interesado en cambiar de proveedor, y el 21,21% de los encuestados se mantendrían en su estado.



**Pregunta 6:** ¿Qué problemas tienen los habitantes para el acceso a Internet?

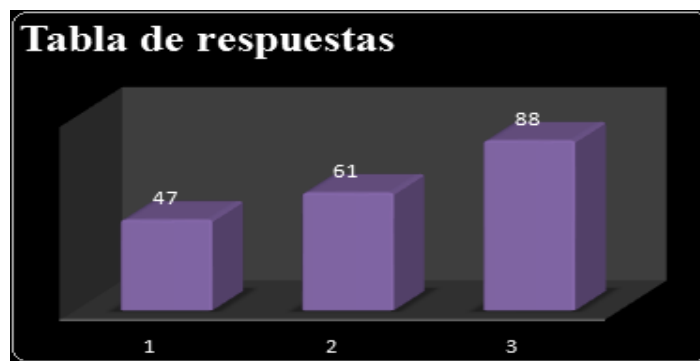
- a) Altos Costos ( )
- b) Escases de puertos ( )
- c) Baja Cobertura ( )

Nº	Ítem	Respuestas
1	Altos costos	47
2	Escases de puertos	61
3	Baja cobertura	88
	<b>TOTAL</b>	99

**Fuente:** Datos obtenidos de la Encuesta.

**Autor:** Investigador.

**Interpretación:** En base a los resultados adquiridos en la encuesta, se observa que uno de los problemas que actualmente enfrentan los habitantes de la población son los costos elevados del servicio, esto se debe a que existe un poco número de proveedores impidiendo su competencia, calidad de servicio y bajos costos. Otro de los problemas que tienen para el acceso a Internet son la escases de puertos, esto se debe a su zona geográfica, siendo difícil y costosa una instalación cableada para dicho servicio, pero finalmente el mayor problema que enfrentan los moradores de las parroquias encuestadas es la baja cobertura, que de igual forma por su ubicación geográfica impide la facilidad de alcance de cobertura en los sectores de estudio.



**Pregunta 7:** ¿Cree usted que con un Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico se mejorará el acceso actual?

a) Si ( )

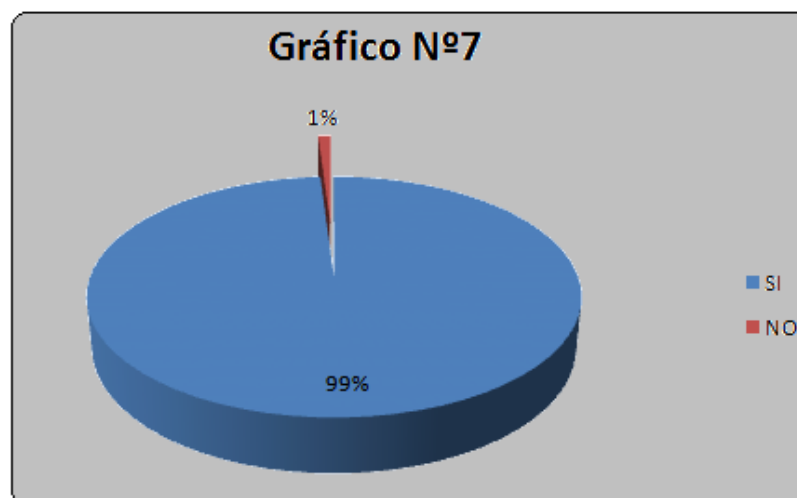
b) No ( )

Nº	Ítem	Respuestas	Porcentaje
1	SI	98	98,99%
2	NO	1	1,01%
	<b>TOTAL</b>	99	100%

**Fuente:** Datos obtenidos de la Encuesta.

**Autor:** Investigador.

**Interpretación:** Mediante las respuestas de la encuesta se muestra que el 98.99% de la población total cree que con un proveedor de servicio de Internet inalámbrico mejorará en gran parte la calidad de acceso actual a este servicio debido a su facilidad de implementación en lugares que su zona geográfica no es apta para una estructura cableada, mientras que el 1,01% de los encuestados opina que no mejorará el servicio debido a su interferencia.



**Pregunta 8:** ¿Dónde recurre frecuentemente en busca del servicio de Internet?

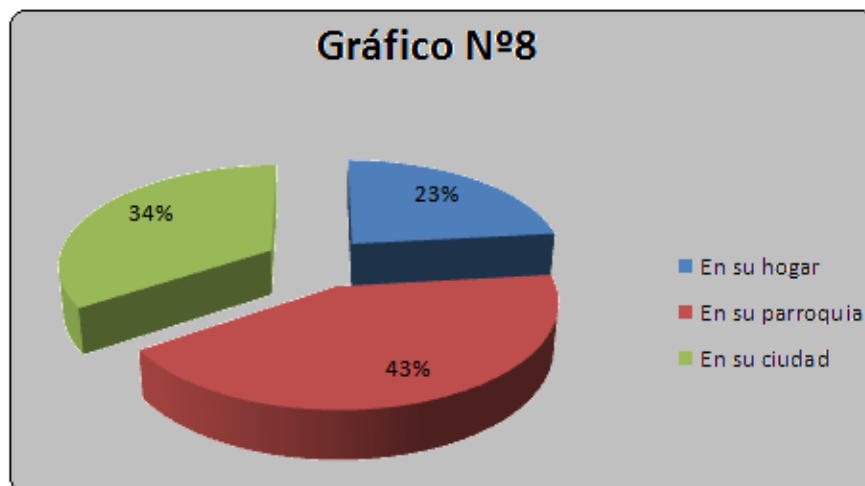
- a) En su hogar ( )
- b) En su parroquia ( )
- c) En su ciudad ( )

Nº	Ítem	Respuestas	Porcentaje
1	En su hogar	23	23,23%
2	En su parroquia	42	42,43%
3	En su ciudad	34	34,34%
	<b>TOTAL</b>	99	100%

**Fuente:** Datos obtenidos de la Encuesta.

**Autor:** Investigador.

**Interpretación:** La encuesta dirigida a los habitantes de las parroquias de estudio muestra que existe un 23,23% de los moradores poseen la facilidad de acceso a Internet desde su hogar, por otra parte el 42,43% lo adquiere dentro de su parroquia, sin embargo el 34,34% se ve en la necesidad de acudir al cantón Ambato para adquirir a dicho servicio, generando como principal consecuencia la pérdida de su tiempo y dinero.



**Pregunta 9:** De los siguientes servicios de Internet. ¿Cuál le gustaría recibir o usa actualmente?

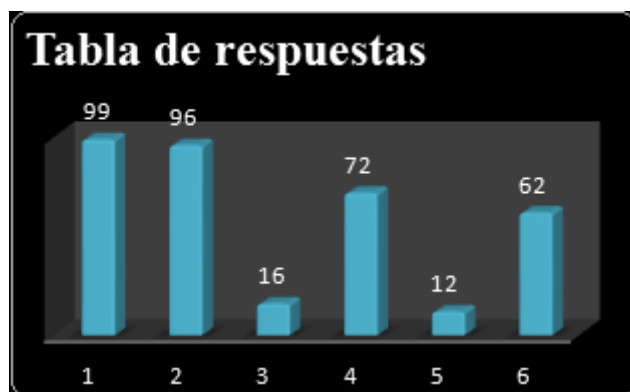
- a) Navegación Web (De interés Educativo) ( )
- b) Multimedia. ( )
- c) Hosting (Poner una página web en un servidor de Internet para que pueda ser vista en cualquier lugar del mundo con acceso a Internet). ( )
- d) Comercio electrónico ( )
- e) VPN (Conexión entre 2 sucursales a través de Internet). ( )
- f) Telefonía IP. ( )

Nº	Ítem	Respuestas
1	Navegación Web	99
2	Multimedia	96
3	Hosting	16
4	Comercio electrónico	72
5	VPN	12
6	Telefonía IP	62
	<b>TOTAL</b>	99

**Fuente:** Datos obtenidos de la Encuesta.

**Autor:** Investigador.

**Interpretación:** En base a los resultados obtenidos en la encuesta se puede observar que uno de los principales servicios de Internet usados actualmente por los encuestados es la navegación Web, seguida por el servicio multimedia, sin embargo existe una gran acogida por el servicio de comercio electrónico y la telefonía IP, servicios que en la actualidad están tomando nombre debido a su utilidad y factibilidad en la sociedad, mientras que los servicios de Hosting y VPN no son muy comerciales, esto se debe en su mayoría por la falta de conocimiento de las aplicaciones que puedan dar a sus negocios.





#### **4.4, Análisis de la Encuesta**

Una vez realizadas las encuestas en las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando se pudo notar que existen pocos proveedores de servicios de telecomunicaciones, siendo la empresa gubernamental CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) la que abarca el 21,21% de acceso al servicio de Internet de la población encuestada, y el resto de los usuarios adquieren dicho servicio por empresas privadas como: Claro con el 3,03% y Estores Enlace.net con el 3,03%, mientras que el 72,73% de los encuestados no poseen servicio de Internet, debido a tres factores fundamentales como son: baja cobertura del sistema de telecomunicaciones, escasos puertos de los proveedores que utilizan ADSL y por los costos altos por parte de las empresas de telecomunicaciones existentes en las parroquias, esto genera un deficiente acceso al servicio de Internet.

El servicio de Internet es muy importante en la vida diaria de los habitantes de las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando, ya que dicho servicio les aporta en el aspecto social puesto que van a poder comunicarse con otras personas en el resto del mundo, en el aspecto cultural ya que pueden crear su propia página web con programas de fiestas de su respectiva parroquia y finalmente se verían beneficiados en el aspecto económico en vista que podrían publicar sus principales productos de exportación al mercado agrícola, las pequeñas empresas tendrían una comunicación directa en tiempo real con sus sucursales en otros lugares del Ecuador.

En base a los resultados adquiridos en la pregunta N°8 de encuesta realizada, existe un 23,23% de los moradores que posee la comodidad de acceso al servicio de Internet desde su hogar, por otra parte el 42,43% lo adquiere dentro de su parroquia, sin embargo el 34,34% se ve en la necesidad de acudir al cantón Ambato para acceder a dicho servicio, generando como principal consecuencia la pérdida de su tiempo y dinero.

Una propuesta fiable sería la implementación de un proveedor de servicios de Internet inalámbrico (WISP), utilizando tecnología Wi-Fi, siendo su implementación apta para zonas geográficas donde no sea posible el acceso a Internet de forma guiada (cables), o a su vez la misma sea muy costosa. El único inconveniente sería que la tecnología inalámbrica al estar expuesta a situaciones climáticas críticas y a intrusos ajenos a la red, que puedan filtrarse a la misma con intenciones maliciosas, sus equipos de telecomunicaciones deben soportar un alto nivel de seguridad, con el fin de garantizar la calidad de transmisión de la información al usuario final.

Actualmente en el cantón Ambato, la mayoría de instituciones y empresas cuentan con el servicio de Internet utilizando tecnología inalámbrica, por consiguiente existen torres de telecomunicaciones operables, que pueden servir de referencia para la implementación de un posible nodo del diseño WISP.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Luego de haber aplicado el análisis de las encuestas en las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando se pudo concluir lo siguiente:

- Existen pocos proveedores de servicios de Telecomunicaciones generando un deficiente acceso a Internet en los lugares de estudio.
- La tecnología Wi-Fi está expuesta a situaciones climáticas fuertes y a intrusos ajenos a la red inalámbrica, que puedan filtrarse a la misma con intenciones maliciosas.
- Existen torres de telecomunicaciones operables que pueden servir como referencia para la implementación de un posible nodo del diseño WISP.
- El servicio de Internet es muy importante en la vida diaria de los moradores de las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando, y la séptima parte de la población total no posee dicho servicio, por factores como altos costos, escasos puertos y baja cobertura del servicio en cuestión.

## 5.2 Recomendaciones

Analizando los resultados de las encuestas realizadas en las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando se recomienda lo siguiente:

- Es necesario la implementación de un proveedor de servicios de Internet Inalámbrico, para mejorar la calidad de acceso a Internet y servicios multimedia en los sectores de estudio.
- Los equipos de transmisión de la red inalámbrica deben soportar una alta seguridad puesto que estarán expuestos a situaciones climáticas muy fuertes y a intrusos que se pueden filtrar a la red.
- Investigar lugares de referencia donde se pueda tomar las coordenadas de los posibles nodos para el diseño de la red inalámbrica del WISP.
- Se recomienda a las autoridades de las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando, realizar las gestiones necesarias para obtener nuevas opciones para el acceso al servicio de Internet de su respectiva parroquia.

## CAPITULO VI

### PROPUESTA

#### 6.1 Datos Informativos

- **Título:**

“Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico usando tecnología Wi-Fi con IPV6 y MPLS para las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando”.

- **Institución Ejecutora:**

Universidad Técnica de Ambato

Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

- **Beneficiarios:**

Investigador.

Moradores de las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando.

- **Ubicación:**

**Provincia:** Tungurahua.

**Cantón:** Ambato.

**Parroquias:** Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando.

- **Equipo Técnico Responsable:**

Autor: Marco Montesdeoca.

Tutor: Ing. Vinicio Hidalgo.

## **6.2 Antecedentes de la Propuesta**

En base al análisis de las encuestas realizadas anteriormente, se puede apreciar que los habitantes de las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando, se ven afectados por el escaso acceso a la tecnología de las Telecomunicaciones particularmente al servicio de Internet y aplicaciones multimedia, debido a factores como el reducido número de proveedores de servicios de Internet, los cuales utilizan la tecnología xDSL para ofrecer dicho servicio lo cual está limitado por un número dado de puertos que no satisface con la demanda actual de la población, mientras que hay otros moradores que utilizan el modem con tecnología GRPS el cual está expuesto a una baja cobertura debido a la zona geográfica del sector.

Actualmente se observa que el servicio de Internet poco a poco se va inmiscuyendo en la vida diaria de la sociedad llegando a ser una herramienta indispensable para el desempeño de cualquier persona y los moradores de las parroquias antes mencionadas no son la excepción, y más aún los estudiantes del sector, puesto que ahora los trabajos y consultas que envían en las instituciones educativas son realizadas con mayor rapidez y comodidad a través de Internet, y también para mantener su relación social con sus amigos y compañeros mediante las redes sociales, y al verse marginados en sus hogares de este servicio se ven en la necesidad de salir a sus parroquias e incluso viajar al cantón Ambato para adquirir el servicio de Internet, por lo que es necesario implementar una empresa de Telecomunicaciones que provea de servicios de Internet con tecnología inalámbrica para cubrir con la demanda actual de toda la población de una forma segura y eficaz.

## **6.3 Justificación**

La industria de las telecomunicaciones ante la actual demanda del servicio de Internet que existe en el sector de análisis es necesario que tenga un plan de

mercado para reducir costos y ampliar su rendimiento, seguridad y calidad de servicio (QoS), es por eso que se opta por la tecnología Wi-Fi aplicando IPv6 y MPLS, que permitirá ofrecer al cliente un servicio triple-play, es decir puede integrar voz dato y video en un escenario común.

La tecnología Wi-Fi permite el acceso de múltiples computadoras, así como dispositivos inalámbricos que incluyan esta tecnología sin ningún problema ni gasto en infraestructura, lo que no sucede con la tecnología guiada o por cable.

Está regido por el estándar 802.11 y esta tecnología continúa escalando y su presencia se amplía en un número creciente de dispositivos que actualmente son muy comerciales y necesarios para el usuario como son: Laptops, agendas electrónicas, teléfonos celulares, etc.

La implementación del sistema de conexión de una red inalámbrica es sencilla y económica, pero conlleva a algunas dificultades ya que no es predecible interceptar la información que circula a través de ondas por el aire, es por eso que para evitar este problema se recomienda la encriptación de la información.

El protocolo MPLS (Multi-Protocolo de Conmutación mediante Etiquetas) brinda una amplia flexibilidad para desviar el tráfico en caso que los enlaces se caigan o a su vez se congestione la red por la carga de tráfico.

La transmisión de la información empleando MPLS permite empaquetar una mayor cantidad de información en el ancho de banda disponible, con esto se consigue optimizar el procesamiento a nivel del router, ofreciendo al cliente rapidez en la navegación y por ende calidad de servicio.

IPv6 es un protocolo que en la actualidad no está implementado en el Ecuador sin embargo en países desarrollados es el protocolo que hoy en día está en vigencia, esto se debe principalmente debido a que incorpora nuevas características con respecto al protocolo IPv4, dentro de las principales destacan un mayor espacio de

direccionamiento, seguridad, movilidad, y una mejor calidad de servicio (QoS), gracias a que su estructura dispone de campos mucho más amplios para definir factores como la prioridad y el flujo de cada paquete que se transmite, el mismo que se conoce como prioridad de servicio, dando como resultado que la red sea eficaz y cubriendo de esta forma las principales necesidades del cliente final.

#### **6.4 Objetivos.**

##### **General.**

- Diseñar la red de un Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico WISP para mejorar la calidad de acceso a Internet y servicios multimedia en las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando.

##### **Específicos.**

- Establecer los puntos estratégicos para la ubicación de los nodos de la red y de los equipos inalámbricos de Telecomunicaciones para garantizar un óptimo servicio de Internet para las zonas de estudio.
- Diagnosticar los principales servicios que ofrecen los proveedores de servicios de Internet que satisfagan las principales necesidades de los usuarios.
- Seleccionar los equipos que soporten la tecnología Wi-Fi aplicando MPLS con IPv6 con el fin de cubrir las necesidades de ancho de banda, seguridad y calidad de servicio (QoS) que actualmente tiene la población.

#### **6.5 Análisis de Factibilidad**

La propuesta se enmarca dentro de un proyecto factible debido a que según el análisis posteriormente realizado del TIR (Tasa Interna de Retorno) y el VAN (Valor Actual Neto) se observa que la inversión será recuperada en un plazo de 4 años mientras que para el quinto año se duplicará la inversión inicial, además el



proyecto aporta en gran parte al ámbito social del cantón Ambato puesto que otorga a los moradores de las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando la optimización de recursos importantes como son el tiempo y el dinero.

#### **6.5.1. Factibilidad Científica**

La presente propuesta tiene factibilidad científica porque se fundamentó en libros, revistas, documentos certificados con el fin de ampliar conocimientos, teorías y criterios relacionados a la tecnología inalámbrica y a la implementación de un proveedor de servicios de Internet inalámbrico en otros sectores rurales.

#### **6.5.2. Factibilidad Económica**

La propuesta es factible económicamente en vista que todos los dispositivos inalámbricos y los materiales necesarios para la implementación del diseño propuesto existen en el mercado ecuatoriano, y no se pagaría recargos adicionales de importación de los equipos de telecomunicaciones.

#### **6.5.3. Factibilidad Técnica**

La propuesta posee factibilidad técnica porque los equipos de telecomunicaciones que se va a implementar en el diseño del proveedor de servicios de Internet inalámbrico (WISP), están disponibles en el mercado ecuatoriano, y cumplen con las principales características que el diseño propuesto requiere.

### **6.6. Descripción del Diseño**

Para realizar un diseño óptimo de la red inalámbrica con tecnología Wi-Fi, se debe principalmente realizar un análisis previo de los actuales equipos de Telecomunicaciones que están vigentes en el mercado ecuatoriano y que los mismos cumplan con las características propuestas para el proyecto expuesto, tal como se puede observar en el Anexo 3, que contiene una memoria técnica, en la que se describe las principales características del diseño de la red.

Se analizó también los tipos de seguridades como la encriptación de los equipos utilizados para que la información llegue con integridad a su destino, y así dar solución a un posible inconveniente que se pueda presentar a futuro en la red inalámbrica propuesta.

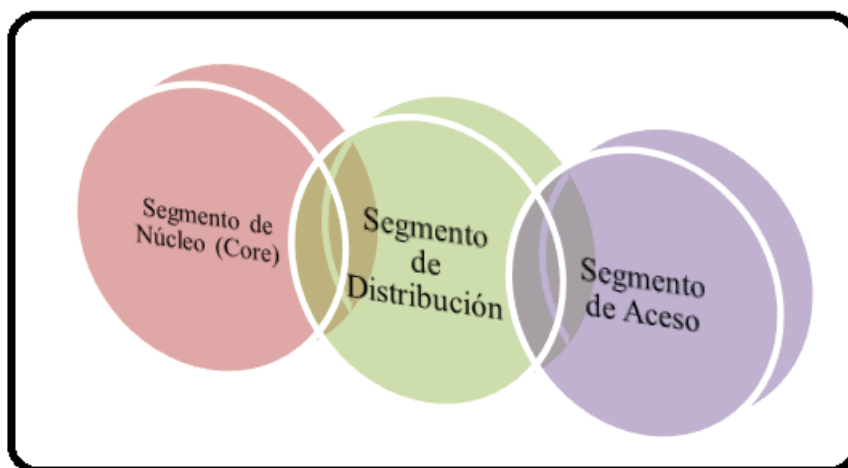
Para garantizar que el diseño tenga una estructura muy bien definida se estableció una arquitectura fundamentada por tres segmentos para brindar al administrador de la red un control más ordenado y sistemático la cual se detalla a continuación.

### 6.6.1. Diseño Fundamentado en Tres Segmentos

Permite básicamente agrupar distintos dispositivos en varias redes organizadas a través de segmentos para una mayor facilidad de administración de la red.

Un diseño por segmentos proporciona mayor eficiencia, velocidad y la optimización de procesos. Así como también permite tener una escalabilidad de la red a futuro, además de la implementación de nuevas aplicaciones que la red puede ofrecer al cliente final.

El diseño está estructurado por tres segmentos como muestra la Figura N° 6.1:



**Figura N° 6.1:** Modelo Fundamentado en segmentos.

**Fuente:** Investigador, basado en <http://www.warriorsofthe.net>

- **Segmento de Núcleo (Core)**

El segmento de núcleo es la más importante ya que constituye el cerebro de la estructura de la red donde se va a controlar y a procesar el tráfico de la información del proveedor de servicios de Internet inalámbrico, es decir en este segmento se va a administrar toda la red, por lo cual los equipos que estén instalados en el core deben estar en la capacidad de soportar un gran ancho de banda, un alto grado de tráfico de información y además prestar altas velocidades de procesamiento para garantizar que la red no colapse.

Una de las principales características que se encuentran en el segmento del núcleo es que integra los enlaces troncales conocidos como backbone y su convergencia rápida proporciona una alta velocidad en la conmutación de paquetes.

Las funciones que cumple la capa del núcleo son:

- Alto grado de seguridad.
- Facilitar la administración de toda la red.
- Optimizar el tráfico de la información.
- Ajustarse a cambios que puedan producirse en la red como la escalabilidad de la misma.

- **Segmento de Distribución**

El segmento de distribución establece una conmutación entre el segmento de núcleo y el segmento de acceso cuyo objetivo principal es como su nombre mismo lo indica distribuye la información previamente antes solicitada por el usuario hacia su destino correspondiente. La principal característica de este segmento es que integra conexiones WAN en base a políticas de seguridad.

En otras palabras el segmento de distribución determina cuando y como el tráfico de datos puede acceder a los principales servicios de la red.

Para garantizar la seguridad de la red y optimizar el procesamiento del tráfico el segmento de distribución cumple con las siguientes funciones:

- Es el punto central de concentración para tener acceso a los dispositivos del segmento de acceso.
- Agrega la información recibida de los equipos del segmento de acceso antes de que se transmitan al segmento del núcleo para el enrutamiento hacia su destino final.
- Controla el flujo de tráfico de la red.

- **Segmento de Acceso**

El segmento de acceso permite que los usuarios finales puedan tener facilidad para adquirir los servicios de Internet y aplicaciones multimedia de la red.

En este segmento se puede emplear listas de acceso o filtros para optimizar la atención y brindar un servicio de calidad prioritario a un determinado grupo de clientes.

Para la estructura de este segmento se debe considerar la economía del usuario final, así como las principales necesidades en servicios y ancho de banda que se requiera según la demanda actual de los sectores antes analizados.

#### **6.6.1.1. Diseño del Segmento del Núcleo**

Para el diseño del segmento del núcleo se tomó como referencia el cantón Ambato, donde será ubicada la estación base del proveedor de servicios de Internet inalámbrico.

El diseño para el segmento del núcleo se la debe realizar de una forma ordenada y sistemática, que cumpla con grandes demandas de tráfico y altas velocidades, para ello se tomó como proveedores principales a las empresas TELCONET y CNT,

las cuales se conectan a un router de borde, en el cual se aplica un proceso llamado balanceo de carga cuya técnica es repartir de una forma equitativa el ancho de banda total de las empresas proveedoras antes mencionadas, de tal manera que permita obtener un respaldo en el caso que la una de las empresas proveedoras tenga algún tipo de error en la transmisión de paquete de datos.

Este diseño consta además de un firewall de borde que garantizará la seguridad de la red, el cual está conectado a un router RB1100AHx2, es un dispositivo encaminador Ethernet Gigabit que posee un mayor desempeño en chasis y un CPU de doble núcleo que cuenta con la capacidad de procesar hasta un millón de paquetes por segundo, dicho equipo realiza la función de servidor central y a su vez la conexión a otros servidores los cuales se describen a continuación:

- Un servidor proxy cache que facilitará guardar páginas populares por los usuarios optimizando recursos de tráfico.
- Un servidor DMZ (Zona Desmilitarizada) es una red local que se ubica entre la red interna de una organización y una red externa, generalmente Internet, cuya función principal es la no restricción de páginas tradicionales dentro de la red.

La Figura N° 6.2 indica el diseño de la capa del núcleo de la propuesta.

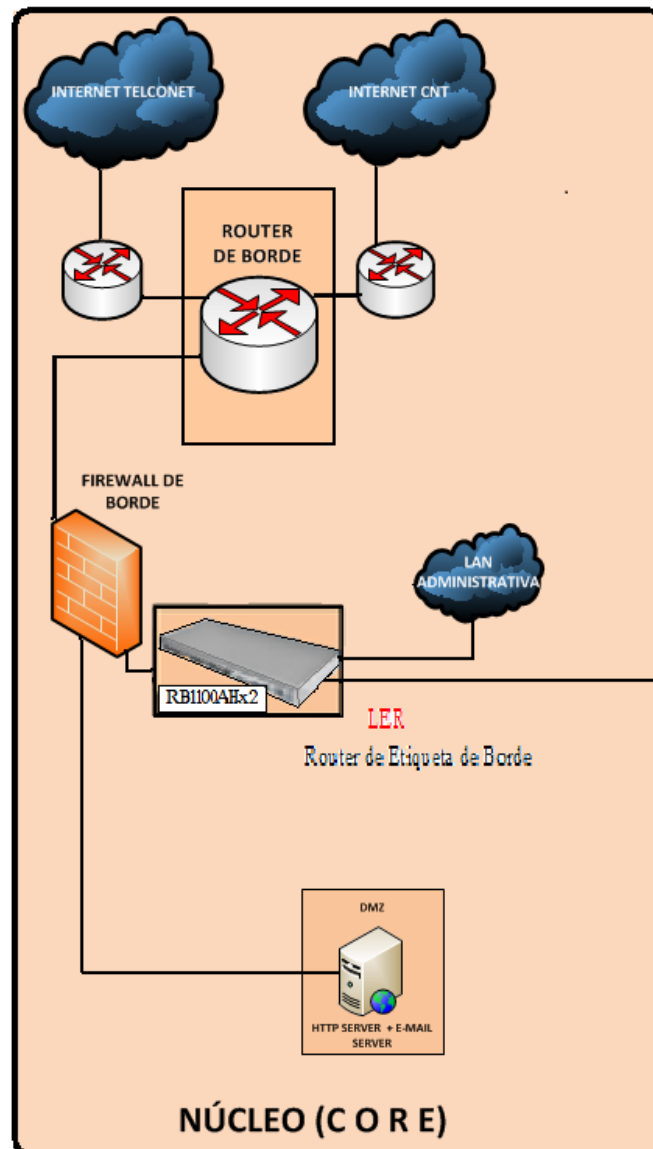


Figura N° 6.2: Diseño de la capa del núcleo.

Fuente: Investigador.

#### 6.6.1.1.1.Descripción Topológica y Ubicación de los Nodos

En base a la ubicación geográfica de las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando del cantón Ambato se consideró los siguientes nodos.

- **Nodo Ambato:**

Es el punto centro del proveedor de servicios de Internet inalámbrico (WISP), representa la matriz de la red, donde se va a colocar el centro de

operaciones y monitoreo para controlar y administrar toda la red, es decir en este sitio se ubicarán los equipos del segmento del núcleo. El nodo Ambato está enlazado directamente con el nodo Nitón, este tipo de conexión se la conoce como punto a punto.

- **Nodo Nitón:**

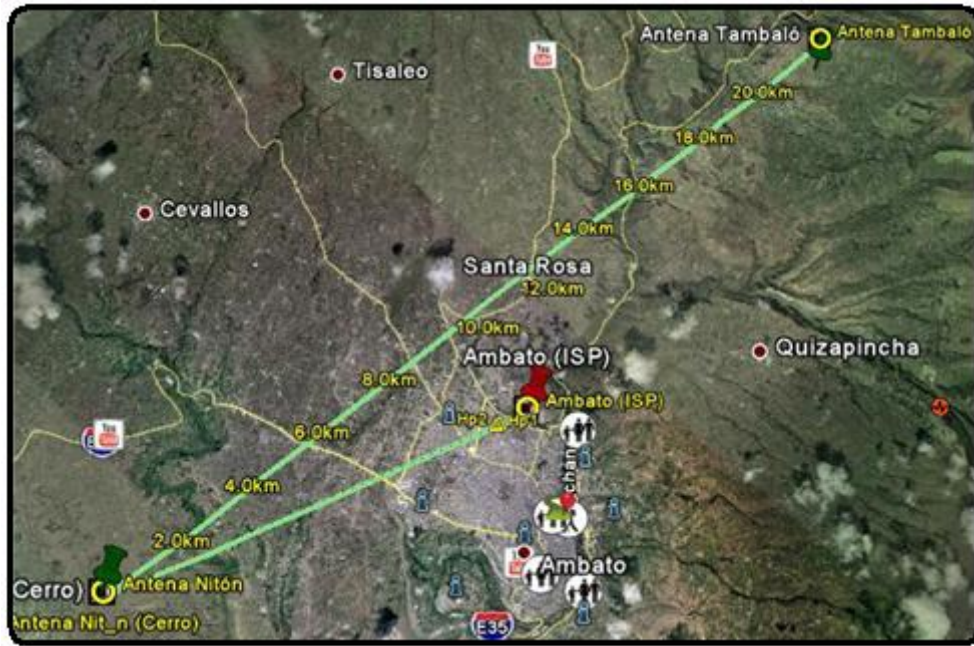
En este punto se ubicarán los equipos del segmento de distribución, este nodo está enlazado punto a punto con dos nodos, con el nodo Ambato y el nodo Tambaló, y conecta también directamente a dos puntos de acceso (AP) ubicados en Pilahuín, y Santa Rosa, los cuales son los encargados de acceder a los clientes finales de sus respectivos sectores y ofrecerles el servicio de Internet.

- **Nodo Tambaló:**

Este nodo utiliza un enlace punto a punto con el nodo Nitón, y desde ese punto fácilmente se accede directamente a los usuarios finales de las parroquias Pasa y San Fernando para que así sus moradores tengan la oportunidad de adquirir el servicio de Internet de manera eficaz.

En el nodo Tambaló se ubicarán los equipos del segmento de distribución, y los equipos del segmento de acceso.

A continuación en la Figura N° 6.3 se observa los nodos de la red inalámbrica correspondiente al Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico (WISP) del diseño propuesto, generada en el programa Google Earth.



**Figura N° 6.3:** Principales nodos del WISP.

**Fuente:** Google Earth.

**Realizado por:** Investigador.

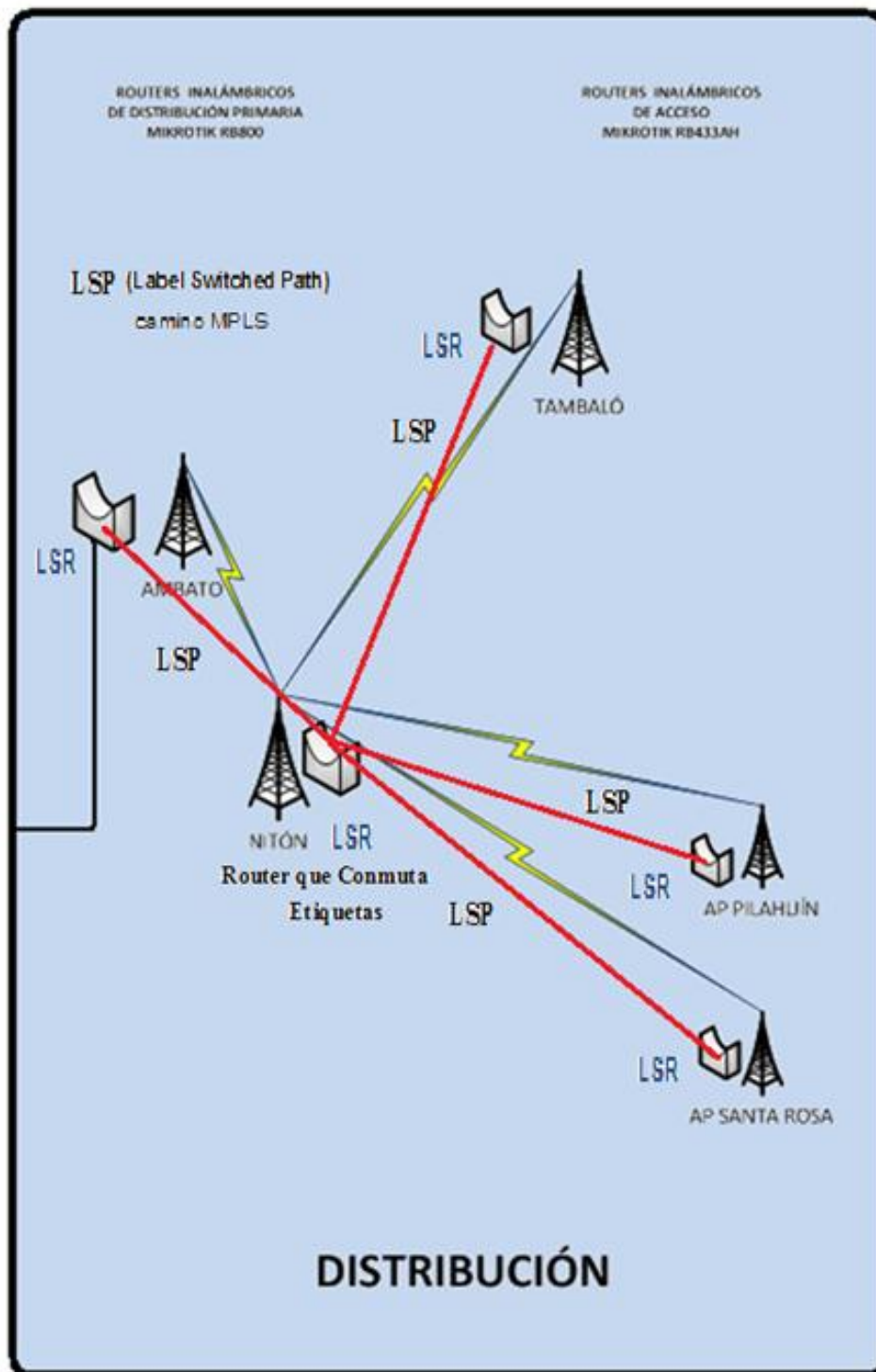
### 6.6.1.2. Diseño del Segmento de Distribución

En cuanto se refiere al diseño del segmento de Distribución se ubicó tres nodos en los siguientes lugares:

Ambato, Nitón y Tambaló, los cuales están ubicados estratégicamente con el fin de obtener una línea de vista óptima que permita un enlace eficaz para las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando.

El diseño de este segmento está estructurado también con dos puntos de acceso situados en las parroquias: Pilahuín y Santa Rosa, los cuales están conectados mediante un enlace punto a punto al nodo Nitón, como se muestra a continuación en la Figura 6.4.





**Figura N° 6.4:** Diseño de la capa de distribución.

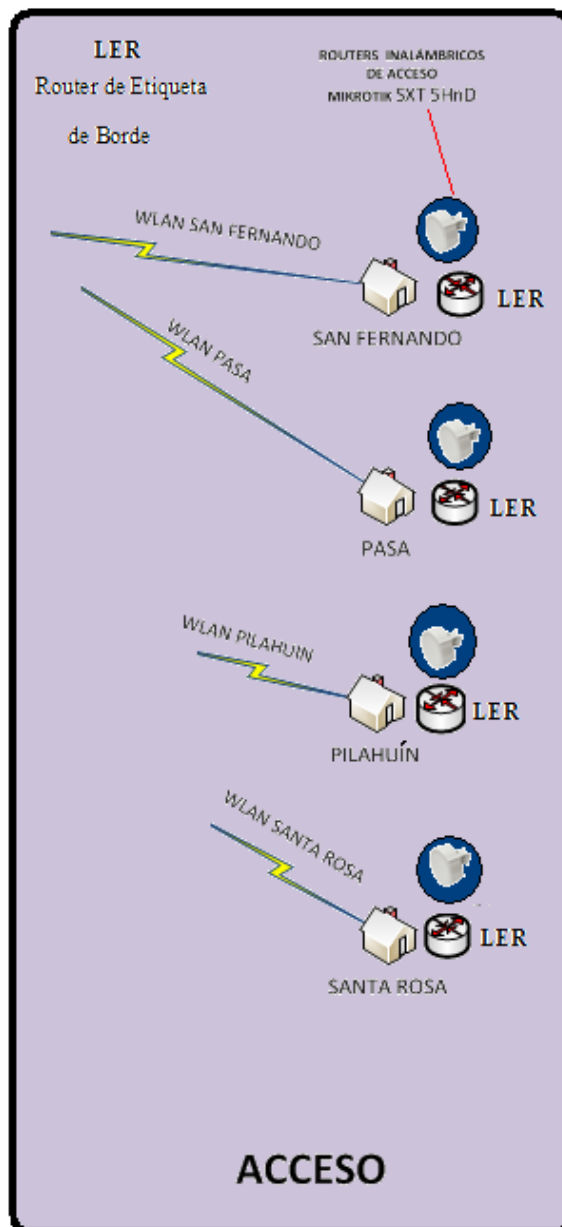
**Fuente:** Investigador.

### 6.6.1.3. Diseño del Segmento de Acceso

En el segmento de acceso se utiliza la tecnología Wi-Fi como acceso de última milla. En base a un posterior análisis se implementará el equipo Mikrotik SXT 5HnD, el cual brinda una alta potencia de transmisión, un amplio ancho de banda y además actualmente un reducido costo en el mercado ecuatoriano, que servirá para que los usuarios finales puedan acceder al servicio de Internet de manera cómoda, rápida y segura.

En este segmento se realizará un enlace punto-multipunto como muestra la Figura N° 6.5, con el fin de llegar a los clientes, para esto se implementarán antenas sectoriales de 90°, para aprovechar el mayor nivel de cobertura de la red.

El diseño propuesto está regularizado por el estándar 802.11n la cual utiliza las frecuencias 2.4 GHz y/o 5.8 GHz cuya velocidad de transmisión teórica es de 600 Mbps, pero en la práctica soporta la mitad del ancho de banda es decir 300 Mbps. Una de las principales ventajas del estándar 802.11n es que aumenta el rendimiento y la velocidad de transmisión de la red, debido a que tiene la capacidad de unir o integrar dos canales del ancho de banda. Este sistema permite utilizar simultáneamente dos canales de transmisión como uno solo, con el doble de capacidad de transmisión, dichos canales deben ser adyacentes. En otras palabras gracias a esta tecnología es posible sumar el ancho de banda de la red.



**Figura N° 6.5:** Diseño de la capa de acceso.

**Fuente:** Investigador.

En la Figura N° 6.6 se observa el esquema completo del diseño de la red inalámbrica correspondiente al Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico (WISP), el cual requiere un ancho de banda de 20 Mbps los mismos que serán proveídos por las empresas CNT y TELCONET con 10 Mbps cada una.

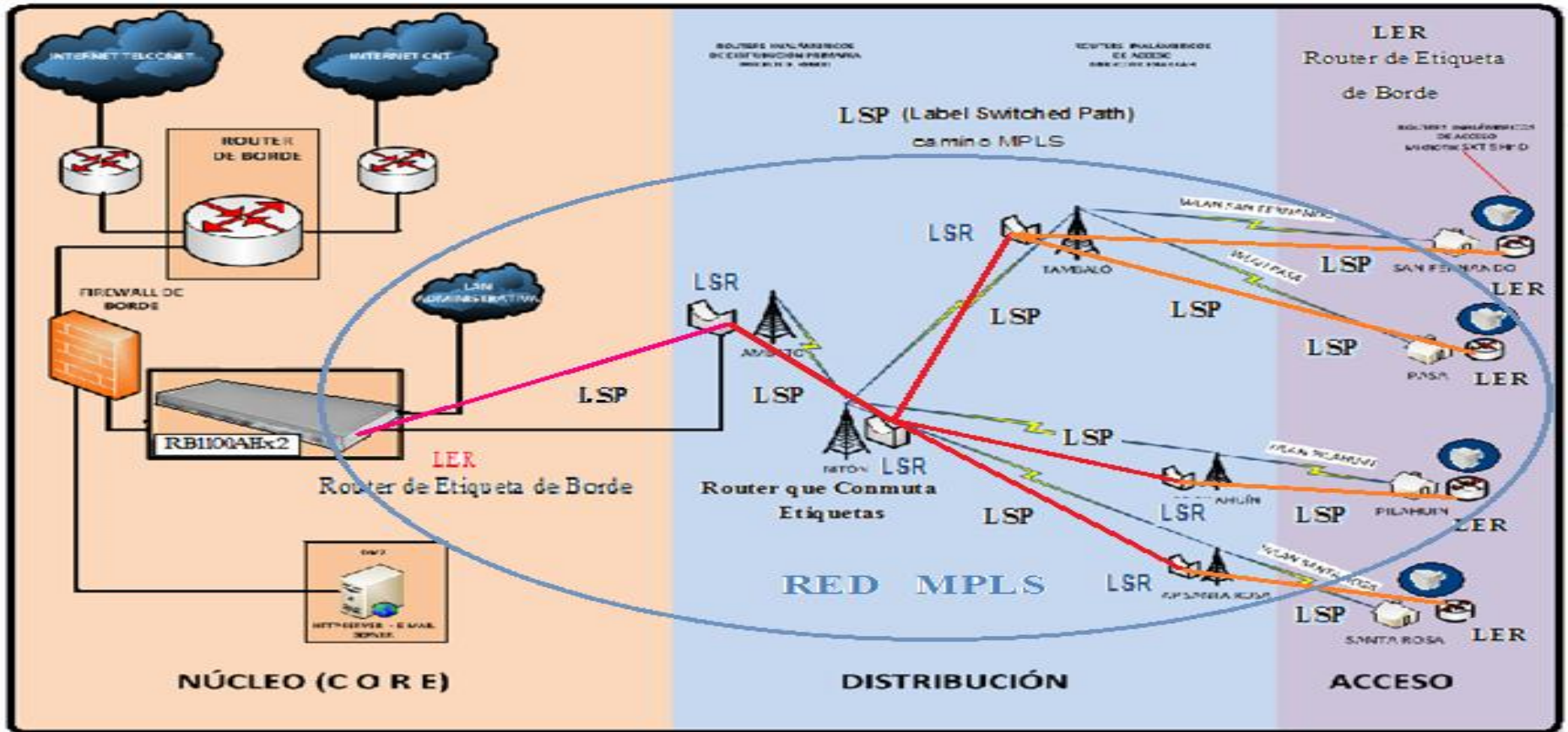
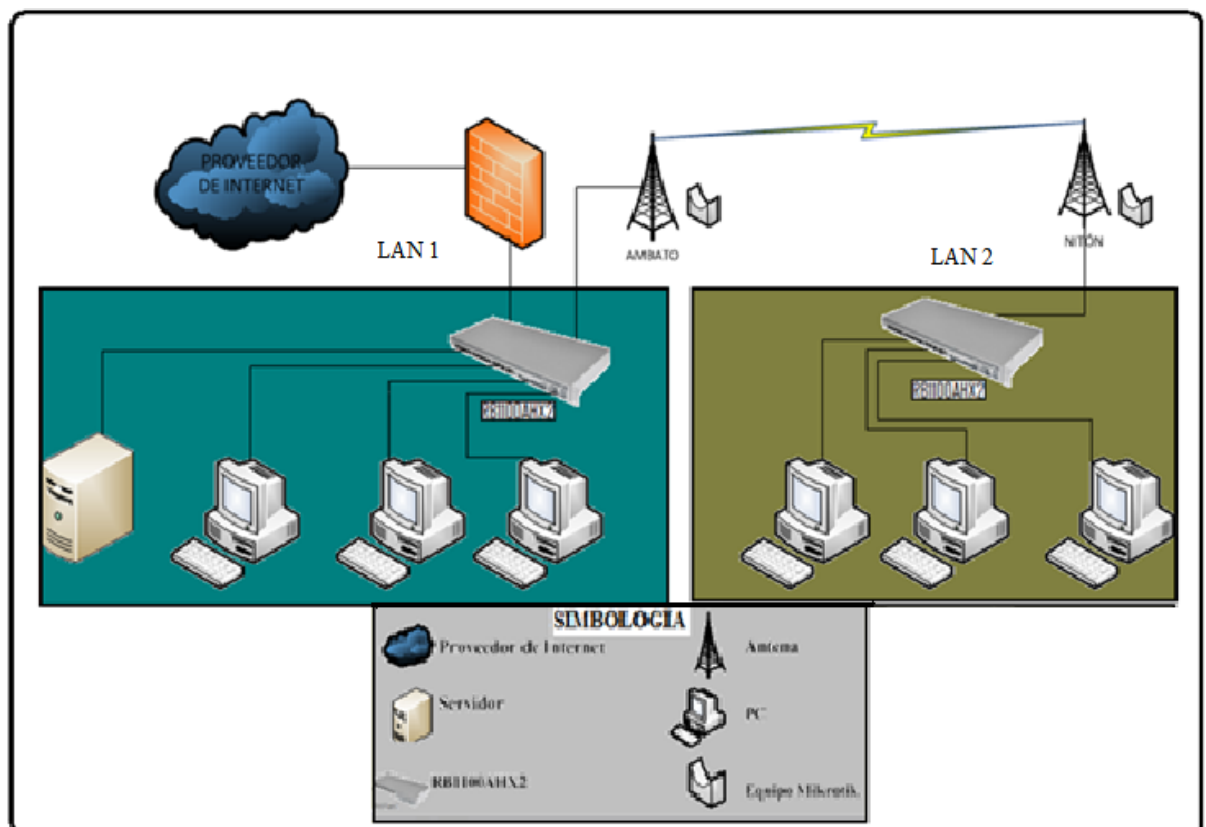


Figura N° 6.6: Esquema del Diseño Físico del WISP.

Fuente: Investigador.

La Figura N° 6.7 muestra el Diagrama del Diseño Lógico de la red WISP, donde en la LAN 1 se observa un firewall de borde que garantizará la seguridad de toda la red inalámbrica, el cual está conectado a un router mikrotik RB1100AHx2, dicho equipo realiza la función de servidor central que se encarga de la conmutación de los paquetes de datos, y a su vez a la conexión directa a tres computadoras y a un servidor proxy el cual facilitará guardar páginas frecuentes que los usuarios utilicen, optimizando de esta forma recursos de trafico de paquetes de información.

En la LAN 2 se muestra algo parecido con la única diferencia que al router mikrotik RB1100AHx2, no se conecta un servidor proxy debido a que la LAN 2 representa el segmento de distribución y únicamente tiene la función de transmitir y emitir los datos que el Nodo Nitón reciba del Nodo Ambato y viceversa.



**Figura N° 6.7:** Diagrama del Diseño Lógico de la red WISP.

**Fuente:** Investigador.

La Tabla N° 6.1 indica la configuración de los equipos de la Figura 6.7 utilizando las direcciones de IPv6 de la LAN 1.

LAN 1			
EQUIPO	IPv6	MÁSCARA	GATEWAY
SERVIDOR	12AB:0:0:CE73::ACF3	FFF:FFFF:FFFF::	12AB:0:0:CE73::ACFE
PC1	12AB:0:0:CE73::ACF4	FFF:FFFF:FFFF::	12AB:0:0:CE73::ACFE
PC2	12AB:0:0:CE73::ACF5	FFF:FFFF:FFFF::	12AB:0:0:CE73::ACFE
PC3	12AB:0:0:CE73::ACF6	FFF:FFFF:FFFF::	12AB:0:0:CE73::ACFE

**Tabla N°6.1:** Configuración IP de la LAN 1.

**Fuente:** Investigador.

En la tabla N° 6.2 se aprecia la configuración de los equipos utilizados en la Figura 6.7 utilizando las direcciones de IPv6 correspondientes a la LAN 2.

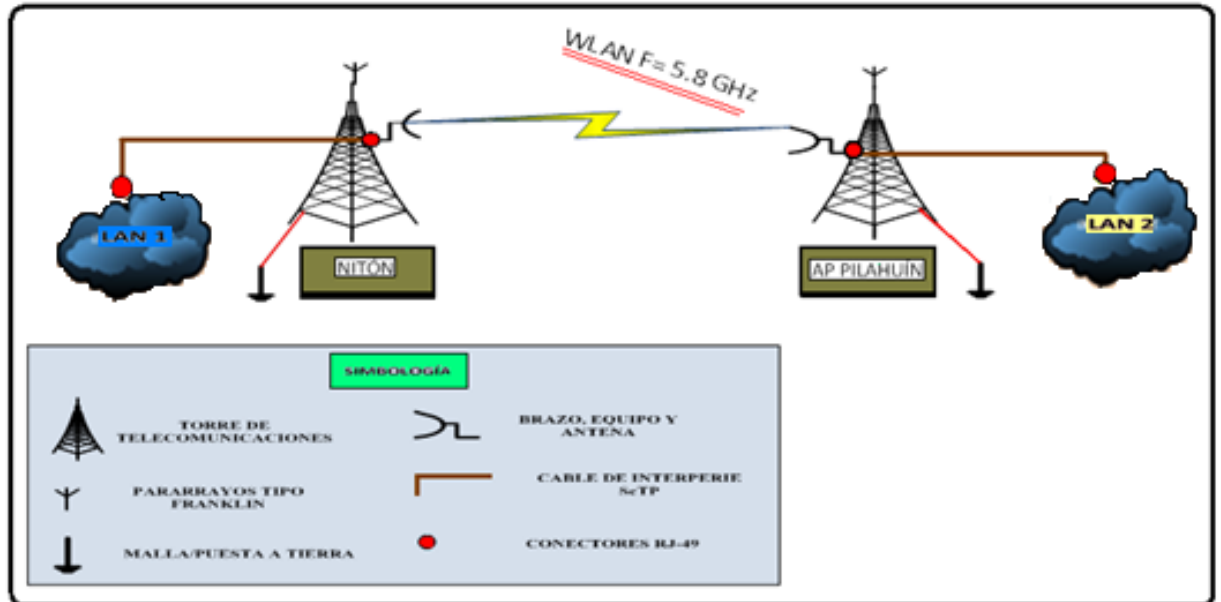
LAN 2			
EQUIPO	IP	MÁSCARA	GATEWAY
PC1	::FFAC:192.168.1.5	FFF:FFFF:FFFF::	::FFAC:192.168.1.1
PC2	::FFAC:192.168.1.6	FFF:FFFF:FFFF::	::FFAC:192.168.1.1
PC3	::FFAC:192.168.1.7	FFF:FFFF:FFFF::	::FFAC:192.168.1.1

**Tabla N° 6.2:** Configuración IP de la LAN 2.

**Fuente:** Investigador.

En la Figura N° 6.8 se detalla la estructura física de la Torre y los equipos de Telecomunicaciones de cada Nodo correspondiente al diseño propuesto, en los cuales se destacan la implementación de una torre de telecomunicaciones donde se ubicarán los diferentes equipos y dispositivos de telecomunicaciones, pararrayos tipo franklin que servirá de protección para los equipos inalámbricos, malla puesta

a tierra, brazo del equipo, antena correspondiente a 5 Hz, cable de interperie STP, y finalmente los conectores RJ-49, que son conectores blindados para exteriores.



**Figura N° 6.8:** Estructura Física de cada Nodo del diseño WISP.

**Fuente:** Investigador.

## 6.7. Estudio de Mercado Técnico

Para elegir cuál es la marca de los equipos más recomendable y que se adapte a las especificaciones técnicas del diseño propuesto, primero se analiza los modelos de equipos que actualmente se encuentran en vigencia en el mercado ecuatoriano.

Actualmente existe una gran variedad de equipos Wi-Fi que poseen varias características y ofrecen diversos servicios y prestaciones de acuerdo a las necesidades que se presenten.

Los precios de estos equipos varían de acuerdo a las características y al nombre de la marca ya que de ello depende muchas veces de su garantía y confiabilidad.

Para lo cual hay que tomar muy en cuenta que el equipo de telecomunicaciones a seleccionarse debe cumplir con características distintas en cada segmento del diseño del WISP.

### **6.7.1 Equipos del Segmento del Núcleo**

Para realizar la elección más óptima de los equipos de Telecomunicaciones que se van a utilizar en el segmento del núcleo, se presenta alternativas con características específicas.

#### **6.7.1.1 Características que deben tener los Equipos del Segmento del Núcleo**

Las principales características que deben cumplir los equipos del segmento del núcleo son las siguientes:

- Velocidad de transferencia de datos (mínimo 1 Gbps).
- Tamaño de tabla de dirección MAC.
- Soporte de IPV6.
- Funcionalidad MPLS.
- Soporte de protocolos de señalización como: RSVP, LDP.
- Balanceo de carga sobre LSP.
- Realice Calidad de Servicio (QoS).
- Memoria RAM (mínimo 512 MB).
- Velocidad del procesador.
- Precio en el mercado ecuatoriano.

Para la elección de los equipos, se presenta a continuación dos opciones que actualmente están disponibles en el mercado ecuatoriano y que principalmente cumplen con las características establecidas para esta propuesta de diseño, las cuales se describen en la Tabla N° 6.3.



Marca del Equipo	CISCO	MIKROTIK
Modelo	Cisco 4500 series: IP services based	RB1100A x2
Velocidad de transferencia de datos	1 Gbps	Puede alcanzar hasta un millón de paquetes por segundo.
Tamaño de tabla de dirección MAC	8 K de entradas	12 K de entradas
Soporte de IPV6	Si	Si
Funcionalidad MPLS	Si	Si
Soporte de protocolos de señalización como: RSVP, LDP	Si	Si
Balaceo de carga sobre LSP	Si	Si
Realiza QoS	Si	Si
Memoria RAM	512MB	2GB
Velocidad del procesador	800 MHz	1066 MHz
Precio en el mercado ecuatoriano	\$ 6.579	\$ 554,40

**Tabla N° 6.3:** Comparación de Equipos para el Segmento del Núcleo.

**Fuente:** Fichas Técnicas y Manuales de Información de los Equipos.

**Realizado por:** Investigador.

Los equipos comparados presentan algunas características similares, pero el equipo que se selecciona para que forme parte de la capa núcleo es Mikrotik RB1100AH x2, ya que presenta mejores características para el manejo de tráfico y un menor tiempo de reconocimiento en nuevas rutas, su capacidad de memoria RAM es mayor, además de su costo es más económico.

- **RB1100AHx2**

Este dispositivo es el mejor montaje en rack 1U Gigabit Ethernet del router en la marca Mikrotik. Con una CPU de doble núcleo, que puede alcanzar hasta un millón de paquetes por segundo.

Tiene trece individuales puertos Gigabit Ethernet, dos puertos de 5 grupos de interruptores, e incluye capacidad de Ethernet de derivación. 2 GB de memoria RAM SODIMM están incluidas, hay una ranura para tarjetas microSD, una señal acústica y un puerto serie. El RB1100AH viene preinstalado en un caso de montaje en rack 1U de aluminio, montado y listo para desplegar, cuyo modelo físico se muestra a continuación en la Figura N° 6.9.



**Figura N° 6.9:** RB1100AH x2 MIKROTIK.

**Fuente:** <http://routerboard.com/RB1100AHx2>

En la Tabla N° 6.4 se indican las principales especificaciones del producto:

Detalles	
Código de producto	RB1100AHx2
Sistema operativo	RouterOS
Monitor de corriente	No
CPU	P2020
Velocidad de la CPU	1066 MHz
RAM	2 GB
Arquitectura	PPC
Puertos LAN	13
Gigabit	Sí

MiniPCI	0
Tarjetas de memoria	1
Tipo de tarjeta de memoria	microSD
Toma de corriente	110/220V
Soporte 802.3af	No
PoE	10-28V
Voltaje del monitor	Sí
Temperatura de la CPU del monitor	Sí
PCB monitor de temperatura	Sí
Dimensiones	Caso de 1U: 44 x 176 x 442 mm, 1200g. Junta sólo: 365g
Rango de temperatura	-30 °C a +60 °C
Licencia RouterOS	Nivel 6

**Tabla N° 6.4:** Especificaciones del RouterBoard 1100AHx2 MIKROTIK.

**Fuente:** <http://routerboard.com/RB1100AHx2>

## 6.7.2 Equipos del Segmento de Distribución

Los equipos a utilizarse en el segmento de Distribución deben presentar características como la capacidad de manejo de enlaces y distribución rápida y confiable del tráfico de información dentro de la red.

### 6.7.2.1 Características que deben tener los Equipos del Segmento de Distribución:

- Interfaz.
- Protocolos.
- Soporta IPV6

- Funcionalidad MPLS
- Calidad de servicio QoS
- Procesador
- RAM (mínimo 128 MB),
- Gestión
- Sensibilidad del receptor
- Protocolo de interconexión de datos
- Rendimiento
- Ancho de canal
- Modulación
- Seguridad
- Precio en el mercado ecuatoriano.

Para la elección de equipos que se implementará en el segmento de distribución, se presentan dos opciones que están vigentes en el mercado, que cumplen con los requerimientos planteados, las cuales se describen de manera más detallada a continuación en la Tabla N° 6.5:

Marca	UBIQUITI	MIKROTIK
<b>Modelo</b>	RM5-Titanium	RB800 incluida la tarjeta r5shpn y la antena
<b>Sistema Operativo</b>	AirOS	RouterOS v4
<b>Interface de Red</b>	(1) 10/100/1000 Puerto Ethernet. (1) 10/100 Puerto Ethernet.	10/100/1000 Mbps 3 puertos Ethernet con Auto-MDI / X
<b>Protocolos</b>	IEEE 802.3af Protocolos de enrutamiento IGRP, OSPF, BGPv4.	IEEE 802.3af Protocolos de enrutamiento como RIPv2, OSPF, IPv6.
<b>Soporta IPV6</b>	No	Si
<b>Funcionalidad MPLS</b>	No	Si
<b>Calidad de servicio QoS</b>	Si	Si

<b>Procesador</b>	Atheros MIPS 74KC 550 MHz	Atheros de 800 MHz
<b>RAM</b>	128 MB SDRAM, 8 MB Flash	256 MB
<b>Gestión</b>	Soporte con VPN	Con firewall SPI y soporte VPN.
<b>Protocolo de interconexión de datos</b>	Gigabit Ethernet	Gigabit Ethernet
<b>Seguridad</b>	Encriptaciones como WEP, WPA/WPA2	Encriptación con llaves dinámicas como WPA o WPA2
<b>Precio en el mercado ecuatoriano.</b>	\$ 475.00	\$ 722.75

**Tabla N° 6.5:** Comparación de Equipos del Segmento de Distribución.

**Fuente:** Fichas Técnicas y Manuales de Información de los Equipos.

**Realizado por:** Investigador.

Una vez analizado las características principales de cada uno de los equipos establecidos se observa que la capacidad del procesador del equipo Rocket M Titanium correspondiente a la marca Ubiquiti es de 550 MHz mientras que el modelo Mikrotik RB800 tiene una capacidad en su procesador de 800 MHz.

La capacidad de memoria RAM del equipo RB800 duplica la capacidad memoria del equipo Rocket M Titanium, además cumple con las características principales del proyecto ya que soporta IPv6 y MPLS, lo que no sucede con el equipo inalámbrico de Ubiquiti; por tales motivos se opta por el equipo Mikrotik RB800.

- **RB800**

El RB800 es una avanzada plataforma de alto rendimiento inalámbrico. Cuenta con cuatro ranuras miniPCI, tres puertos Gigabit Ethernet, dos conectores de tarjeta secundaria una ranura Mini-PCI-E y una ranura Compact Flash (una PCI y una PCI-E). Los dos conectores de tarjeta secundaria le permiten ampliar el número de puertos cableados e inalámbricos, y el nuevo CPU de alta potencia es

capaz de soportar a todos. Esta es la nueva definición de la energía de red inalámbrica. Combinado con RouterOS - RB800 es el gestor inalámbrico más poderoso y sofisticado router, firewall y ancho de banda. Con muchas opciones de expansión. RB800 incluye RouterOS de nivel 6. A continuación la Figura N° 6.10 muestra el hardware del dispositivo Mikrotik RouterBoard RB800.



**Figura N° 6.10:** RouterBoard RB800 MIKROTIK.

**Fuente:** <http://routerboard.com/RB800>.

La Tabla N° 6.6 que se observa a continuación detalla las especificaciones más importantes del producto:

<b>Detalles</b>	
Código de producto	RB800
Sistema operativo	RouterOS
Monitor de corriente	No
CPU	MPC8544
Velocidad de la CPU	800 MHz
RAM	256 MB

Arquitectura	PPC
Puertos LAN	3
Gigabit	Sí
MiniPCI	4
Mini-PCI-e	1
Inalámbrica integrada	0
USB	0
Tarjetas de memoria	1
Tipo de tarjeta de memoria	CF
Toma de corriente	10-56V DC
Soporte 802.3af	Si
PoE	40-56V DC
Voltaje del monitor	Sí
Temperatura de la CPU del monitor	No
PCB monitor de temperatura	No
Dimensiones	14cmx20cm
Rango de temperatura	-75 °C a +65 °C
Licencia RouterOS	Nivel 6

**Tabla N° 6.6:** Especificaciones del RouterBoard RB800 MIKROTIK.

**Fuente:** <http://routerboard.com/RB800>.

- **Mikrotik R52Hn 800mw**

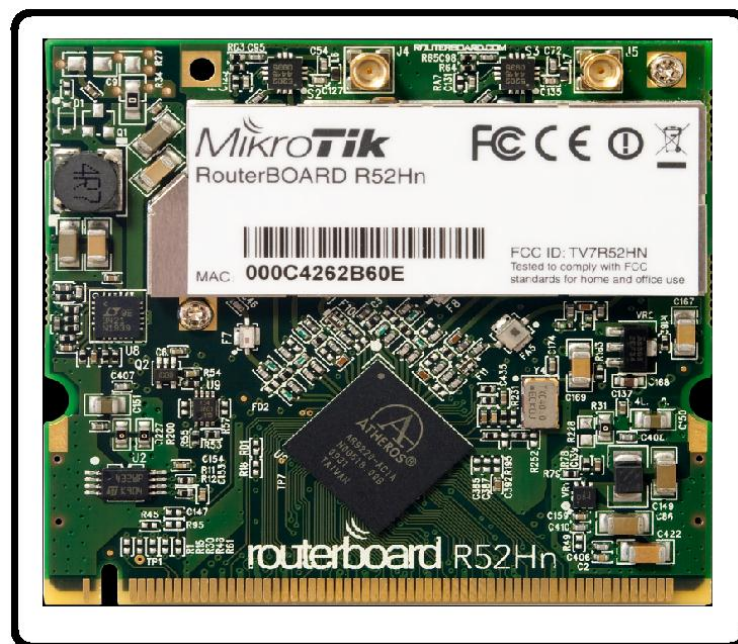
El nuevo dispositivo RouterBOARD R52Hn miniPCI de alta potencia soporta los estándares 802.11a/b/g/n, proporciona un rendimiento líder en las bandas de 2 GHz y 5 GHz, y tiene una alta velocidad de transmisión de datos físicos

de hasta 300 Mbps y para el usuario final ofrece una velocidad de hasta 200Mbps, en el enlace ascendente y descendente.

En el estándar IEEE 802.11n en su dispositivo inalámbrico proporciona una mayor eficiencia en las necesidades diarias, tales como la transferencia de archivos de red, navegación por Internet y streaming de medios de comunicación.

El equipo R52Hn soporta tecnología MIMO (Múltiples Entradas/Múltiples Salidas), diseñada especialmente para antenas de doble polaridad.

Es de fácil instalación y alineación. La tarjeta viene con un disipador de calor preinstalado de grado industrial, dos conectores MMCX para la antena externa de doble polaridad y nueve indicadores luminosos led como se observa en la Figura N° 6.11.



**Figura N° 6.11:** R52Hn MIKROTIK.

**Fuente:** <http://routerboard.com/R52Hn>.



A continuación la Tabla N° 6.7 indica las principales especificaciones del producto Mikrotik R52Hn:

<b>Detalles</b>	
Código de producto	R52Hn
802.11 <sup>a</sup>	Si
802.11b	Si
802.11g	Si
802.11n	Si
Conector	MMCX
Formato	MiniPCI
Chipset	AR9220
Potencia de salida	25 dBm
2 GHz	Si
5 GHz	Si
802,11 compatibilidad con el modo Turbo	No

**Tabla N°6.7:** Especificaciones de R52Hn Mikrotik.

**Fuente:** <http://routerboard.com/R52Hn>

Para la elección de equipos, se presentan dos opciones disponibles actualmente en el mercado, que cumplen con los parámetros establecidos para trabajar en la capa de distribución, las cuales se describen a continuación en la Tabla N° 6.8:

Marca	UBIQUITI	MIKROTIK
Modelo	NanoBridge M5 incluida Antena	RB433AH incluida Antena
Sistema Operativo	AirOS	RouterOS v3
Interface de la Red	1 X 10/100 Base-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet.	3 puertos Ethernet , incluye Auto-MDI / X
Protocolos	IEEE 802.11b, IEEE 802.11g Protocolos de enrutamiento como RIPv2 y OSPF	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g Protocolos de enrutamiento como RIPv2 y OSPF
Soporta IPV6	No	Si
Funcionalidad MPLS	No	Si
Calidad de servicio QoS	Si	Si
Procesador	Atheros MIPS 24KC, 400MHz	Atheros de 680MHz MHz (Probado en fábrica: 800 MHz)
Almacenamiento	8MB Flash	64MB con chip de memoria NAND y microSD.
RAM	32MB SDRAM	128 MB
Rendimiento	Hasta 150 Mbps reales de rendimiento y un alcance superior a 20km.	Rendimiento entre 2 puertos: 276000bps con paquetes pequeños, y un rendimiento de velocidad de cable en paquetes grandes.
Seguridad	Mecanismo cifrado, Encriptación WPA/WPA2	Encriptación con llaves dinámicas como WPA o WPA2
Precio en el mercado ecuatoriano.	\$ 188.00	\$ 476.88

**Tabla N° 6.8:** Comparación de equipos de la Capa de Distribución.

**Fuente:** Fichas Técnicas y Manuales de Información de los equipos.

**Realizado por:** Investigador.

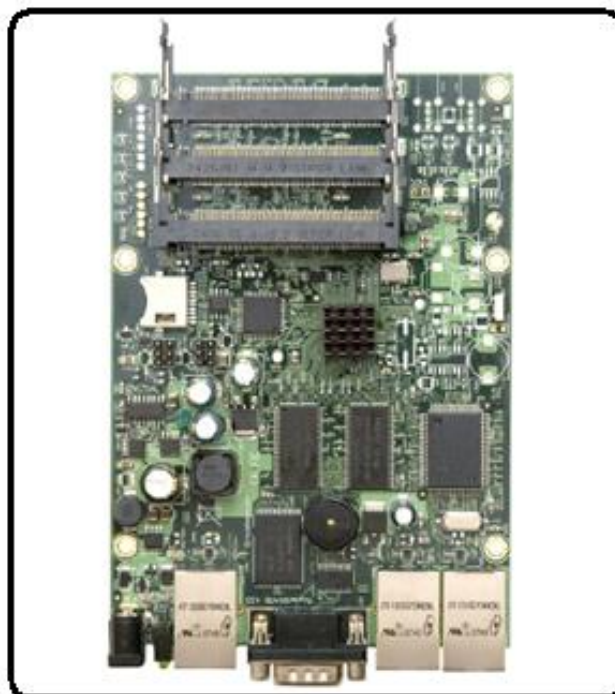
En base al análisis realizado a las características que presenta cada uno de los equipos inalámbricos expuestos, se logra percibir que el procesador del equipo RB433AH supera al equipo NanoBridge M5 en su doble de capacidad haciéndolo mucho más robusto y factible a la hora de gestionar la información, también hay que recalcar que el equipo que presenta Mikrotik añade mucha más memoria RAM con respecto al equipo de Ubiquiti.

Sin embargo una de las características esenciales que se observa es que el dispositivo inalámbrico NanoBridge M5 no soporta IPv6 y MPLS que es un aspecto fundamental en el diseño propuesto; por lo que se elige el equipo Routerboard 433AH Mikrotik.

- **Routerboard 433AH Mikrotik**

Este dispositivo Mikrotik está estructurado por tres ranuras miniPCI y tres puertos Ethernet que proporcionan opciones de conectividad suficiente para usar el RB433 como la parte central de la red. Además de nuestro modelo regular, la versión AH añade más memoria RAM y nuestro popular de alta velocidad Atheros CPU 680MHz haciendo de esta la opción perfecta para las redes universales graves. Una tarjeta MicroSD le da la posibilidad de añadir más capacidad de almacenamiento para la memoria caché Webproxy, troncos, o máquinas virtuales.

La Figura N° 6.12 muestra el dispositivo Mikrotik RouterBoard 433AH.



**Figura N° 6.12:** RouterBoard 433AH MIKROTIK.

**Fuente:** <http://routerboard.com/RB433AH>.

En la Tabla N° 6.9 se observa las principales especificaciones del producto:

<b>Detalles</b>	
Código de producto	RB433AH
Sistema operativo	RouterOS
Monitor de corriente	No
CPU	MPC8544
Velocidad de la CPU	680MHz
RAM	128MB
Arquitectura	MIPS-BE
Puertos LAN	3
MiniPCI	3
Inalámbrica integrada	0
USB	0
Tarjetas de memoria	1
Tipo de tarjeta de memoria	MicroSD
Toma de corriente	10-28V DC
Soporte 802.3af	No
PoE	10-28V DC
Voltaje del monitor	Sí
Temperatura de la CPU del monitor	No
PCB monitor de temperatura	No
Dimensiones	10.5cmx15cm, 137 gramos.
Rango de temperatura	-30 °C a +60 °C
Licencia RouterOS	Nivel 5

**Tabla N° 6.9:** Especificaciones del RouterBoard 433AH MIKROTIK.

**Fuente:** <http://mikrotik.com>

## ANTENA UBIQUITI - 5GHZ ROCKETDISH 30dBi ROCKET KIT

La antena RocketDish no requiere herramientas especiales, basta con colocarla en su lugar con su herraje. Se integra perfectamente con estación base Rocket AirMax M5. Es lo último en rendimiento de RF.

La Figura N° 6.13 muestra una antena AirMax de 30 dBi de la marca Ubiquiti. Esta Antena es de fácil integración al dispositivo Rocket, y tanto el Rocket M como el Rocket Dish han sido desarrollados para operar juntos de modo transparente, por lo que no es necesaria ninguna herramienta especial para montar el Rocket M en la antena Rocket Dish, simplemente se desliza en el montaje específicamente diseñado para este propósito.



**Figura N 6.13:** Antena Ubiquiti AirMax de 30dBi.

**Fuente:** [http://dl.ubnt.com/datasheets/rocketdish/rd\\_ds\\_web.pdf](http://dl.ubnt.com/datasheets/rocketdish/rd_ds_web.pdf)

### Principales usos

- Conexión de empresas
- Transporte de Internet a sitios lejanos
- Voz ip
- Enlaces Punto a Punto

A continuación en la Tabla N° 6.10 se muestran las especificaciones técnicas de la antena Ubiquiti AirMax de 30dBi.

Especificaciones técnicas	
<b>Rango de Frecuencia</b>	4.9 - 5.9 GHz.
<b>Ganancia</b>	28.0 - 30.25dBi.
<b>Polarización Lineal Dual.</b>	2 antenas en 1.
<b>Cross-Pol aislado</b>	35dBm.
<b>Impedancia</b>	50 Ohm.
<b>Máximo VSWR (Calidad de Tx.)</b>	1.4:1
<b>Apertura Horizontal</b>	5 °
<b>Apertura Vertical</b>	5 °.
<b>F/B Proporción</b>	-34dB.
<b>Especificación ETSI</b>	En 302 326 DN2.
<b>Dimensiones</b>	648mm de diámetro.
<b>Peso</b>	9.8 Kg.
<b>Resistencia al Viento</b>	120 kph.

**Tabla N° 6.10:** Especificaciones técnicas de la antena Ubiquiti AirMax de 30dBi.

**Fuente:** Fichas Técnicas y Manuales de Información de los equipos.

**Realizado por:** Investigador.

### **PIGTAIL (Latiguillos)**

Se entiende por pigtail a un cordón óptico o cable de fibra óptica, simple (simplex) con un hilo de fibra óptica, o doble (duplex) con 2 hilos de fibra óptica, conectorizado en ambos extremos.

- **Pigtail MMCX a N-Hembra**

El Pigtail MMCX a N-Hembra está diseñado para dar una óptima operación desde 700 MHz hasta 6 GHz. Cada uno es probado y certificado para cumplir con las especificaciones de desempeño adecuadas, minimizando así las pérdidas de sistema dentro de rangos conocidos.

MMCX-N Hembra es un cable pigtail para añadir antenas externas adapta R52nM, R5SHPn R52Hn y R52SHPn ángulo recto, no por RB751U o RB751G. La Figura N° 6.14 muestra el Pigtail MMCX a N-Hembra.



**Figura N° 6.14:** Pigtail MMCX a N-Hembra.

**Fuente:** <http://www.bitwifi.com/356-363-large/pigtail-24-a-5-ghz-mmcx-sma-plug-angulo-recto-30-cm-.jpg>

- **Lighting protector**

Es una varilla de metal u objeto metálico montado en la parte superior de la antena, conectada eléctricamente mediante un cable o conductor eléctrico para interactuar con tierra a través de un electrodo.

Este dispositivo está diseñado para proteger la antena en caso de que un rayo caiga directamente a los equipos, el objeto metálico lo atrae y se lleva

a cabo a tierra a través del cable, en lugar de pasar por la antena y dañar los equipos. Un pararrayos es un componente clave en un sistema de protección para enlaces inalámbricos.

- **POE Fuente de alimentación / inserción de entrada 90-264VAC, 24VCC de salida a 0,8 A 12W**

El POE-xxi es una avanzada fuente alimentación de energía / potencia de inserción. La fuente de alimentación está en el rango automático de entrada y tiene una salida de tensión regulada. Cuenta con protección contra sobrecarga y cortocircuito, además de Ethernet incorporado supresión de sobretensiones. El POE-xxi no es una unidad de propiedad.

Funcionará con cualquier equipo que sea compatible con los estándares IEEE 802.3af POE. Para todos los modelos "i" de la alimentación se suministra en los pines Ethernet 4/5 (V +) y 7/8 (V-). Uso de alimentación a través de Ethernet a dispositivos remotos de energía tiene varias ventajas, incluyendo:

- La fuente de alimentación puede estar situada centralmente en el que se puede conectar a una fuente de alimentación constante.
- El usuario tiene la capacidad de restablecer fácilmente la potencia en el equipo conectado desde una ubicación remota.
- No hay necesidad de ejecutar el cableado de alimentación adicional para el dispositivo como se puede alimentar a través del cable CAT5 Ethernet.

A continuación en la Figura N° 6.15 se observa la fuente de alimentación POE / inserción de entrada 90-264VAC, 24VCC de salida a 0,8 A 12W.





**Figura N° 6.15:** Fuente de alimentación POE, 24VCC.

**Fuente:** <http://www.streakwave.com/mmSWAVE1/Images/POE-24i.jpg>

**Características y Beneficios:**

- Posee un sistema automático de energía de alimentación / inserción.
- Incluye protección contra sobretensión Ethernet para evitar daños en el equipo.
- Protección contra sobrecarga y cortocircuito.
- Diafonía mínima y la pérdida de inserción.
- Avanzada tecnología de conmutación - corre fresco.
- Poderes clientes que acepten el poder no utilizados en los pines 4, 5, 7, y 8 Ethernet.
- FCC y CE.
- Indicador de corriente (IC) opción disponible.

- **Antena Sectorial 90°, 5 GHz MIMO, 20 dBi para ROCKET M5**

Representa una tecnología de próxima generación que logra ganancia, mezcla poli-aislamiento y características que rivaliza con las estaciones base y antenas celulares de mayor calidad en el mundo. Al instante se crea un vínculo con Rocket M5 para crear una potente estación base AirMax 2x2 MIMO (Múltiples Entradas- Múltiples Salidas) y PTMP (Punto-Multipunto).

Posee una excelente relación Costo /Rendimiento, progreso Carrier-Class. Es una antena sectorial para Estación Base de 5 GHz AirMax 2x2 MIMO.

La antena incluye los accesorios de montaje para el Rocket M5. Dispone además de un nivel para facilitar la instalación. El Rocket M5 no está incluido, pero se puede montar y es resistente a la intemperie de puentes RF incluidos.

La Figura N° 6.16 muestra la antena sectorial de 90°, con 5 GHz MIMO, 20 dBi para Rocket M5.



**Figura N 6.16:** Antena sectorial 90° de 5 GHz MIMO, 20 dBi.

**Fuente:** <http://www.aire.ec/images/products/347.jpg>

En la Tabla N° 6.11 se detalla a continuación las especificaciones técnicas de la antena sectorial 90° de 5 GHz MIMO, 20 dBi para Rocket M5.

Especificaciones técnicas	
<b>Rango de Frecuencia</b>	5.15-5.85 GHz
<b>Ganancia</b>	19.4-20.3dBi
<b>Polarización</b>	Dual lineal.
<b>Cross-Pol aislado</b>	28dB min.
<b>Máximo VSWR</b>	1.5:1
<b>Apertura Hpol (6dB)</b>	91 °
<b>Apertura Vpol (6dB)</b>	85 °
<b>Apertura Elevación (6dB)</b>	4 °
<b>Downtilt Eléctrico</b>	2 °
<b>Especificación ETSI</b>	En 302 326 DN2.
<b>Dimensiones</b>	700X145X93mm.
<b>Peso</b>	5.9 Kg.
<b>Resistencia al Viento</b>	160 mph.

**Tabla N°6.11:** Especificaciones técnicas de la antena sectorial 90°, 20 dBi.

**Fuente:** Fichas Técnicas y Manuales de Información de los equipos.

**Realizado por:** Investigador.

Los equipos que se implemente en la capa acceso, serán aquellos que permitan la interconexión de los clientes con la red, y que además de ello dispongan de gran capacidad de puertos dentro de sus características principales para ofertar una mayor calidad de servicio al consumidor final.

### 6.7.3.1 Características que deben tener los Equipos del Segmento de Acceso

Los equipos que trabajen en este segmento deberán cumplir con las siguientes características:

- Frecuencia (La frecuencia que se utilizará es de 5 GHz).
- Especificaciones del procesador

- Información sobre la memoria
- Interfaz de red
- Aprobaciones
- RoHS
- Antena
- Fuente de alimentación
- Método de alimentación
- Temperatura de funcionamiento
- Peso
- Precio en el mercado ecuatoriano

### 6.7.3.2 Elección de Equipos del Segmento de Acceso

Entre las principales marcas de equipos inalámbricos que cumplen con las características descritas, se tiene las siguientes:

<b>Marca</b>	<b>UBNT</b>	<b>MIKROTIK</b>
<b>Modelo</b>	Nanostation 5	SXT 5HnD
<b>Frecuencia</b>	5GHz	5GHz
<b>Especificaciones del procesador</b>	Atheros AR2315 SOC, MIPS 4KC, 180MHz	Atheros AR7241 400MHz
<b>Información sobre la memoria</b>	16MB SDRAM, 4MB Flash	Chip de memoria SDRAM DDR de 32MB en placa

<b>Interfaz de red</b>	10/100 BASE-TX (Cat.5, RJ-45) Interfaz Ethernet	10/100 Puerto Ethernet, tamaño de la trama L2MTU hasta 4076
<b>Aprobaciones</b>	FCC Part 15.247, IC RS210	FCC, CE, ROHS
<b>RoHS</b>	Si	Si
<b>Antena</b>	Integrado antenas + externo RP-SMA	Antena incorporada de - 16dBi (+ / - 2) dual.
<b>Fuente de alimentación</b>	12V, 1A (12 Watts). Suministro e inyector incluido.	De 8 a 30V PoE incluido.
<b>Método de alimentación</b>	Passive Power over Ethernet: (pares 4,5 +; 7,8 y vuelta)	Power over Ethernet:8-30V DC
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-20C a +70C (Sistema PCB optimizado para alta temperatura)	-30C a +80C
<b>Peso</b>	0,4 kg	265 g
<b>Precio en el mercado ecuatoriano</b>	\$ 92	\$ 99.68

**Tabla N° 6.12:** Comparación de equipos de la Capa de Acceso.

**Fuente:** Fichas Técnicas y Manuales de Información de los equipos.

**Realizado por:** Investigador.

En la Tabla N° 6.12, se puede ver que el equipo Mikrotik SXT 5HnD, presenta mejores características para el enlace punto-multipunto.

Analizando cada una de las características de los equipos establecidos se concluye que el dispositivo SXT 5HnD presenta mejores características en memoria interna y externa, por consiguiente se elige el equipo SXT 5HnD Mikrotik, cuyas características se adaptan mejor al diseño del proyecto propuesto.

- **Mikrotik SXT 5HnD**

Este equipo Mikrotik es ideal para ser integrado al aire libre ya sea para punto a punto, o como un dispositivo CPE de punto-a-multipunto.

SXT 5HnD es un dispositivo de alta velocidad inalámbrica de 5GHz, su polarización dual 802.11n y tecnología TDMA nv2 permite a alcanzar incluso la velocidad de 200Mbps rendimiento real. Se compone de una infraestructura completa con una lista para montar carcasa y antena integrada, este es el perfecto CPE, rápido y fácil de implementar, además posee un puerto Ethernet 10/100, antena incorporada de - 16dBi (+ / - 2) de doble cadena, LEDs indicadores de intensidad en la parte posterior, puerto USB 2.0, monitorización de voltaje y temperatura.

Para evitar la sobrecarga de fragmentación en MPLS consta de un soporte extendido L2MTU, inyector PoE de 24V, soporte metálico de montaje. En la Figura N° 6.17 se observa el dispositivo Mikrotik SXT 5HnD.



**Figura N° 6.17:** SXT 5HnD MIKROTIK

**Fuente:** <http://routerboard.com/RBSXT>

A continuación la Tabla N° 6.13 indica detalladamente las especificaciones del producto Mikrotik:

<b>Detalles</b>	
Código de producto	RBSXT
Sistema operativo	RouterOS

Potencia de transmisión	26dBm
Ganancia de la antena	16dBi
Velocidad del procesador	400 MHz
RAM	32MB
Monitor de corriente	No
Arquitectura	MIPS-BE
Puertos LAN	1
Gigabit	0
MiniPCI	0
Mini-PCI-e	0
Inalámbrica integrada	1
Los estándares inalámbricos	802.11 a/n
USB	1
Tarjetas de memoria	0
Toma de corriente	0
Soporte 802.3af	No
PoE	9-30V DC
Voltaje del monitor	Sí
Temperatura de la CPU del monitor	Si
Dimensiones	140x140x56mm, 265gramos.
Rango de temperatura	-30 °C a +70 °C
Licencia RouterOS	Nivel 3

**Tabla N° 6.13:** Especificaciones del SXT 5HnD MIKROTIK.

**Fuente:** <http://routerboard.com/RBSXT>

A continuación la Tabla N° 6.14 indica las especificaciones técnicas de la antena para el dispositivo Mikrotik SXT 5HnD.

Especificaciones Técnicas	
Tipo	Antena 5 GHz,
Polarización	Dual
Frecuencia	5.17 - 5.825 GHz
Ganancia	16 ± 2 dBi
VSWR,	máximo 1.7:1
3 dB Ancho de haz,	H-Plane, typ. 25°
3 dB Ancho de haz,	E-Plane, typ. 25°
Polarización	Dual Lineal (V-pol, H-pol)
Aislamiento de polarización cruzada	- 35 dB

**Tabla N° 6.14:** Especificaciones Técnicas de la antena para el SXT 5HnD.

**Fuente:** Fichas Técnicas y Manuales de Información de los equipos.

La Tabla N° 6.15 muestra la tasa de transferencia y potencia de transmisión:

Protocolo	Velocidad	Tx Power
802.11 <sup>a</sup>	6 Mbps	26dBm
	54 Mbps	22dBm
802.11n 1 stream	MCS0 20MHz	25dBm
	MCS0 40MHz	25dBm
	MCS7 20MHz	19dBm
	MCS7 40MHz	18dBm
802.11n 2 streams	MCS8 20MHz	25dBm
	MCS15 40MHz	18dBm
	MCS15 20MHz	19dBm
	MCS15 40MHz	18dBm

**Tabla N° 6.15:** Tasa de transferencia y potencia de transmisión.

**Fuente:** Fichas Técnicas y Manuales de Información de los equipos.



En la Figura N° 6.16 se detalla la tasa de transferencia y sensibilidad:

Protocolo	Velocidad	Sensibilidad Rx
802.11 <sup>a</sup>	6 Mbps	-96dBm
	54 Mbps	-80dBm
802.11n 1 stream	MCS0 20MHz	-96dBm
	MCS0 40MHz	-92dBm
	MCS7 20MHz	-77dBm
	MCS7 40MHz	-74dBm
802.11n 2 streams	MCS8 20MHz	-96dBm
	MCS8 40MHz	-92dBm
	MCS15 20MHz	-77dBm
	MCS15 40MHz	-74dBm

**Tabla N° 6.16:** Tasa de transferencia y sensibilidad.

**Fuente:** Fichas Técnicas y Manuales de Información de los equipos.

Cabe recalcar que los equipos para conexiones inalámbricas son de la marca Mikrotik, en vista que después de analizar con otras marcas de renombre en el mercado ecuatoriano se concluye que la marca Mikrotik ofrece mejores características y prestaciones acorde al diseño propuesto.

Otra cosa importante que hay que recalcar en la selección del equipo a más de cumplir con las características técnicas, es el factor económico, garantías y otras aplicaciones proporcionadas por el fabricante como: actualización del IOS, software para administración y monitoreo de las estaciones. También, es de suma importancia que los equipos tengan certificación Wi-Fi ya que así, garantizamos que estos sean compatibles con cualquier otro fabricante en el caso de un posible crecimiento de la red.

Tomando en cuenta los criterios antes mencionados, el equipo seleccionado es RouterOS Mikrotik, que posee certificación Wi-Fi, e IPV6 con lo que se garantiza una posible escalabilidad del sistema en un futuro dado, a más de su configuración interactiva con el programador.

## ¿Por qué elegir Mikrotik?

- Solución económica.
- Trasmisión inalámbrica de datos de alta velocidad (hasta 108Mbps).
- Distancia de conexión hasta 70 kilómetros sin repetidoras.
- Soporte para IP - NAT, Routing y DHCP.
- Seguridad - Firewall y VPN.
- Control de ancho de banda, Proxy, contabilidad, HotSpot.
- Instalación rápida y simple para la estación base y clientes.
- Acceso a Internet confiable y constante.

### 6.7.1. RouterOS Mikrotik

Es un sistema operativo basado en Linux, salió al mercado en 1995 respaldado por la empresa Mikrotik, la cual se encarga de vender una amplia gama de productos para la implementación de redes inalámbricas llamados Router Board y vienen integrados con el sistema operativo RouterOS el cual también se puede instalar en una computadora para administrar la red inalámbrica.

Muchos proveedores de servicios de Telecomunicaciones adquieren la marca de este producto para la implementación de la red, debido a que los equipos router board junto al sistema operativo RouterOS permiten tener un mayor control y seguridad de la red inalámbrica a un costo accesible y económico.

Todas las versiones de RouterOS tienen seis tipos de licencia cuyas características se muestran a continuación en la siguiente Tabla N° 6.17.

Nivel de Licencia	0 (GRATIS)	1 (DEMO)	3 (WISP CPE)	4 (WISP)	5 (WISP)	6 (Controller)
Precio	Ninguna clave	Registrarse en Mikrotik	Sólo en volumen	\$ 45	\$ 95	\$ 250
Actualizable a	-	sin mejoras	ROS v6.x	ROS v6.x	ROS v7.x	ROS v7.x
Soporte de configuración inicial	-	-	-	15 días	30 días	30 días
Punto de acceso inalámbrico	Límite de 24 horas	-	-	sí	sí	sí
Wireless Client y Bridge	Límite de 24 horas	-	sí	sí	sí	sí
RIP, OSPF, BGP protocolos	Límite de 24 horas	-	Sí (*)	sí	sí	sí
EoIP túneles	Límite de 24 horas	1	ilimitado	ilimitado	ilimitado	ilimitado
PPPoE túneles	Límite de 24 horas	1	200	200	500	ilimitado
Túneles PPTP	Límite de 24 horas	1	200	200	500	ilimitado
L2TP túneles	Límite de 24 horas	1	200	200	500	ilimitado
OVPN túneles	Límite de 24 horas	1	200	200	ilimitado	ilimitado
Interfaces de VLAN	Límite de 24 horas	1	ilimitado	ilimitado	ilimitado	ilimitado
HotSpot usuarios activos	Límite de 24 horas	1	1	200	500	ilimitado
Cliente RADIUS	Límite de 24 horas	-	sí	sí	sí	sí
Colas	Límite de 24 horas	1	ilimitado	ilimitado	ilimitado	ilimitado
Proxy Web	Límite de 24 horas	-	sí	sí	sí	sí
Las sesiones de usuario administrador de activos	Límite de 24 horas	1	10	20	50	Ilimitado
Número de huéspedes KVM	ninguno	1	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado

**Tabla N° 6.17:** Especificación de los niveles de licenciamiento de los equipos Mikrotik RouterOS.

**Fuente:** <http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:License>.

El nivel 0 es una versión gratuita y se la puede descargar de su página web e instalarlo en nuestra computadora o a su vez actualizar el routerboard, esta versión no tiene restricciones, pero funciona únicamente por 24 horas.

El nivel 1 conocida como versión demo está orientado a fines educativos y demostrativos.

El nivel 3 va instalado en los equipos routerboard diseñados para funcionar exclusivamente como receptores, y se les conoce como CPE.

El nivel 4 está instalado en los equipos para la administración de una red ya sea cableada o inalámbrica, dentro de las opciones presentes la que más resalta es la cantidad de usuarios simultáneos que soporta que puedan ser hasta 200 y 20 sesiones de administración activa. Esta versión está presente en la mayoría de router board, ya que para soportar grandes usuarios se necesitan equipos con grandes prestaciones y su precio es de 45 dólares, vale recalcar que la licencia se la paga una sola vez y nos da la posibilidad de actualizarla a versiones posteriores.

El nivel 5 soporta hasta 500 usuarios y 50 sesiones de administración activa y 500 túneles PPOE, las demás funciones no tienen limitaciones, su costo es de 95 dólares.

El nivel 6 es la versión más robusta y sus funciones no tienen restricción alguna, debido a que no tiene limitaciones en la cantidad de usuarios esta versión se debe instalar en máquinas con grandes prestaciones que soporten cargas de trabajo de nivel empresarial de cientos y miles de clientes, su precio es de 250 dólares.

#### **6.7.1.1. Características del RouterOS**

- Filtrado de paquetes por:
- Origen, IP de destino.
- Protocolos, puertos.
- Contenidos (seguimiento de conexiones P2P).
- Puede detectar ataques de denegación de servicio (DoS)
- Permite solamente cierto número de paquetes por periodo de tiempo.

### **6.7.1.2. Interfaces del RouterOS**

- Ethernet 10/100/1000 Mbit.
- Tarjeta Inalámbrica (Atheros, Prism, CISCO/Airones).
- Punto de acceso o modo estación/cliente, WDS.
- Síncronas: V35, E1, Frame Relay.
- Asíncronas: Onboard serial, 8-port PCI.
- ISDN.
- xDSL.
- Virtual LAN (VLAN).

### **6.7.1.3. Calidad de servicio (QoS)**

Tipos de colas

- RED
- BFIFO
- PFIFO
- PCQ

Colas simples

- Por origen/destino de red.
- Dirección IP de cliente.
- Interface

Árboles de colas.

- Por protocolo.
- Por puerto.
- Por tipo de conexión.

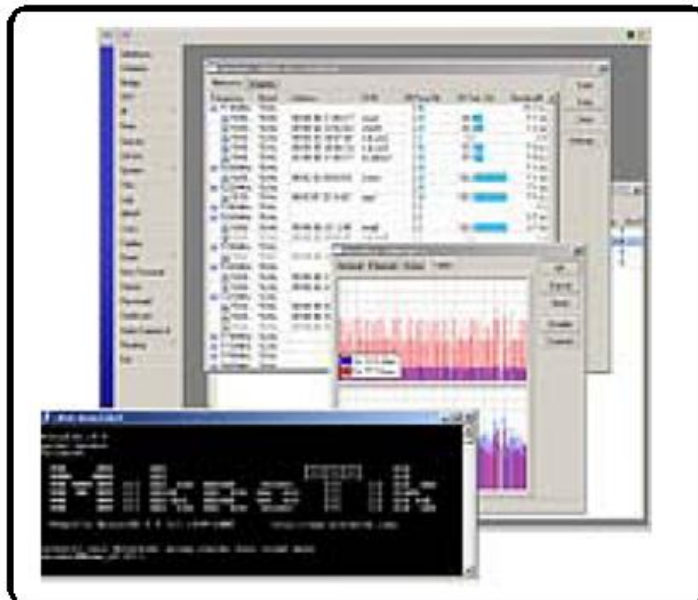
## 6.8. Configuración de los equipos Mikrotik

Para la configuración de los equipos a instalar se describe cada una de las funciones, así también algunos conceptos para un mejor entendimiento de la configuración dada.

### 6.8.1. Software RouterOS

Este sistema operativo viene ya pre instalado en el mainboard, al mismo que es posible acceder por medio de un software llamado Winbox, el cual sirve de interfaz entre las respectivas configuraciones del equipo routerboard y el usuario, la cual se observa en la Figura N° 6.19.

Mikrotik RouterOS es muy estable y está basado en el sistema operativo Linux, además permite el fácil acceso a las múltiples configuraciones, las cuales dependerá directamente del tipo de licencia a la que se tenga acceso con el routerboard.



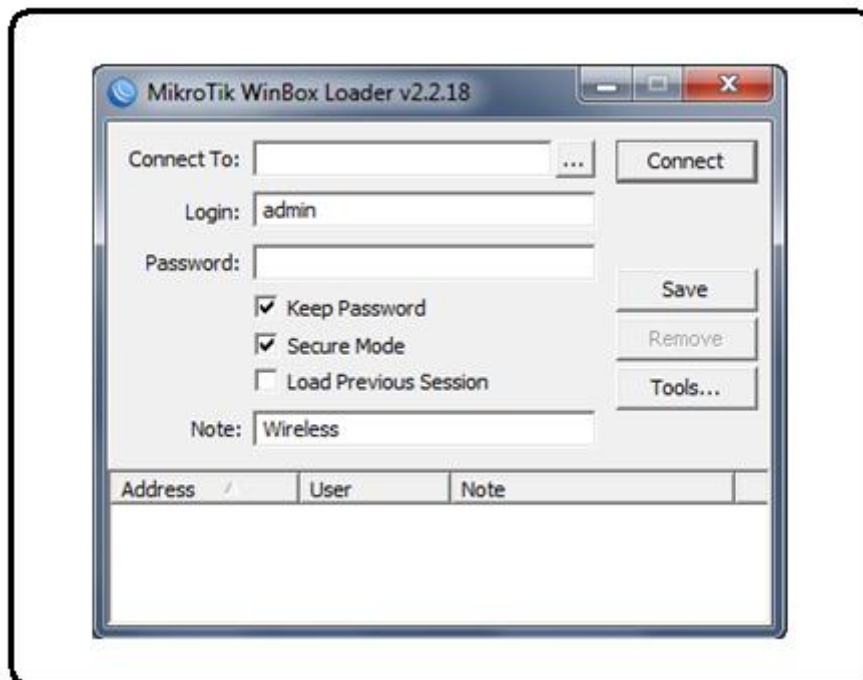
**Figura N° 6.19:** Sistema operativo RouterOS.

**Fuente:** Investigador.

## 6.8.2. Winbox

El software conocido como Winbox es un programa ejecutable que trabaja en los sistemas operativos Windows y Linux, que permiten acceder a las configuraciones del mainboard desde la PC, como se ve en la Figura N°6.20.

Es un software liviano que se lo puede descargar fácilmente desde la página <https://www.mikrotik.com/download.html>.



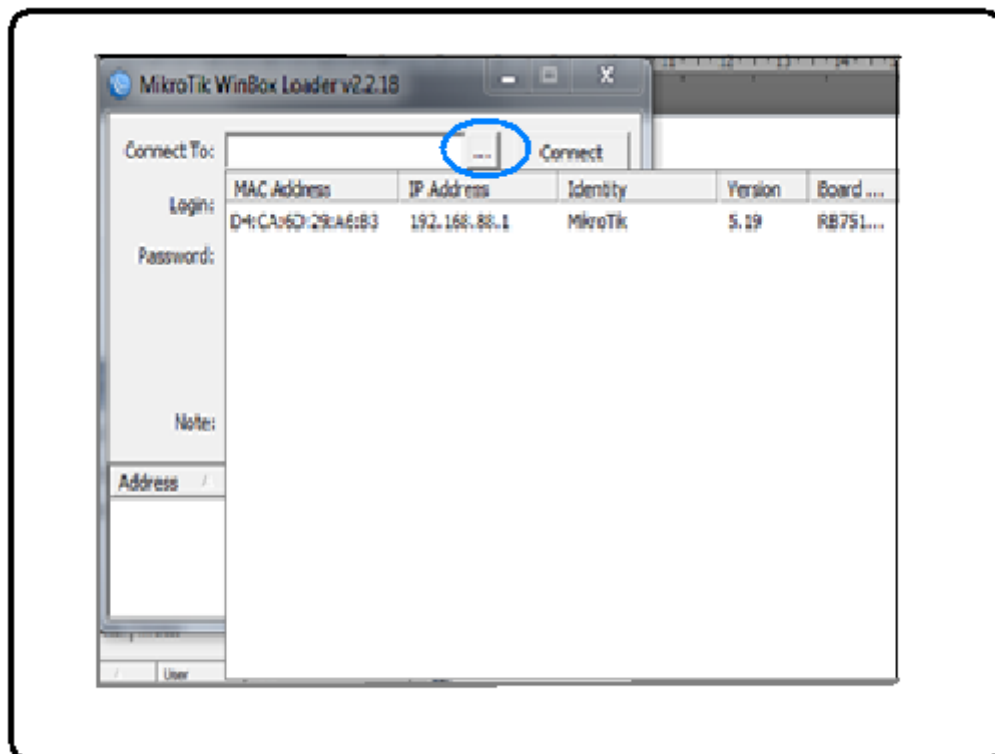
**Figura N° 6.20:** Software Winbox.

**Fuente:** Investigador.

### 6.8.2.1 Opciones Winbox



: Esta función identifica el mainbord a la que se quiere ingresar, como se muestra en la Figura N° 6.21.



**Figura N° 6.21:** Botón de identificación del mainboard en Winbox.

**Fuente:** Investigador.

**Connect** : Esta opción inicia sesión en el router por la dirección IP específica o por la dirección MAC, con nombre de usuario y contraseña.

**Save** : Este botón se utiliza para guardar sesiones anteriormente iniciadas, y permite acceder a ellas de una forma rápida con un doble click.

**Remove** : Esta opción elimina la sesión eleccionada.

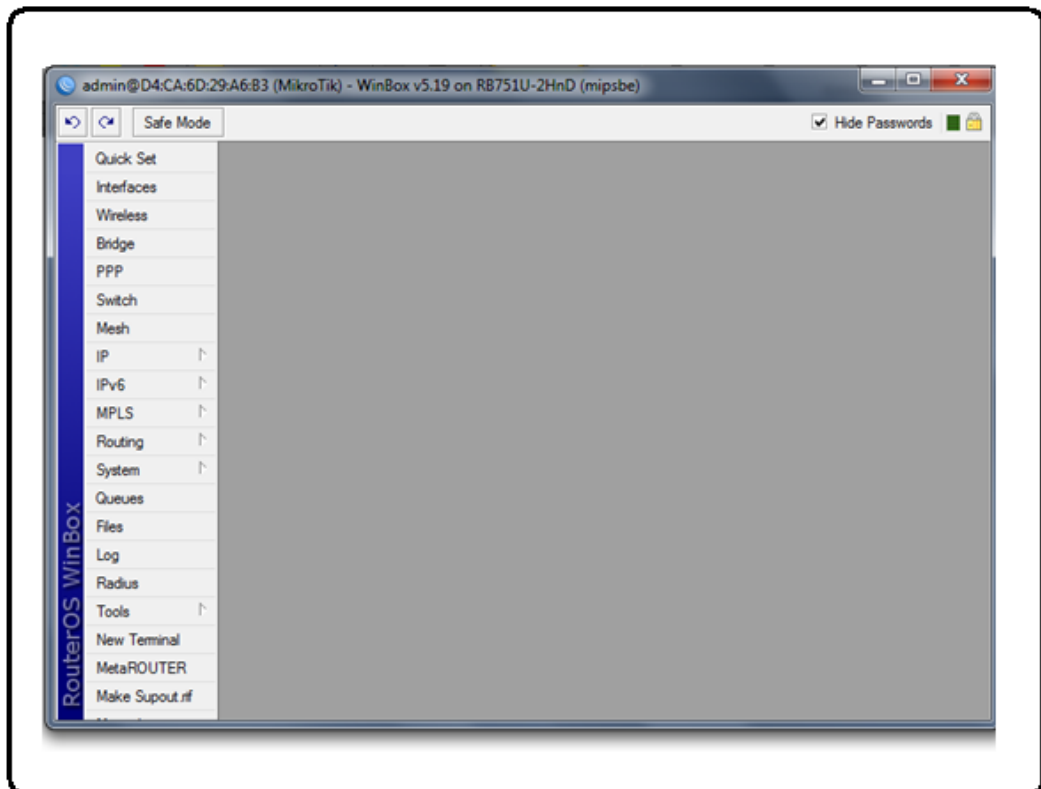
**Tools...** : Esta herramienta elimina todos los artículos de la lista, borra la caché en el disco local, las direcciones de las importaciones y las exportaciones de archivo wimbox a wimbox archivo.

- **Keep Password:** Permite recordar la contraseña de un equipo, esta opción es de gran ayuda cuando se administra varios equipos.



- **Secure Mode:** Proporciona integridad y privacidad de la información entre el RouterOS y Winbox por medio de TLS (Transport Layer Security) de protocolo.
- **Load Previous Sesion:** Sirve para cargar una sesión iniciada anteriormente.

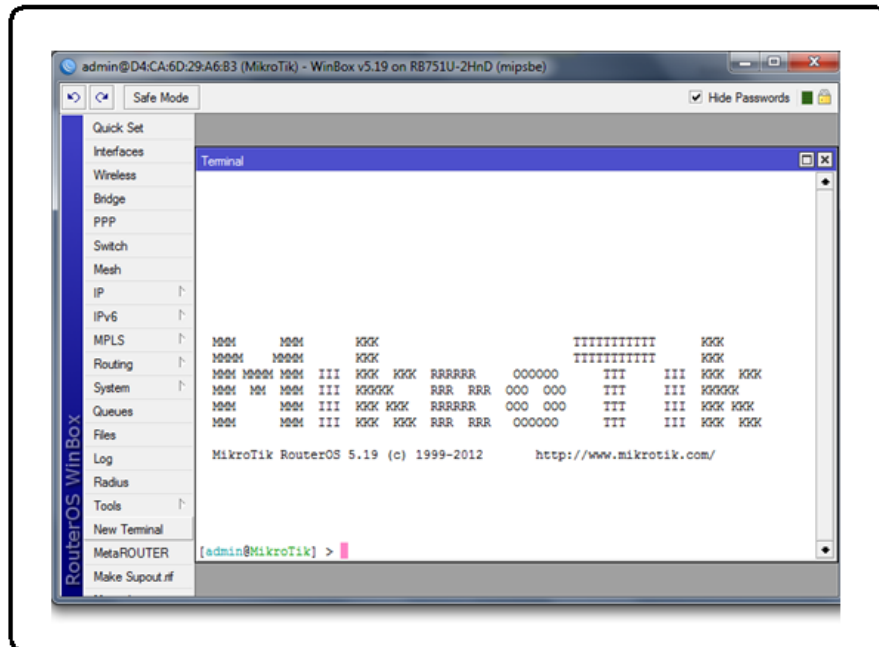
Una vez seleccionado el mainboard que se va a configurar en la ventana de Winbox, se accede a la consola que utiliza el puerto TCP 8291, donde se observa las características del mainboard, como se muestra en la Figura N° 6.22.



**Figura N° 6.22:** Ventana de la consola Winbox de la mainboard.

**Fuente:** Investigador.








La Figura N° 6.23 muestra la ventana New Terminal de la consola Winbox de la mainboar del equipo Mikrotik.





**Figura N° 6.23:** Ventana New Terminal.

**Fuente:** Investigador.

Las principales funciones del menú del routerboard que a su vez permiten acceder a otras funciones de la consola Winbox se muestran a continuación:

-  : Agregar una nueva entrada.
-  : Elimina la entrada existente.
-  : Habilita un ítem dado.
-  : Deshabilita el ítem.
-  : Crea o edita un comentario.
-  : Actualiza la ventana.
-  : Deshacer el último proceso realizado.

 : Rehacer una acción.

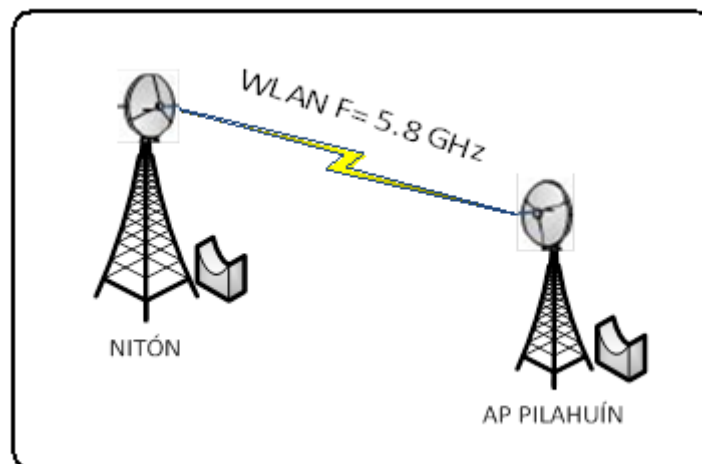
 : Salir de la consola de Winbox.

### 6.8.3. Configuración de Enlaces Punto a punto

Generalmente para establecer un enlace punto a punto se adopta la topología Estación – Punto de Acceso (AP) como se muestra en la Figura N° 6.24, dicha configuración se lo realiza en cada mainboard que forma parte del enlace de la red inalámbrica. Para esto se debe tomar muy en cuenta varios parámetros para garantizar una óptima conexión de la red, como son:

- Seguridades Lógicas del equipo.
- Banda de operación.
- Frecuencia de trabajo.

Cabe recalcar que estos parámetros se los configura únicamente en el AP del enlace, en vista de que la Estación trabaja con la frecuencia del AP que esté conectada.



**Figura N° 6.24:** Enlace Punto a Punto entre la Estación – AP.

**Fuente:** Investigador.

### 6.8.3.1. Configuración AP

En la consola Winbox se accede a la opción **Interfaces** del menú principal, posteriormente se ingresa a **Interface List**, en la cual se encuentran los puertos inalámbricos disponibles al igual que los puertos Ethernet establecidos, como se observa en la Figura N° 6.25.



**Figura N° 6.25:** Configuración del punto de acceso AP.

**Fuente:** Investigador.

Ahora en el **Menú Wireless** se configura la tarjeta inalámbrica **wlan1** y se determina los parámetros más importantes para un enlace AP, como son:

En lo que se refiere a la configuración general se tiene:

- **Name:** Esta opción permite dar un nombre específico a la interface en la que se encuentra.

- **Tapy:** Muestra que tipo de chip utiliza la MiniPCI.
- **MTU (Unidad máxima de transferencia):** Expresa en byte el máximo tamaño de la unidad de datos que pueda enviarse usando un determinado protocolo de Internet.

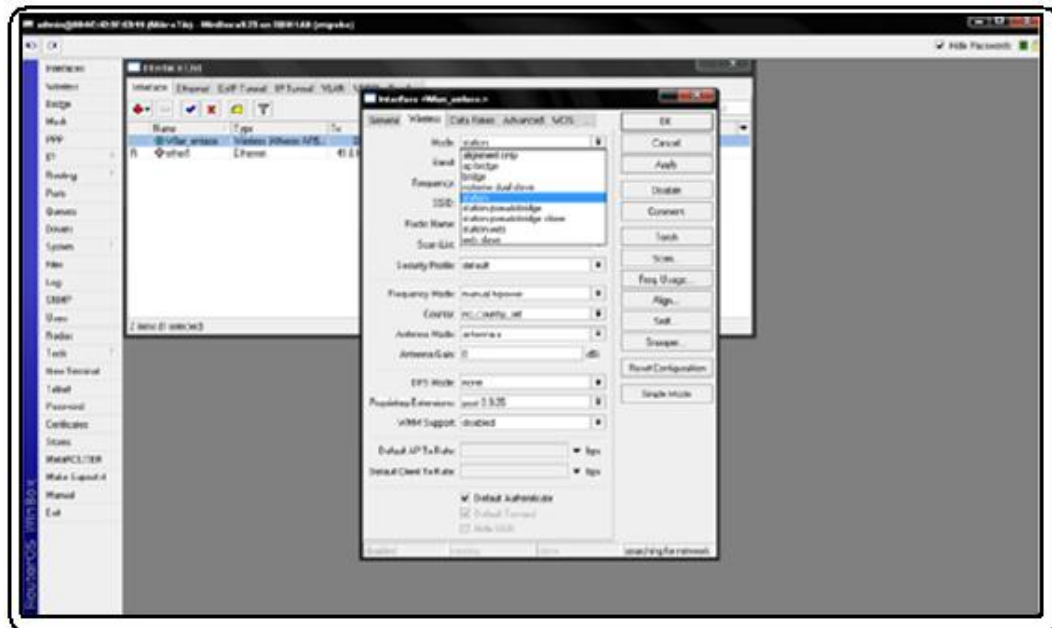
En cuanto a la configuración inalámbrica:

- **Mode:** Establece el modo en que la interfaz del enlace va a funcionar, en este caso el punto de acceso AP Bridge (puente).
- **Band:** Determina el rango de frecuencias en la que se va a trabajar.
- **Frecuencia:** Especifica el canal permanente sobre la cual va a traficar el flujo de la información.
- **SSID:** Está opción representa un código que viene incluido en todos los paquetes que viajan por la red inalámbrica, para identificarlos como parte de la misma.
- **Security Profile:** Es un código hexadecimal creado con el propósito de evitar que usuarios sin autorización se infiltren a la red.
- **Antena Mode:** Muestra el modo en el que se quiere establecer a la antena, esto depende del puerto en el que se lo coloca, por ejemplo si se lo configura en el puerto principal (main), entonces la antena tomará el modo a, si por el contrario se lo conecta en el puerto auxiliar, la antena adopta el modo b, ya que generalmente las tarjetas MiniPCI disponen de dos conectores.
- **Antena Gain:** Representa la ganancia de la antena externa que se está utilizando en dBi.

- **Tx-Power:** Controla la potencia de salida de las MiniPCI en dBi.

### 6.8.3.2. Configuración Estación:

La configuración de la Estación es mucho más rápida, puesto como ya se dijo anteriormente trabajará a la frecuencia del AP, como se ve en la Figura N° 6.26, y únicamente es necesario configurar los siguientes parámetros:



**Figura N° 6.26:** Configuración de la Estación.

**Fuente:** Investigador.

En los parámetros generales de la Estación se recalcan:

- **Name:** Permite cambiar el nombre de la interface en la que se encuentra.
- **Tapy:** Muestra que tipo de chip utiliza la MiniPCI.


- **MTU (Unidad máxima de transferencia):** Expresa en byte el máximo tamaño de la unidad de datos que pueda enviarse usando un determinado protocolo de Internet.

En la configuración inalámbrica los parámetros establecidos son:

- **Mode:** Establece el modo en que la interfaz del enlace va a funcionar.
- **Band:** Determina el rango de frecuencias en la cual se va a trabajar.
- **Frecuencia:** Especifica el canal permanente sobre la cual va a traficar el flujo de la información, establecido por el AP que está conectado.
- **SSID:** Utiliza el mismo SSID del AP, ya que está conectado a la misma red.
- **Security Profile:** Comparte la seguridad con la configurada en el AP para que puedan comunicarse entre los dos equipos.
- **Antena Mode:** Muestra el modo en el que se quiere establecer a la antena, esto depende del puerto en el que se lo coloca, por ejemplo si se lo configura en el puerto principal (main), entonces la antena tomará el modo a, si por el contrario se lo conecta en el puerto auxiliar, la antena adopta el modo b, ya que generalmente las tarjetas MiniPCI disponen de dos conectores.
- **Antena Gain:** Representa la ganancia de la antena externa que se está utilizando en dBi.
- **Tx-Power:** Controlar la potencia de salida de las MiniPCI en dBi.


### 6.8.3.3. Configuración Bridge

Al establecer un bridge (puente), permite comunicar dos o más interfaces dentro de una misma tarjeta, para lo cual se sigue el siguiente proceso:

Primero se accede a **Menú Bridge**, posteriormente se da un clic en el ícono , se procede a dar un nombre al bridge o puente y en el menú **PORT** se añade los puertos que se van a comunicar.

### 6.8.3.4. Configuración IP

Una de las configuraciones más importantes en los equipos inalámbricos son los protocolos de Internet (IPs), para cada uno de los enlaces, ya que a través de estos se establecerá la comunicación en la red.

Lo primero que hay que hacer para asignar una dirección IP a una interfaz es acceder al menú **IP>Address**, de igual forma se da clic al ícono , y posteriormente se le asigna la interfaz designada.

## 6.9. Diseño del radio enlace de la red inalámbrica:

Con la ayuda de las herramientas software Google Earth y LinkPlanner se ha realizado el diseño de la red inalámbrica. Los datos de todos los puntos a interconectarse tomadas con el GPS (Global Positioning System), se han seleccionado aquellas que eran más adecuadas para la realización de los enlaces correspondientes.

Atraves de Google Earth se obtuvieron fotografías del perfil terreno que permitieron adquirir una mejor concepción de las características de los lugares de estudio, sin embargo para una mayor precisión de los puntos de enlace, se acudió personalmente hasta los sitios para proceder a tomar los datos correspondientes mediante un GPS.



Sin embargo las fotografías obtenidas de Google Earth han servido como base para realizar los diagramas de red que se recoge en el presente proyecto.

La herramienta LinkPlanner ha sido utilizada para obtener el perfil del terreno de los distintos enlaces, facilitando de esta forma el estudio de la viabilidad y factibilidad de los mismos.

LinkPlanner también es servido para obtener una estimación de la cobertura obtenida en cada una de las ubicaciones.

### 6.9.1. Cobertura Inalámbrica

Para lograr que exista la cobertura inalámbrica deseada, se empieza por realizar un cálculo del área de cobertura que tendrá cada punto de acceso. Para ello se debe tomar en cuenta, las pérdidas de propagación y otros factores que determinarán el rendimiento y cobertura de cada punto de acceso.

#### 6.9.1.1. Situación de los puntos

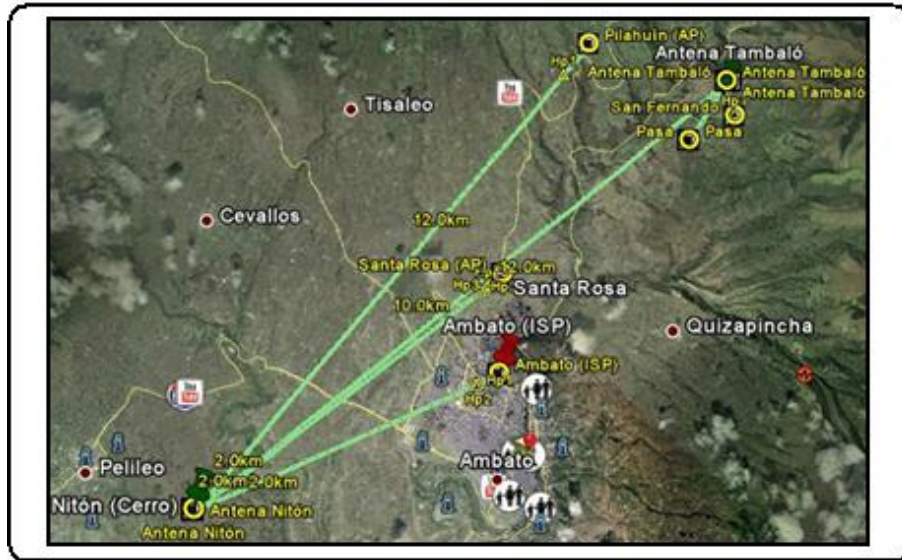
La Tabla N° 6.18 muestra los datos reales de la situación geográfica de los puntos a interconectarse en la red, tomados con el GPS y son los siguientes:

PUNTO	UBICACIÓN	LATITUD	LONGITUD	ALTURA (m)
Cerro Nitón	Pelileo	1°17'49.84"S	78°33'19.72"W	3002
Cerro Tambaló	Tambaló	1°16'22.74"S	78°45'2.88"W	3530
ISP Ambato	Ambato	1°15'43.1"S	78°38'31.0"W	2715
AP Santa Rosa	Santa Rosa	1°16'51.84"S	78°39'48.52"W	3020
AP Pilahuín	Pilahuín	1°18'36.8"S	78°43'52.8"W	3399
Pasa	Pasa	1°16'8.21"S	78°43'49.24"W	3106
San Fernando	San Fernando	1°15'50.81"S	78°44'41.08"W	3225

**Tabla N° 6.18:** Datos tomados con el dispositivo GPS en puntos estratégicos.

**Fuente:** Investigador.

En la Figura N° 6.27 obtenida por el software Google Earth se puede apreciar los puntos de conexión de la red.



**Figura N° 6.27:** Puntos de conexión de la red inalámbrica.

**Fuente:** Google Earth.

### 6.9.1.2. Interconexión de puntos

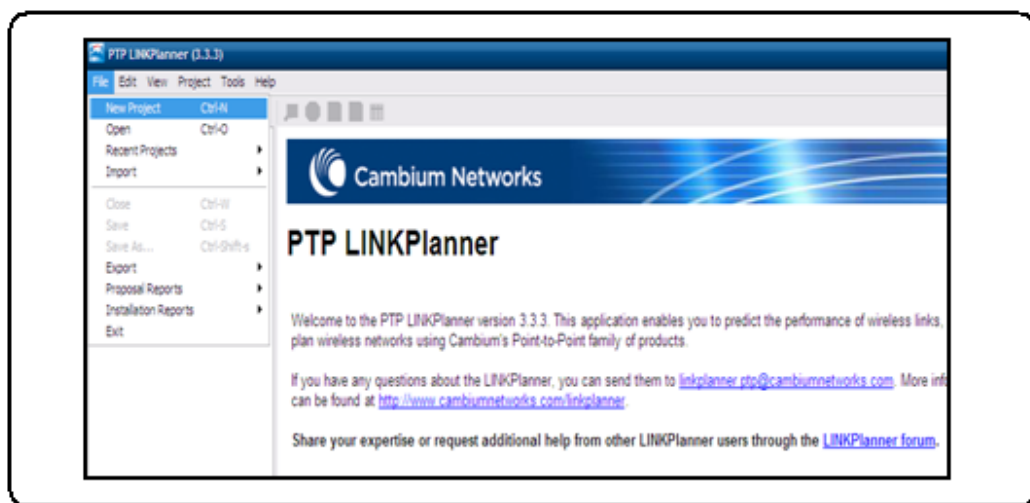
El diseño de la red troncal se ha realizado teniendo en cuenta que se necesita un ancho de banda grande y unos tiempos de respuesta bajos. Es por esta razón que se han buscado interconectar sitios o puntos entre las que hubiera condiciones de línea de vista directa. Este requisito no es tan indispensable para tener conectividad, pero sí lo es si se requiere condiciones óptimas de funcionamiento en la red y ofrecer un servicio de calidad a los clientes.

### 6.9.2. Simulación con el software LinkPlanner

El software empleado para la simulación de los enlaces de la red inalámbrica es LinkPlanner que a más de las características antes expuestas, garantiza un cálculo correcto en los factores de interés en un enlace como son; Zona de Fresnel, Ganancia de la antena, Atenuación, etc.

A continuación se presentarán los principales pasos que se requiere para la simulación en el programa antes mencionado. Cabe indicar que la simulación completa se encuentra en el Anexo 1.

1. Una vez iniciado el simulador PTP LinkPlanner aparecerá la pantalla principal, donde se elige la opción **File>New Project (Ctrl-N)**, como se muestra en la Figura N° 6.28.



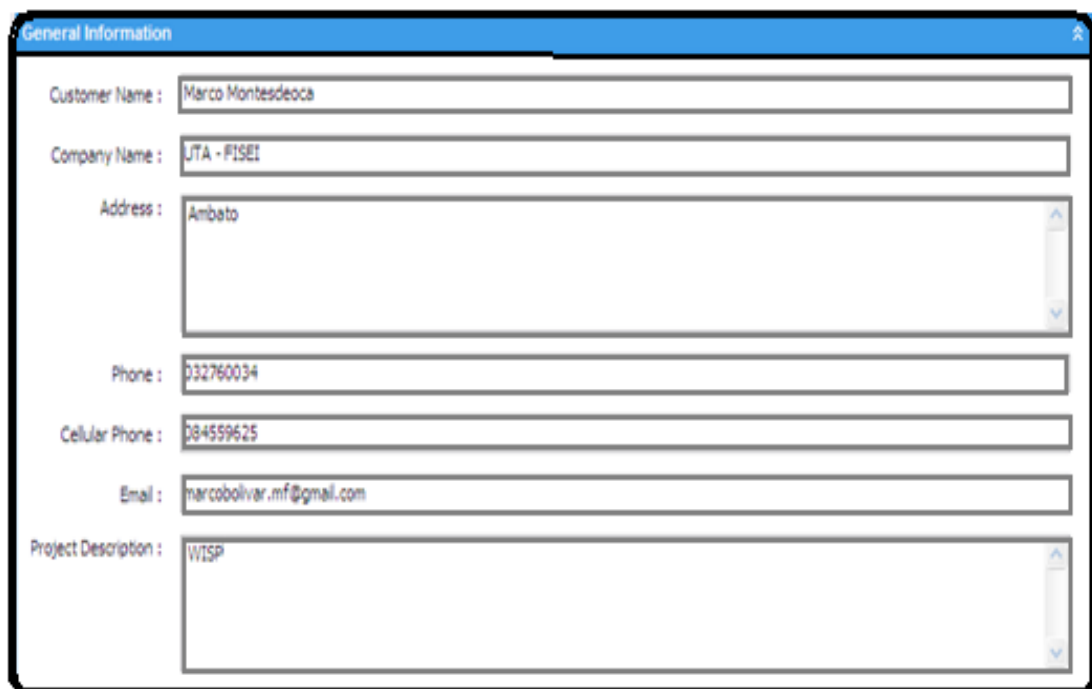
**Figura N° 6.28:** Pantalla principal del software PTP LinkPlanner.

**Fuente:** Investigador.

2. Posteriormente aparecerá una ventana donde necesariamente se deberá llenar la información general que más adelante servirán para crear una documentación legal y única del diseño propuesto, como se observa a continuación en la Figura N° 6.29. Dentro de los datos a llenar están los siguientes:

- **Customer Name:** Indica el nombre del diseñador del proyecto a realizar.
- **Company Name:** La empresa o compañía para la cual representa el diseño.

- **Address:** El lugar a donde pertenece el proyecto o la empresa encargada.
- **Phone:** El número telefónico convencional o de oficina del encargado del proyecto.
- **Celular Phone:** El número de celular o algún tipo de número telefónico personal del diseñador.
- **Email:** Esta información es la más importante puesto que el documento final con sus respectivos cálculos serán enviados al correo electrónico aquí ingresado.
- **Project Description:** Una breve descripción del proyecto.



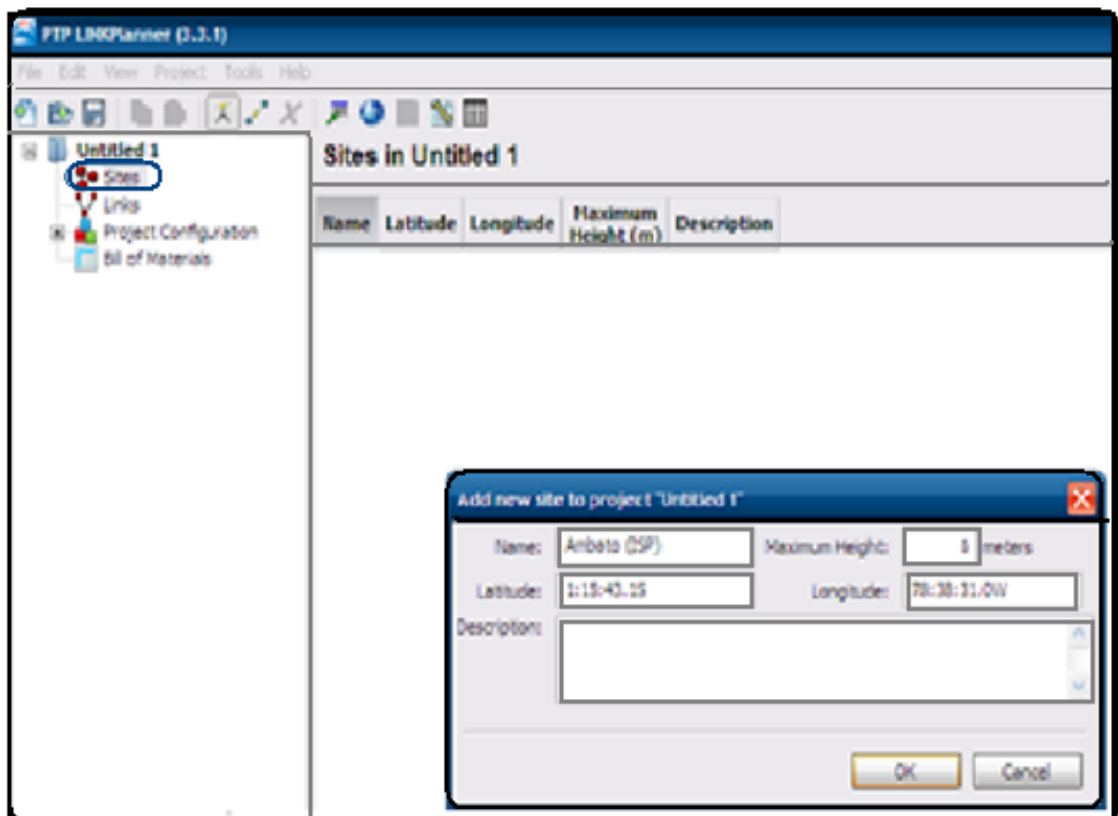
The image shows a screenshot of a software interface titled "General Information". It contains several input fields with the following data:

Field	Value
Customer Name	Marco Montesdeoca
Company Name	JTA - FISEI
Address	Ambato
Phone	032760034
Celular Phone	084559625
Email	marcobolivar.mf@gmail.com
Project Description	WTSP

**Figura N° 6.29:** Pantalla de la Información General del proyecto.

**Fuente:** Investigador

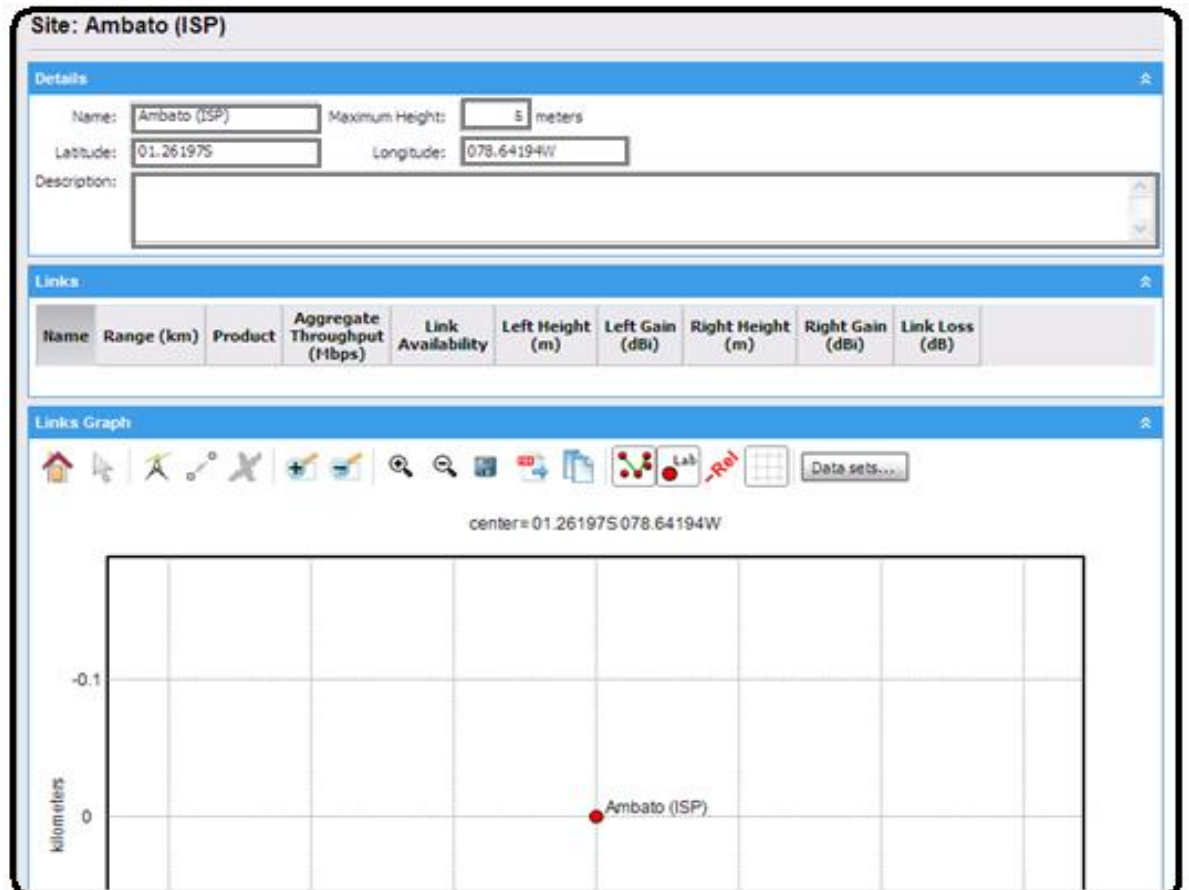
3. Dentro del menú principal está la opción **Sities** en donde ingresaremos los principales datos como nombre, longitud, latitud y la altura del mástil de la antena que irá en el primer punto de enlace, como se representa en la Figura N° 6.30.



**Figura N° 6.30:** Principales datos del primer sitio del enlace.

**Fuente:** Investigador.

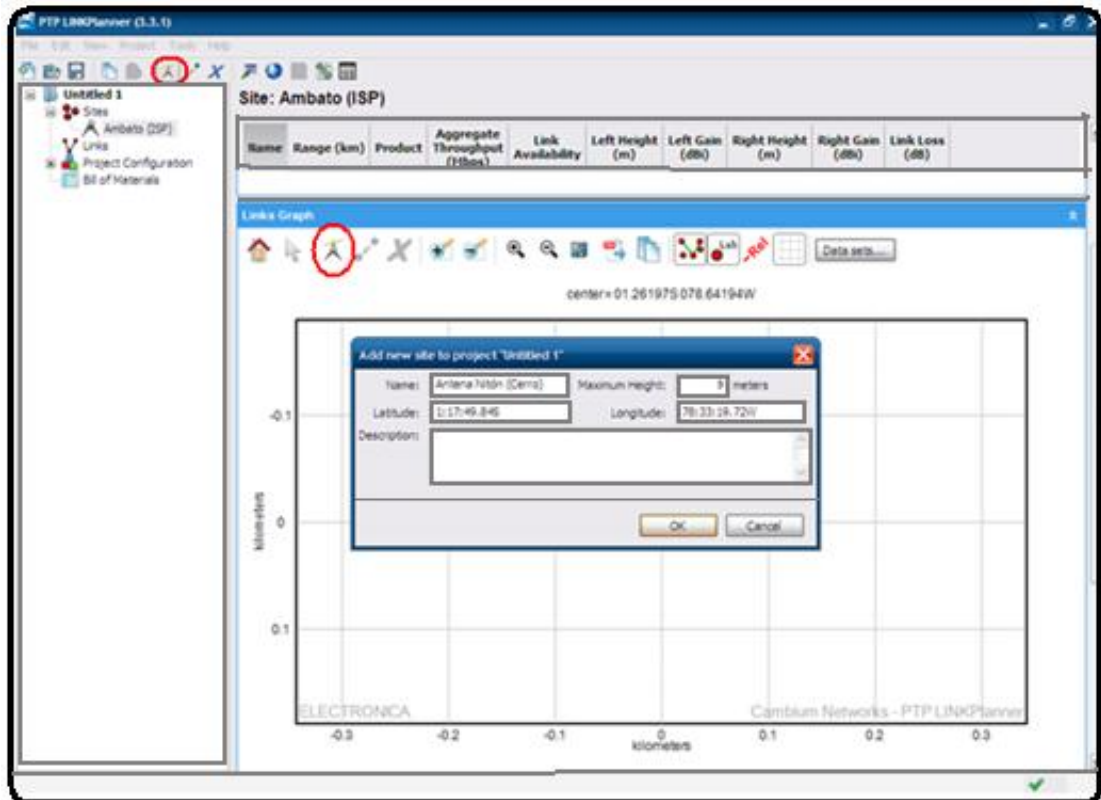
4. Una vez ingresados los datos aparecerá una pantalla que muestra el sitio ingresado en la pantalla **Links Graph** del programa, así como los detalles ingresados anteriormente de dicho punto de enlace, como se indica en la Figura N° 6.31.



**Figura N° 6.31:** Ubicación del sitio ingresado.

**Fuente:** Investigador.

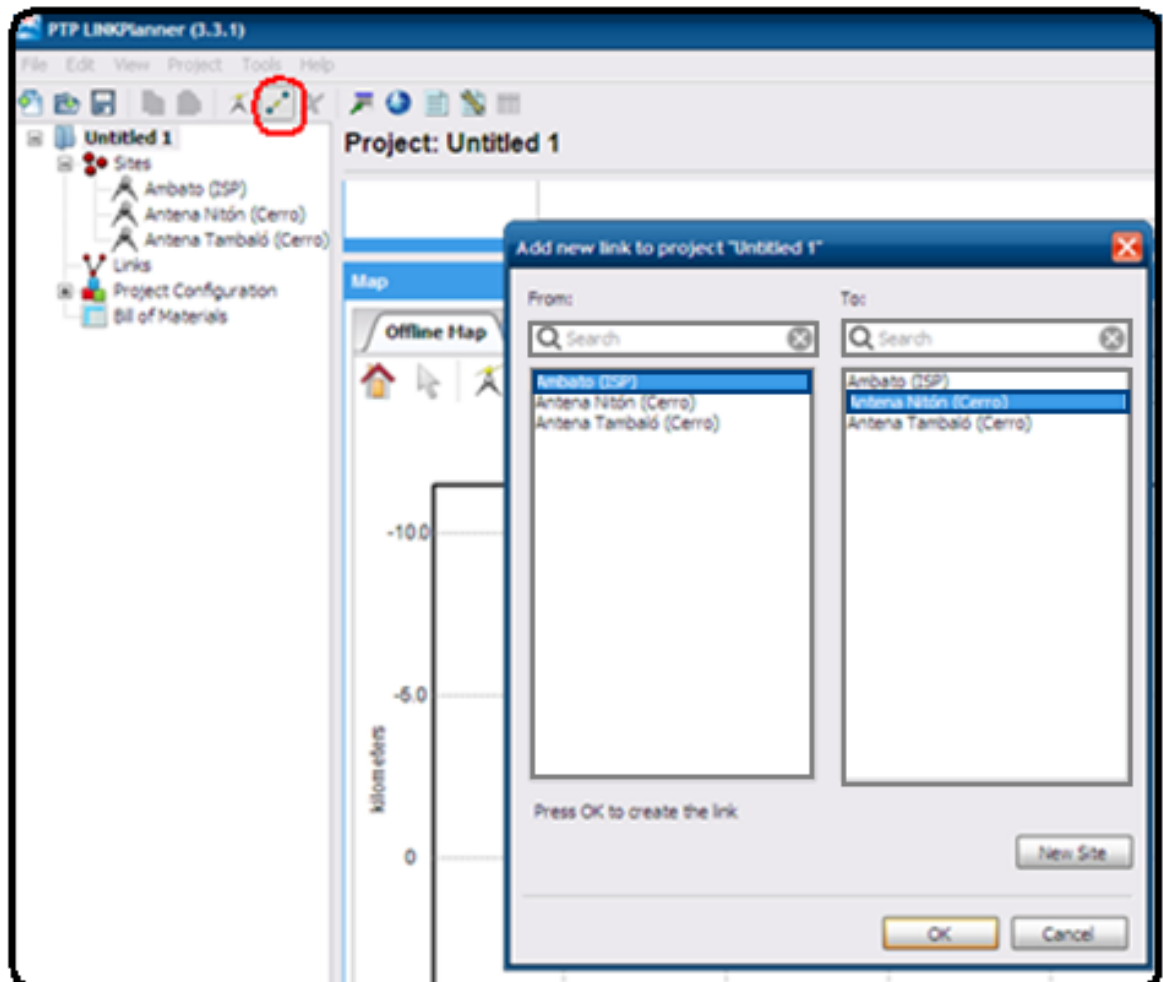
5. Ingresamos el otro punto de enlace dando clic en el ícono señalado en la Figura N° 6.32. y posteriormente seguimos los mismos pasos que el anterior sitio ya ingresado.



**Figura N° 6.32:** Ingreso de un nuevo sitio.

**Fuente:** Investigador.

- Una vez definidos los dos puntos que se va a enlazar, se establece los puntos de conexión para el análisis dando un clic al ícono indicado en la Figura N° 6.33.

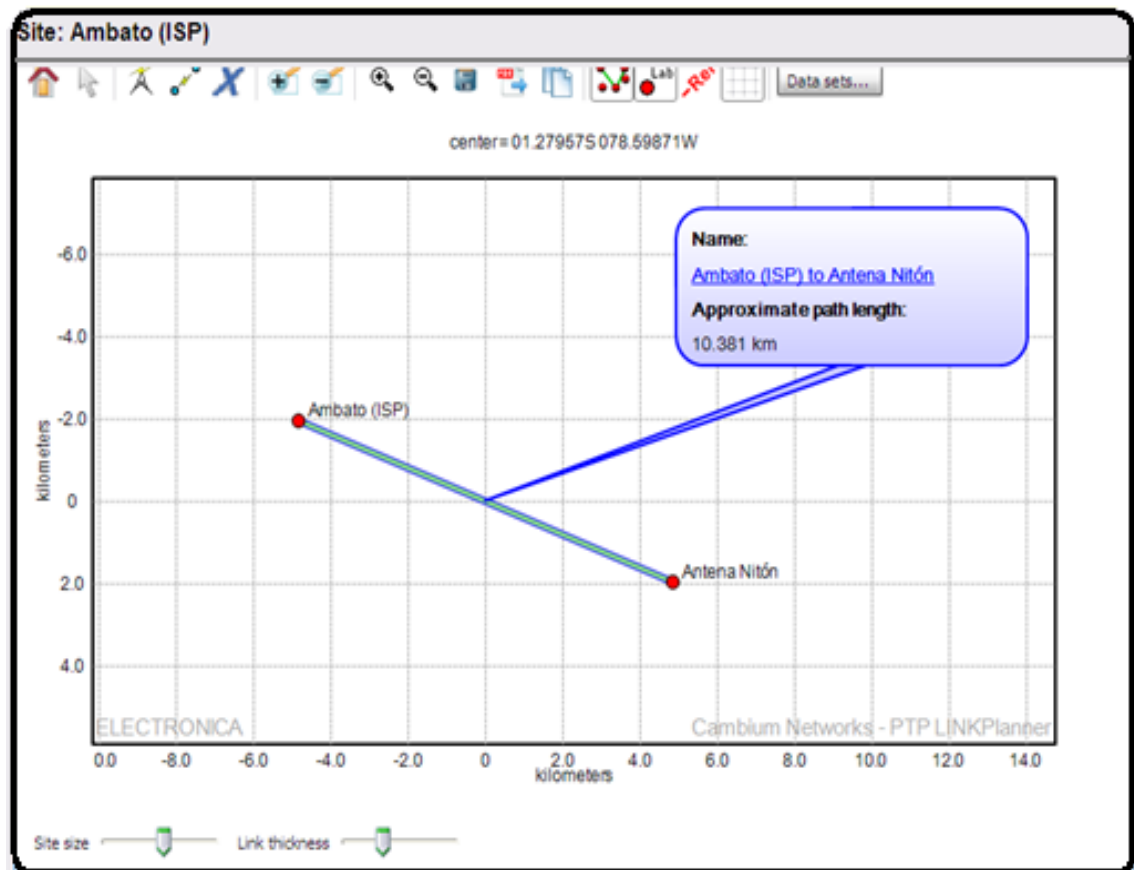


**Figura N° 6.33:** Conexión entre los dos puntos a enlazar.

**Fuente:** Investigador.



7. A continuación aparecerá una pantalla gráfica en donde indica los puntos ya enlazados como se ve en la Figura N° 6.34.



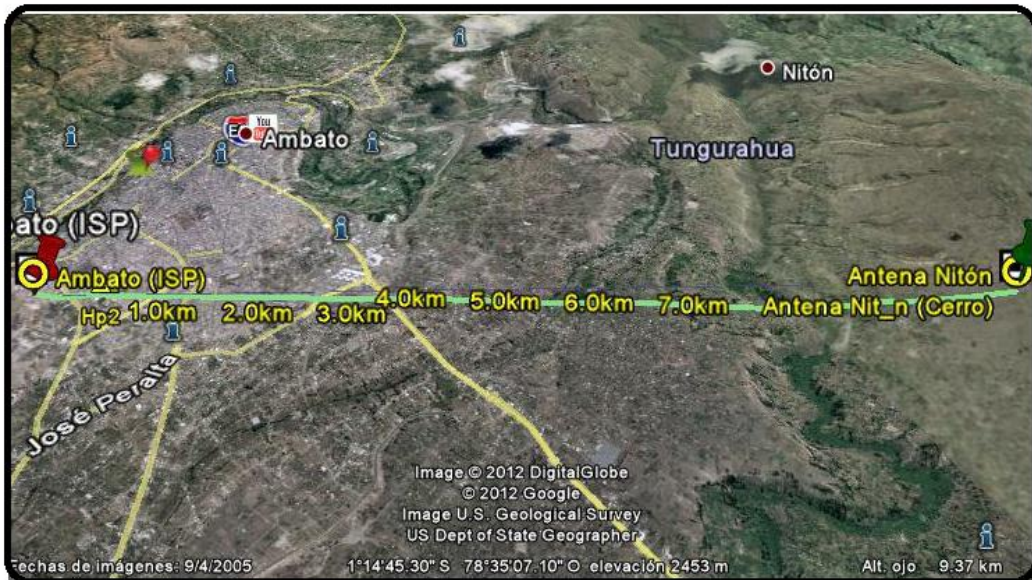
**Figura N° 6.34:** Conexión gráfica entre los dos sitios enlazados.

**Fuente:** Investigador.

8. LinkPlanner da la posibilidad de observar el enlace realizado en Google



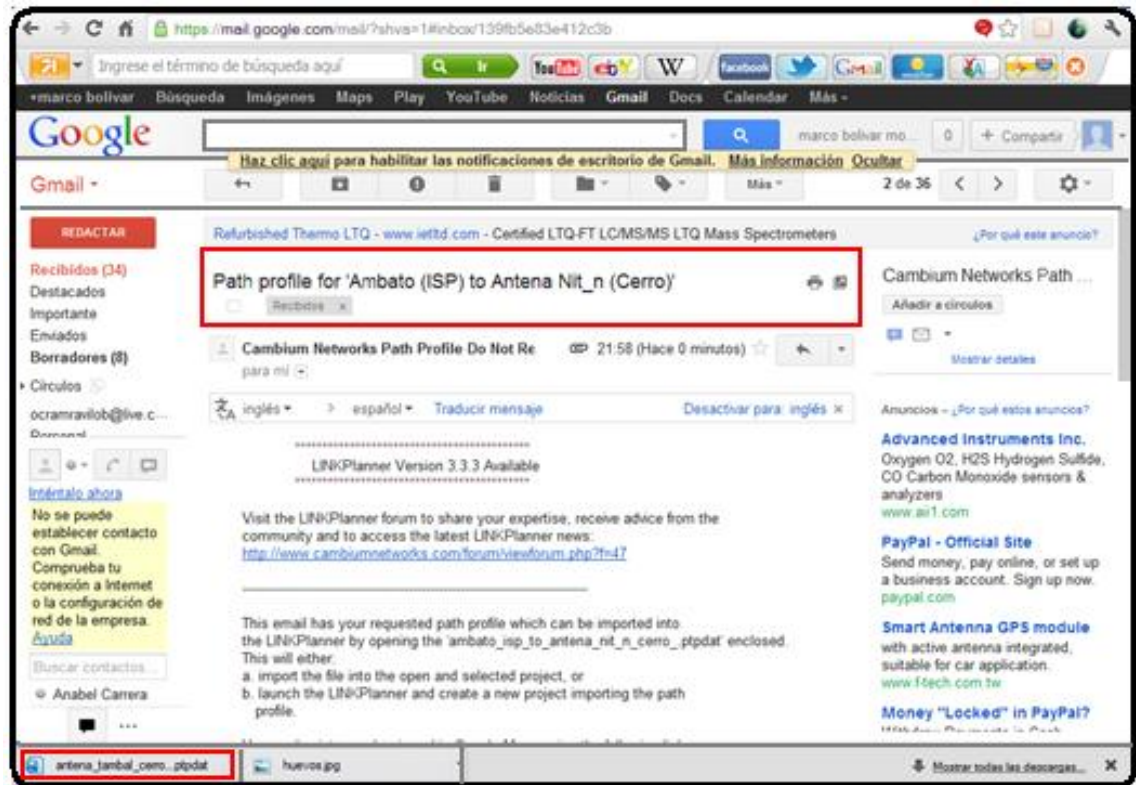
Earth como se ve en la Figura N° 6.35 al dar un clic en el ícono que se encuentra en el menú gráfico del programa.



**Figura N° 17. 6.35:** Enlace Ambato-Nitón generado por Google Earth.

**Fuente:** Investigador.

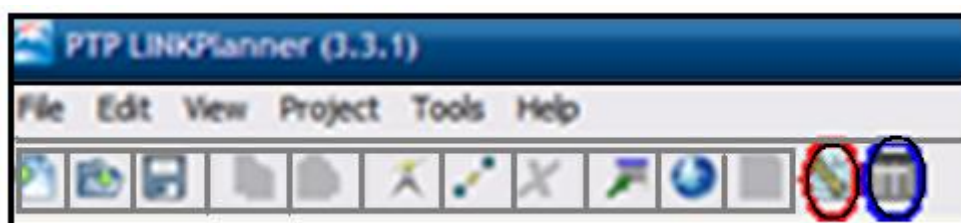
9. Dentro del menú principal del programa en la opción **Project >Get Profiles**, e inmediatamente el software enviará un archivo ejecutable con cada una de las características y cálculos del enlace realizado al correo anteriormente ingresado, así como se observa en la Figura N° 6.36.



**Figura N° 6.36:** Archivo enviado al correo por el software LinkPlanner.

**Fuente:** Investigador.

10. Dicho archivo al momento de ejecutarlo se carga inmediatamente al programa generando los resultados específicos de cada una de las características del enlace y finalmente al dar clic en los íconos señalados en la Figura N° 6.37, genera dos archivos PDF con todos los detalles del enlace con los principales parámetros como la ganancia de la antena, la potencia requerida por los equipos, y la zona de Fresnel, junto con la información general ingresada, listan para presentarlo en el informe final del proyecto.



**Figura N° 6.37:** Íconos para generar los archivos finales en PDF.

**Fuente:** Investigador.

### **6.9.1 Análisis Económico**

Para el presupuesto que se tiene previsto para todo el enlace se basa principalmente en los costos actuales de los equipos a implementarse que se encuentran disponibles en el mercado ecuatoriano.

Crear un ISP requiere un presupuesto considerable, además de un flujo de caja que permita sostenerte por lo menos durante los primeros 3 años sin contar con utilidades.

Cabe recalcar que se utilizará la fórmula de ya que se desconoce el número de posibles usuarios.

El ISP necesariamente debe contar con proveedores externos para el proyecto se ha considerado los siguientes:

- CNT
  
- TELCONET

**CNT:** La Corporación Nacional de Telecomunicaciones es la empresa pública de telecomunicaciones del Ecuador, que ofrece servicios de telefonía fija local, regional e internacional, acceso a internet (Dial-UP, DSL, Internet móvil), entre otros servicios dedicados, en lo que se refiere a internet dedicado tenemos a continuación las siguientes tarifas en la Tabla N° 6.19.

PLAN (bits)		TARIFA (En dólares)
256X128	Internet Dedicado	198 + I.V.A.
512x256	Internet Dedicado	238 + I.V.A.
1024x512	Internet Dedicado	396 + I.V.A.
1542x512	Internet Dedicado	472 + I.V.A.
2048x768	Internet Dedicado	560 + I.V.A.
3042x768	Internet Dedicado	680 + I.V.A.
4000x768	Internet Dedicado	800 + I.V.A.
5120x768	Internet Dedicado	925 + I.V.A.

**Tabla N° 6.19: Planes tarifarios para Internet dedicado CNT.**

**Fuente:** <https://www.cnt.gob.ec/>

**TELCONET:** Es una empresa ecuatoriana privada que ofrece servicios como Transmisión de datos, comunicaciones unificadas, Seguridad lógica, Internet dedicado, entre otras, este último tiene los siguientes planes tarifarios que se muestran en la Tabla N° 6.20 descrita a continuación.

PLANES (bits)		TARIFAS
512x256	Internet Dedicado	235 + I.V.A.
1024x512	Internet Dedicado	336 + I.V.A.
2048x768	Internet Dedicado	480 + I.V.A.
4000x768	Internet Dedicado	830 + I.V.A.
5120x768	Internet Dedicado	1350 + I.V.A.

**Tabla N° 6.20: Planes Tarifarios para Internet dedicado TELCONET.**

**Fuente:** <http://www.telconet.net/index.php/es/>

### 6.9.1.1 Costos de Concesión

En los anexos se detallan el pago que se debe realizar a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, SENATEL, para entrar en funcionamiento como un proveedor legal.

Para los sistemas de modulación digital Punto – Multipunto, la tarifa mensual por uso de frecuencias se realizará en función de las siguientes consideraciones.

- Por cada Estación Base de sistemas WLL, por la anchura de banda en transmisión y recepción en el área de concesión y su radio de cobertura.
- Para el caso de sistemas fijo Punto – Multipunto que utilizan técnicas de modulación digital de banda ancha, se considerará como anchura de banda, la correspondiente a la sub-banda asignada por el CONATEL para la operación de estos sistemas, de acuerdo con el pedido de registro.

### 6.9.1.2 Inversión en Equipos y Accesorios

En esta sección se presenta los costos aproximados de los activos fijos pre-operacionales con un aproximado del 2 % para imprevistos.

ÍTEM	CANTIDAD	DETALLE	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	1	Pararrayos de Franklin - 200 × 267	313.60	313.60
2	20	Metro de cable THHN 00	14.00	280.00
3	50	Cable sucre 3x12 en metros	2.55	127.50
4	20	Cable flexible N°10 en metros	0.96	19.20
5	20	Cable flexible N°14 en metros	0.43	8.60
6	100	Cable blindado cat5. en metros	2.10	210.00
7	20	Cable gemelo 2x16 en metros	0.61	12.20
8	20	Conectores RJ- 49	1.41	28.20
9	1	Inversor Tripp-Lite APS 750 w	329.00	329.00
10	1	Juego de cables para APS	33.00	33.00
11	2	Tomacorrientes polarizados	1.32	2.64

12	1	Materiales varios	30.00	30.00
<b>SUBTOTAL</b>				\$ 1393.94
<b>I.V.A. 12%</b>				\$ 167.27
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 1561.21</b>

**Tabla N°.6.21:** Materiales que se implementarán en cada estructura física del diseño propuesto.

**Fuente:** Precios oficiales en el Mercado ecuatoriano de equipos para redes.

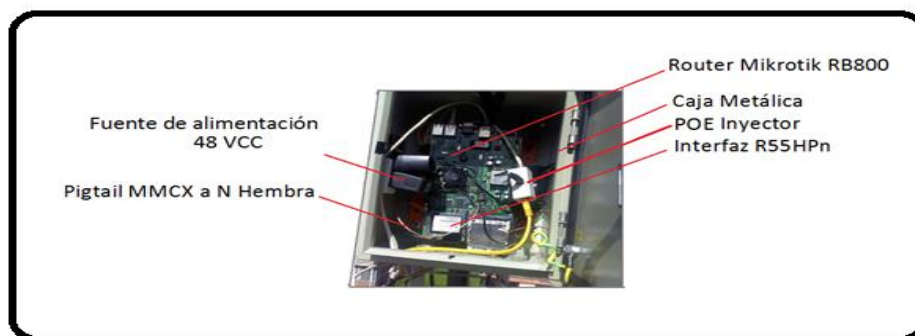
**Realizado por:** Investigador.

La Tabla N° 6.21 muestra el valor que costarán los materiales que se instalarán en cada torre, dicho valor hay que multiplicarlo para el número de torres a implementar según el diseño propuesto.

*Número de torres \* valor por torre = valor total*

$$5 * \$ 1561.21 = \$ 7806.05$$

El valor total que costará los materiales que se implementarán en las estructuras físicas del diseño propuesto es de \$ 7806.05.



**Figura N° 6.38:** Equipo de Comunicación Inalámbrica armado

**Fuente:** Investigador.

TEM	CANTIDAD	DETALLE	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	1	Router Mikrotik RB1100AH x2	554.40	554.40
2	3	Router Mikrotik RB800	402.08	1206.24
3	3	Router Mikrotik 433AH	166.88	500.64
4	3	Interfaz R5SHPn	66.08	198.24
5	4	SXT 5HnD	99.68	398.72

6	10	Cajas metálicas de protección para los equipos.	99.65	996.50
7	8	Antena Ubiquiti AirMax de 30dBi	313.60	2508.80
8	4	Antena sectorial 90° 5 Ghz MIMO 20 dBi para ROCKET M5	291.20	1164.80
9	16	Pigtail MMCX A N Hembra	28.33	453.28
10	10	Pheenet Lightning Protector (Gas Tube), 5.0 ~ 5.8GHz LA-5.XG/GT	46.86	468.60
11	10	PoE-24i 90-264 VCA, output 24 VCC a 8A 12w	35.22	352.20
12	2	Torre de comunicaciones de 15m (instalada en los cerros)	4400.00	8800.00
13	3	Torre de comunicaciones de 9m (Instalada en la central y en los APS)	1100.00	3300.00
<b>SUBTOTAL</b>				\$20902.42
<b>I.V.A. 12%</b>				\$ 2508.29
<b>TOTAL</b>				<b>\$23410.71</b>

**Tabla N°6.22:** Equipos de Comunicación Inalámbrica y Estructura Física.

**Fuente:** Precios oficiales en el Mercado ecuatoriano de equipos para redes.

**Realizado por:** Investigador.

En la Tabla N° 6.22 indica que el valor total de los equipos de comunicación inalámbrica y la estructura física para el diseño propuesto es de \$ 23410.71.

### 6.9.1.3 Costos de Operación en los cinco primeros años

Para tener un formato de los gastos que se presentará en los próximos cinco años se toma como suposición los principales gastos que presentará la empresa que esté interesada en la implementación del diseño propuesto, como: los costos administrativos base a Ministerio de relaciones laborales del Ecuador, al igual que los arriendos de los terrenos de cada nodo ubicados en los cerros Nitón y Tambaló, hay que recalcar que los costos de operación que se consideran serán iguales para todos los meses que a continuación se resumen en la Tabla N° 6.23.



ÍTEM	Valor al mes	Valor en el 1er año	Valor en el 2do año	Valor en el 3er año	Valor en el 4to año	Valor en el 5to año
<b>Pago al Proveedor de Internet</b>						
TELCONET (10 Megas)	3024.00	36288.00	36288.00	36288.00	36288.00	36288.00
CNT (10 Megas)	2072.00	24864.00	24864.00	24864.00	24864.00	24864.00
<b>Pago de arriendo de los terrenos en los cerros</b>						
Cerro Nitón	20.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00
Cerro Tambaló	20.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00
<b>Pago al Personal Laboral</b>						
Gerente General	1000.00	12000.00	12000.00	12000.00	12000.00	12000.00
Secretaría	318.45	3821.40	3821.40	3821.40	3821.40	3821.40
Personal Técnico (2)	651.26	10800.00	10800.00	10800.00	10800.00	10800.00
<b>TOTAL</b>	<b>7105.71</b>	<b>85268.52</b>	<b>85268.52</b>	<b>85268.52</b>	<b>85268.52</b>	<b>85268.52</b>

**Tabla N° 6.23:** Costos de operación en los cinco primeros años.

**Fuente:** Investigador en base a Ministerio de relaciones laborales del Ecuador.

[http://www.jezl-audidores.com/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=55&id=104&Itemid=71](http://www.jezl-audidores.com/index.php?option=com_content&view=article&catid=55&id=104&Itemid=71)

#### 6.9.1.4 Financiamiento

Por el momento no se cuenta con una empresa específica interesada en este proyecto, dejándola como un diseño de estudio para futuros proyectos que deseen implementar un proyecto similar o una empresa que desee implementar este proyecto en un futuro.

#### 6.9.1.5 Planes Tarifarios

Se presenta a continuación un modelo de los principales servicios y del mercado que se va a ofrecer a los clientes del proyecto expuesto. Para establecer el modelo de mercado de posibles clientes se consideró el análisis de las encuestas realizadas

en los lugares de estudio, y en base a la visita a dichos sectores se logró observar también empresas pequeñas y medianas que necesitan de los servicios de Internet y multimedia, como se aprecia en la siguiente Tabla N° 6.24.

Mercado de clientes	Servicios						
	Acceso a Internet	Multimedia Triple-play	Comercio electrónico	VPN	Hosting	Telefonía IP	Video conferencia
Moradores del sector	✓						
Empresas medianas y pequeñas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Instituciones educativas	✓		✓				✓
Instituciones de salud	✓	✓	✓			✓	✓
Instituciones gubernamentales	✓	✓	✓		✓	✓	✓

**Tabla N° 6.24:** Servicios y Mercado de Clientes.

**Fuente:** Investigador.

Para establecer un valor aproximado de lo que será la tarifa mensual para cada tipo de cliente, se tomó en cuenta las tarifas de otras empresas de telecomunicaciones que actualmente están en el mercado. El pago de instalación será por una sola vez y el costo será de \$ 125 a los moradores del sector y \$ 175 para las Empresas e Instituciones, a continuación en la Tabla N° 6.25 se detalla el modelo de tarifa mensual.

ANCHO DE BANDA	PRECIO PARA LOS MORADORES DEL SECTOR	PRECIO PARA LAS EMPRESAS E INSTITUCIONES (DEDICADO)
Red Privada 128 Kbps	\$ 16 + IVA	\$ 60 + IVA
Red Privada 256 Kbps	\$ 20 + IVA	\$ 75 + IVA
Red Privada 512 Kbps	\$ 24 + IVA	\$ 125 + IVA
Red Privada 1.0 Mbps	\$ 28 + IVA	\$ 215 + IVA
Red Privada 1.5 Mbps	\$ 35 + IVA	\$ 295 + IVA
Red Privada 2.0 Mbps	\$ 45 + IVA	\$ 390 + IVA
Red Privada 3.0 Mbps	\$ 70 + IVA	\$ 485 + IVA
Red Privada 4.0 Mbps	\$ 95 + IVA	\$ 680 + IVA
Red Privada 6.0 Mbps	\$ 130 + IVA	\$ 1100 + IVA

**Tabla N° 6.25:** Plan Tarifario del servicio de Internet.

**Fuente:** Investigador, basado en empresas CNT y TELCONET

### 6.9.1.6 Proyección de Ingresos

Una vez establecidos los ingresos por los servicios que se va a ofrecer, así como los ingresos de instalación se estima el valor aproximado del ingreso total anual, se considera un crecimiento del 50% de los abonados, tal como se aprecia en la Tabla N° 6.26 donde se resumen los posibles abonados del proyecto por los diferentes mercados antes considerados, en base a las encuestas realizadas en las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando.

Clases de Abonados	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Instituciones Educativas	15	23	35	53	80
Instituciones de salud	4	6	9	14	21
Tenencia Política	4	6	9	14	21
Empresas Medianas	20	30	45	68	102
Empresas Pequeñas	30	45	68	102	153
Moradores del Sector	78	117	176	264	396
<b>Total de Abonados</b>	<b>151</b>	<b>227</b>	<b>342</b>	<b>515</b>	<b>773</b>

<b>ESTIMACIÓN DE INGRESOS</b>					
<b>INGRESOS POR INSTALACIÓN</b>					
Instituciones Educativas	2625.00	4025.00	6125.00	9275.00	14000.00
Instituciones de salud	700.00	1050.00	1575.00	2450.00	3675.00
Tenencia Política	700.00	1050.00	1575.00	2450.00	3675.00
Empresas Medianas	3500.00	5250.00	7875.00	11900.00	17850.00
Empresas Pequeñas	5250.00	7875.00	11900.00	17850.00	26775.00
Moradores del Sector	9750.00	14625.00	22000.00	33000.00	49500.00
<b>Sub Total</b>	<b>22525.00</b>	<b>33875.00</b>	<b>51050.00</b>	<b>76925.00</b>	<b>115475.00</b>
<b>INGRESOS POR SERVICIOS ANUALES</b>					
Instituciones Educativas	3612.00	5538.40	8428.00	12762.40	19264.00
Instituciones de salud	963.20	1444.80	2167.20	3371.20	5056.80
Tenencia Política	963.20	1444.80	2167.20	3371.20	5056.80
Empresas Medianas	4816.00	7224.00	10836.00	16374.40	24561.60
Empresas Pequeñas	7224.00	10836.00	16374.40	24561.60	36842.40
Moradores del Sector	2446.08	3669.12	5519.36	8279.04	12418.56
<b>Sub Total</b>	<b>20024.48</b>	<b>30157.12</b>	<b>45492.16</b>	<b>68719.84</b>	<b>103200.16</b>
<b>TOTAL</b>	<b>42549.48</b>	<b>64032.12</b>	<b>96542.16</b>	<b>145644.84</b>	<b>218675.16</b>

**Tabla N° 6.26:** Proyección de Ingresos.

**Fuente:** Investigador.

### **Ingresos – Egresos**

El flujo de caja del proveedor de servicios de Internet Inalámbrico (WISP), se presenta en un período de 5 años de funcionamiento, para lo cual se ha considerado que la inversión de toda la infraestructura se realiza en el año cero, además de una inflación del 2 % anual que será estimada para el aumento en el

pago del personal, servicios básicos, arriendos y gastos en imprevistos, no se ha considerado los impuestos, depreciaciones y utilidades a empleados.

ITEM	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>INGRESOS</b>						
<b>Instalación del servicio</b>		22525.00	33875.00	51050.00	76925.00	115475.00
<b>Tarifa mensual del Servicio</b>		20024.48	30157.12	45492.16	68719.84	103200.16
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>42549.48</b>	<b>64032.12</b>	<b>96542.16</b>	<b>145644.84</b>	<b>218675.16</b>
<b>EGRESOS</b>						
<b>Materiales que se instalarán en cada torre.</b>	7806.05					
<b>Equipos de comunicación inalámbrica y estructura física</b>	23410.71					
<b>Inversión Pre-operacional</b>	<b>31216.76</b>					
<b>Arrendamiento a los Proveedores (20 MB)</b>		61152.00	61152.00	61152.00	61152.00	61152.00
<b>Gastos Operacionales</b>		24116.52	24116.52	24116.52	24116.52	24116.52
<b>TOTAL EGRESOS</b>	-31216.76	85598.52	85598.52	85598.52	85598.52	85598.52
<b>FLUJO NETO</b>	<b>-31216.76</b>	<b>-43049.04</b>	<b>-21566.40</b>	<b>10943.64</b>	<b>60046.32</b>	<b>133076.64</b>

**Tabla N° 6.27:** Valores de los ingresos y Egresos del Proyecto WISP.

**Fuente:** Investigador.

- En la tabla N° 6.27 se observa que en el tercer año se logrará obtener utilidades, mientras que para el cuarto año duplicará la inversión inicial, esto hace que el proyecto sea factible, sin embargo hay que tomar muy en cuenta que los gastos de operación son constantes para todos los años, y los dos primeros años no se obtendrá ninguna utilidad, al contrario son cifras muy altas que se tendrá que afrontar.

### 6.9.1.8 Indicadores de Rentabilidad

Se analizarán los indicadores más importantes que permitirán medir la rentabilidad del proyecto.

- **Valor Actual Neto (VAN)**

Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de fondos futuros. Representa la diferencia entre el valor actualizado de los ingresos de un proyecto y el valor actualizado de los egresos, expresado matemáticamente por la siguiente fórmula:

$$VAN = M_o + \left[ \frac{C_1}{(1+i)^1} \right] + \left[ \frac{C_2}{(1+i)^2} \right] + \left[ \frac{C_3}{(1+i)^3} \right] + \dots + \left[ \frac{C_n}{(1+i)^n} \right]$$

Dónde:

- **VAN:** Valor Neto Actual.
- **Mo:** Inversión Inicial.
- **C<sub>n</sub>:** Flujo de Capital al período (n).
- **i:** Tasa de interés o de oportunidad.

$$VAN = -31216.76 + \frac{-43049.04}{(1+0.1)^1} + \frac{-21566.40}{(1+0.1)^2} + \frac{10943.64}{(1+0.1)^3} + \frac{60046.32}{(1+0.1)^4} + \frac{133076.64}{(1+0.1)^5}$$

$$VAN = -31216.76 + (-39135.49) + (-17823.47) + 8222.12 + 41012.44 + 82630.12$$

$$VAN = 43688.96$$

Cuando el valor del VAN en un proyecto de inversión es mayor que cero indica que tiene rentabilidad y es factible su implementación, como se puede observar el valor es superior a cero; por lo tanto se aprecia que el proyecto planteado es totalmente rentable.

- **Tasa Interna de Retorno (TIR)**

La tasa interna de retorno (TIR) es aquella tasa de interés que determina que el VAN de un proyecto sea igual a cero, también se puede considerar al TIR como la tasa máxima que se dispondría a pagar a quién financie el proyecto, considerando que se recupere la inversión establecida.

Esta tasa es un criterio de rentabilidad y no de ingreso monetario neto como lo es el VAN. En términos relativos ayuda a medir la rentabilidad de una inversión.

Matemáticamente se la expresa con la siguiente fórmula:

$$VAN = 0 = -A + \left[ \frac{C_1}{(1 + TIR)^1} \right] + \left[ \frac{C_2}{(1 + TIR)^2} \right] + \left[ \frac{C_3}{(1 + TIR)^3} \right] + \dots + \left[ \frac{C_n}{(1 + TIR)^n} \right]$$

Dónde:

- **VAN:** Valor Neto Actual.
- **A:** Inversión Inicial.
- **C<sub>n</sub>:** Flujo de Capital al año (n).
- **TIR:** Tasa Interna de Retorno.

$$VAN = 0 = -31216.76 + \left[ \frac{-43049.04}{(1 + TIR)^1} \right] + \left[ \frac{-21566.40}{(1 + TIR)^2} \right] + \left[ \frac{10943.64}{(1 + TIR)^3} \right] + \left[ \frac{60046.32}{(1 + TIR)^4} \right] + \left[ \frac{133076.64}{(1 + TIR)^5} \right]$$

$$0 = -31216.76 + \left[ \frac{-43049.04}{(1 + TIR)^1} \right] + \left[ \frac{-21566.40}{(1 + TIR)^2} \right] + \left[ \frac{10943.64}{(1 + TIR)^3} \right] \\ + \left[ \frac{60046.32}{(1 + TIR)^4} \right] + \left[ \frac{133076.64}{(1 + TIR)^5} \right]$$

**TIR=15%**

El proyecto propuesto es rentable ya que el valor del TIR es positivo y no genera pérdidas a largo plazo.



## 6.10. CONCLUSIONES

- La tecnología inalámbrica está expuesta a la incrementación de nuevos equipos de telecomunicaciones ya sea por demanda del servicio de Internet o a su vez por la implementación de nuevas aplicaciones que utilicen esta tecnología.
- El diseño por segmentos permite que el administrador de la red tenga un control sistemático de cada proceso en particular de toda la red, y evita que los cambios a futuro en la tecnología o en las capacidades de uno de los segmentos afecten las demás.
- El protocolo MPLS mejora el reenvío de paquetes, además integra aplicaciones de voz, datos y multimedia en una única red garantizando así la calidad de servicio.
- El protocolo IPv6 puede ser fácilmente integrado a una red IPv4 sin que esta colapse, además hay que tomar muy en cuenta que los usuarios son de las zonas rurales donde por el momento no cuentan con computadoras que soporten IPv6.
- Utilizar el software LinkPlanner para la simulación de la red inalámbrica con el fin de obtener una línea de vista óptima y los documentos con las respectivas especificaciones.
- Los equipos Mikrotik soportan IPv6 y MPLS, además son modulares permitiendo así cambiar o adaptar las tarjetas inalámbricas de acuerdo a cada necesidad del enlace inalámbrico, por toso esto cumplen con las principales características del diseño de la red propuesta.

## 6.11. RECOMENDACIONES

- Utilizar tecnología inalámbrica para proveer del servicio de Internet a las parroquias Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando.
- Realizar un diseño por segmentos ya que permite que el administrador de la red tenga un control sistemático de cada proceso en particular de toda la red inalámbrica.
- Utilizar el protocolo MPLS ya que optimiza el reenvío de la información y aporta escalabilidad y control de la red.
- Direccionar los equipos finales de los clientes con IPv4 debido a que en el Ecuador aún IPv6 no está implementada.
- Emplear los equipos Mikrotik en las comunicaciones inalámbricas, debido a que se adapta a las características del diseño propuesto como es el la aplicación de IPv6 y MPLS.
- Utilizar el simulador LinkPlanner para una mayor precisión en los cálculos de los parámetros necesarios de cada enlace, y la obtención de una excelente visualización en los enlaces de la red inalámbrica.

## 6.12. Bibliografía:

### 6.12.1. Libros

- ✓ BARBERÁ, José. MPLS: Una arquitectura de backbone para la Internet del siglo XXI. Revista: Actas del V Congreso de Usuarios de Internet. Mundo Internet 2000. Madrid, febrero 2000. Madrid, España, 1997.
- ✓ BEHROUZ A.FOROZAN. Transmisiones de datos y redes de comunicación .cuarta edición España. Editorial Prentice Hall. 2007.
- ✓ BRICEÑO M. José E. Transmisión De Datos. Tercera edición. 2005.
- ✓ REID, Neil. SEIDE, Ron. Manual de Redes Inalámbricas. Primera edición. McGraw-Hill Interamericana editores. México. 2004.

### 6.12.2. Linkografía

- ✓ AIRE. PRECIOS DE ANTENAS. Modificada noviembre 2012.  
<http://www.aire.ec/>
- ✓ Anónimo. ACCESO A SERVICIOS DE INTERNET Y TELEFONÍA IP. Actualizada el 19 de noviembre del 2011.  
<http://www.xtratelecom.es/comunicaciones-unificadas-y-acceso-a-internet/soluciones/gran-empresa-y-corporaciones/comunicaciones-unificadas-y-acceso-a-internet>
- ✓ Anónimo. APLICACIONES IP. Actualizada el 29 de agosto del 2000.  
<http://www.alipso.com/monografias/aplicatcp/>

- ✓ Anónimo. IPv6. Actualizada en noviembre del 2005.  
<http://www.rau.edu.uy/ipv6/>
  
- ✓ BARROS Alejandro. INDUSTRIAS DE LAS TELECOMUNICACIONES. Publicado el 04 octubre, 2007.  
<http://www.alejandrobarrros.com/content/view/120658/IndustriaTelecomunicaciones-Cambio-de-Paradigma.html>.
  
- ✓ CABRERA Cesar. MODELO OSI. Publicado el 22 de junio, 2009.  
<http://cesarcabrera.info/blog/%C2%BFque-es-el-modelo-osi-definicion/>
  
- ✓ INVERSIONES CGI (455). PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET INALÁMBRICO. Modificada el, 24 de octubre del 2009.  
<http://guia.mercadolibre.com.ve/proveedor-servicios-internet-inalambrico-wisp-59222-VGP>.
  
- ✓ JEFF. CLASES DE SERVICIOS. Modificada: 16 de octubre de 2008, 15:43:37.  
<http://es.kioskea.net/contents/internet/mpls.php3>
  
- ✓ MIKROTIK. CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS-IPV6. Actualizada en octubre 2011. <http://www.ipv6.es>
  
- ✓ MIKROTIK. CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS-MPLS. Actualizada en octubre 2010. <http://mplsrc.com>
  
- ✓ MIKROTIK. CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS-MPLS. Actualizada en octubre 2010. <http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:MPLS>
  
- ✓ MIKROTIK. EQUIPOS MIKROTIK. Actualizada en febrero 2012.  
<http://www.mikrotik.com/>

- ✓ MIKROTIK. EQUIPOS MIKROTIK-IPV6. Actualizada en febrero 2012. [http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:IPv6\\_Overview](http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:IPv6_Overview)
- ✓ MOTOROLA. LINKPLANNER. Actualizada noviembre 2012. [www.motorola.com/PTP+LIN](http://www.motorola.com/PTP+LIN)
- ✓ PROVEEDOR. TIPOS DE PROVEEDORES. Actualizada el 26 de agosto del 2008. [http://help.sap.com/saphelp\\_40b/helpdata/es/12/08441e470311d1894a0000e8323352/content.htm](http://help.sap.com/saphelp_40b/helpdata/es/12/08441e470311d1894a0000e8323352/content.htm)
- ✓ UBIQUITI. PRECIOS DE ANTENAS. Modificada noviembre 2012. <http://www.ubnt.com/>
- ✓ CISCO. FICHA TÉCNICA. Modificada noviembre del 2012. <http://www.cisco.com/datasheet/>
- ✓ <https://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r26351.D>  
OC
- ✓ <http://www.warriorsofthe.net>

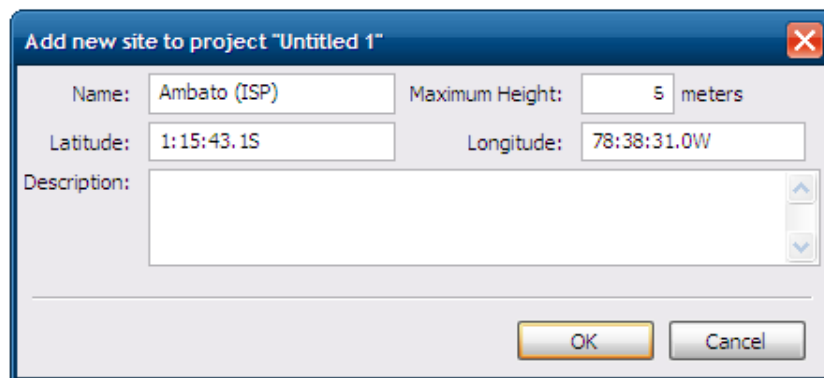
## 6.13. ANEXOS

### ANEXO 1. Enlaces Inalámbricos del WISP

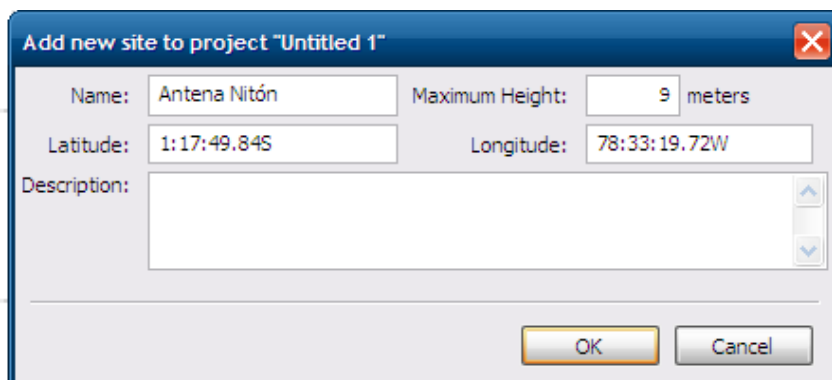
Para la simulación se utilizó el software LinkPlanner el cual anteriormente fue explicado su funcionamiento con detalle, cabe recalcar que se utilizaron datos reales de las coordenadas de cada nodo y punto de acceso.

#### Enlace Ambato (ISP) – Nitón (Cerro)

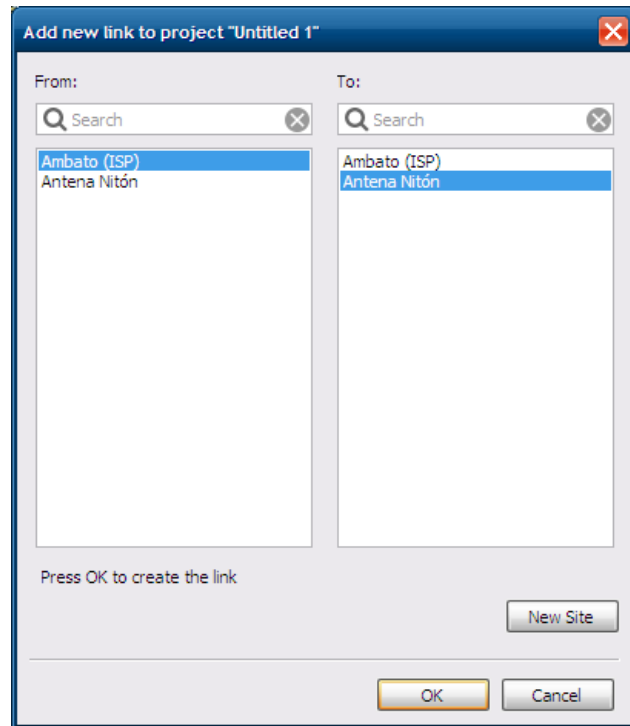
- Coordenadas Nodo Ambato (ISP):  $1^{\circ}15'43.1''S$ ,  $78^{\circ}38'31.0''W$ , 2715 m.



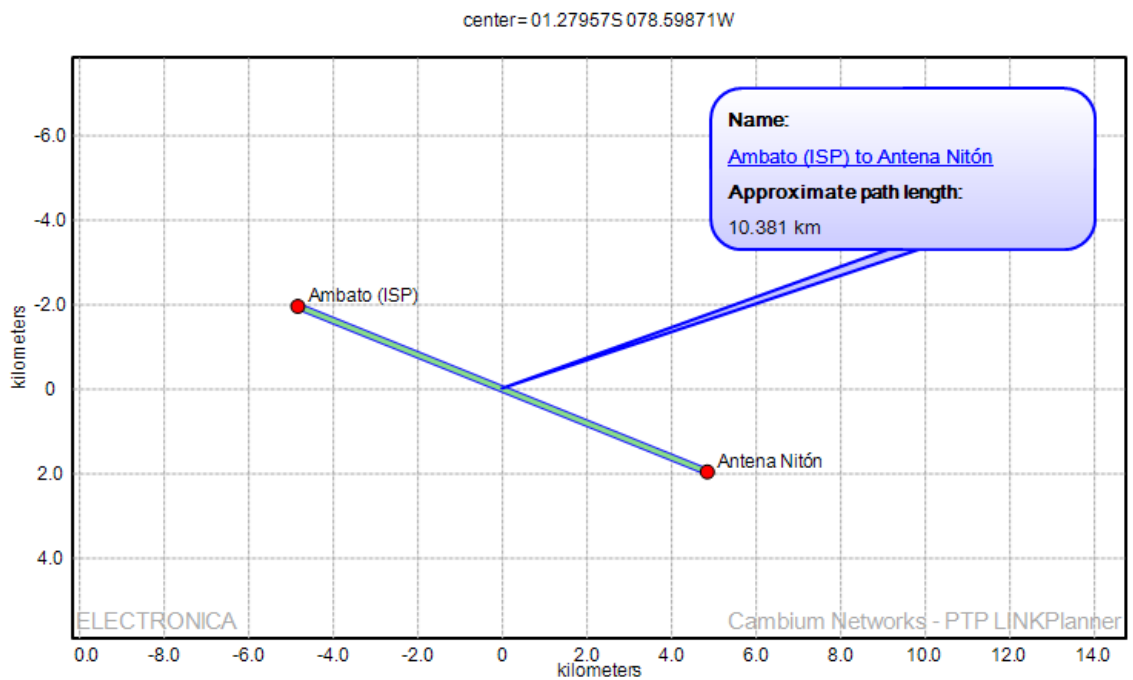
- Coordenadas nodo Nitón (Cerro):  $1^{\circ}17'49.84''S$ ,  $78^{\circ}33'19.72''W$ , 3002 m.



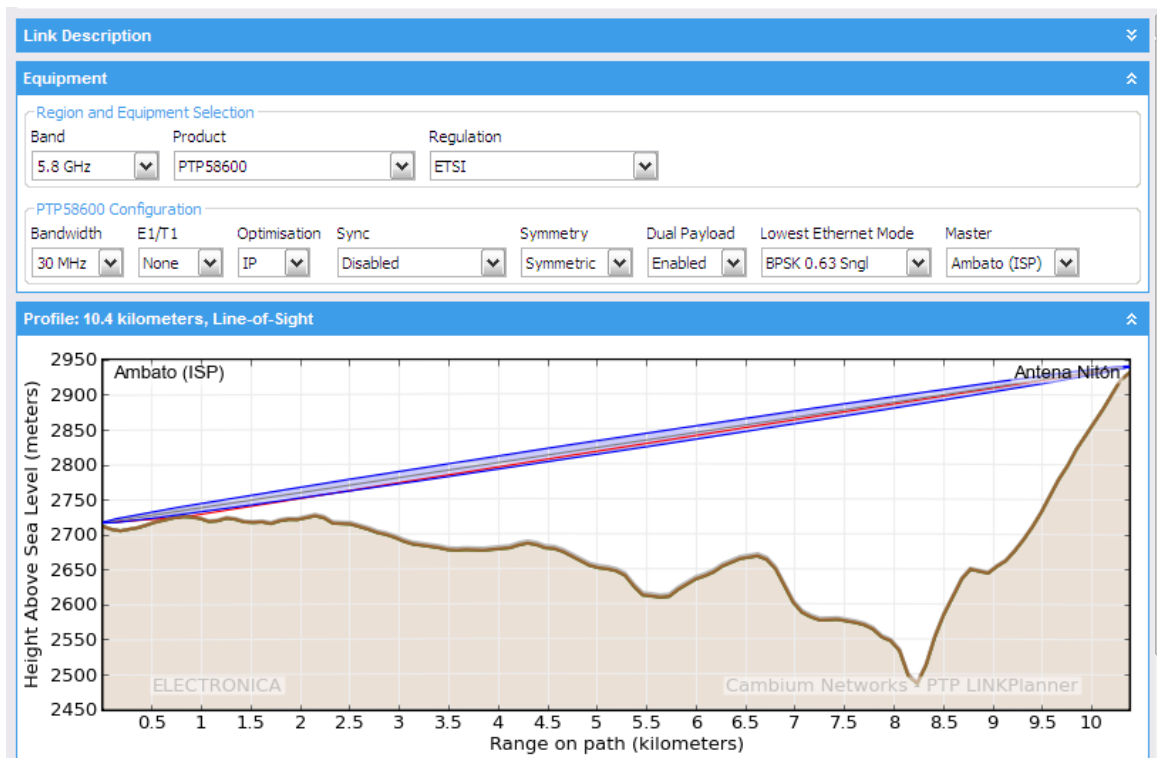
- Enlace entre los nodos Ambato (ISP) – Nitón (Cerro).



- Longitud de trayectoria aproximada: 10381 Km



- Línea de vista del enlace Ambato (ISP) – Nitón (Cerro).



- A continuación se muestra el enlace Ambato (ISP) – Nitón (Cerro), de una forma más detallada cada una de las características y los resultados, como los parámetros de las antenas que el programa recomienda, así como su zona de Fresnel, generados por el software LinkPlanner.

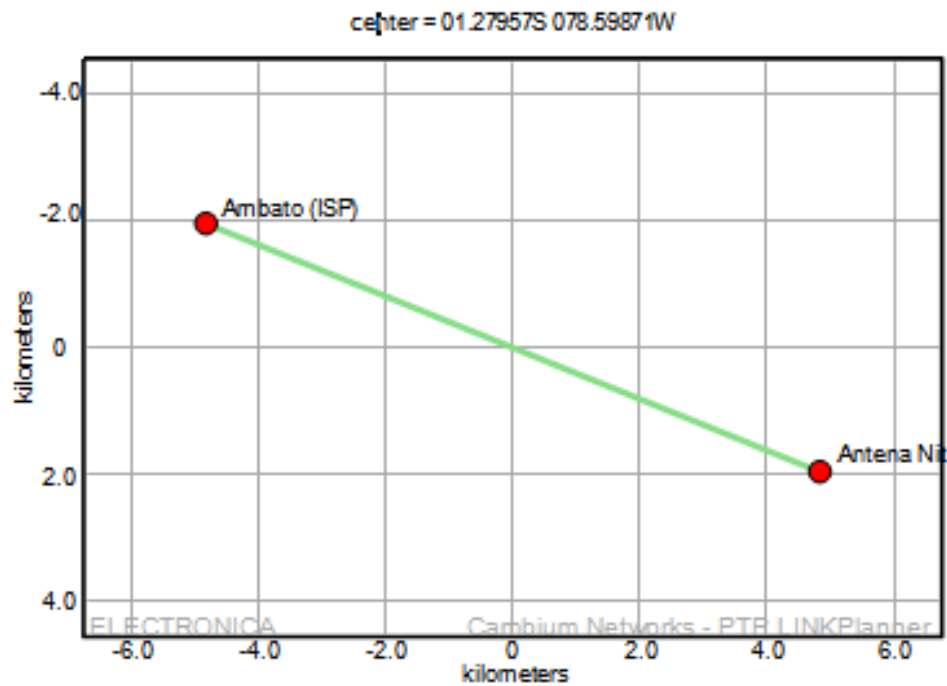


## Project WISP

### PTP LINKPlanner Proposal Report

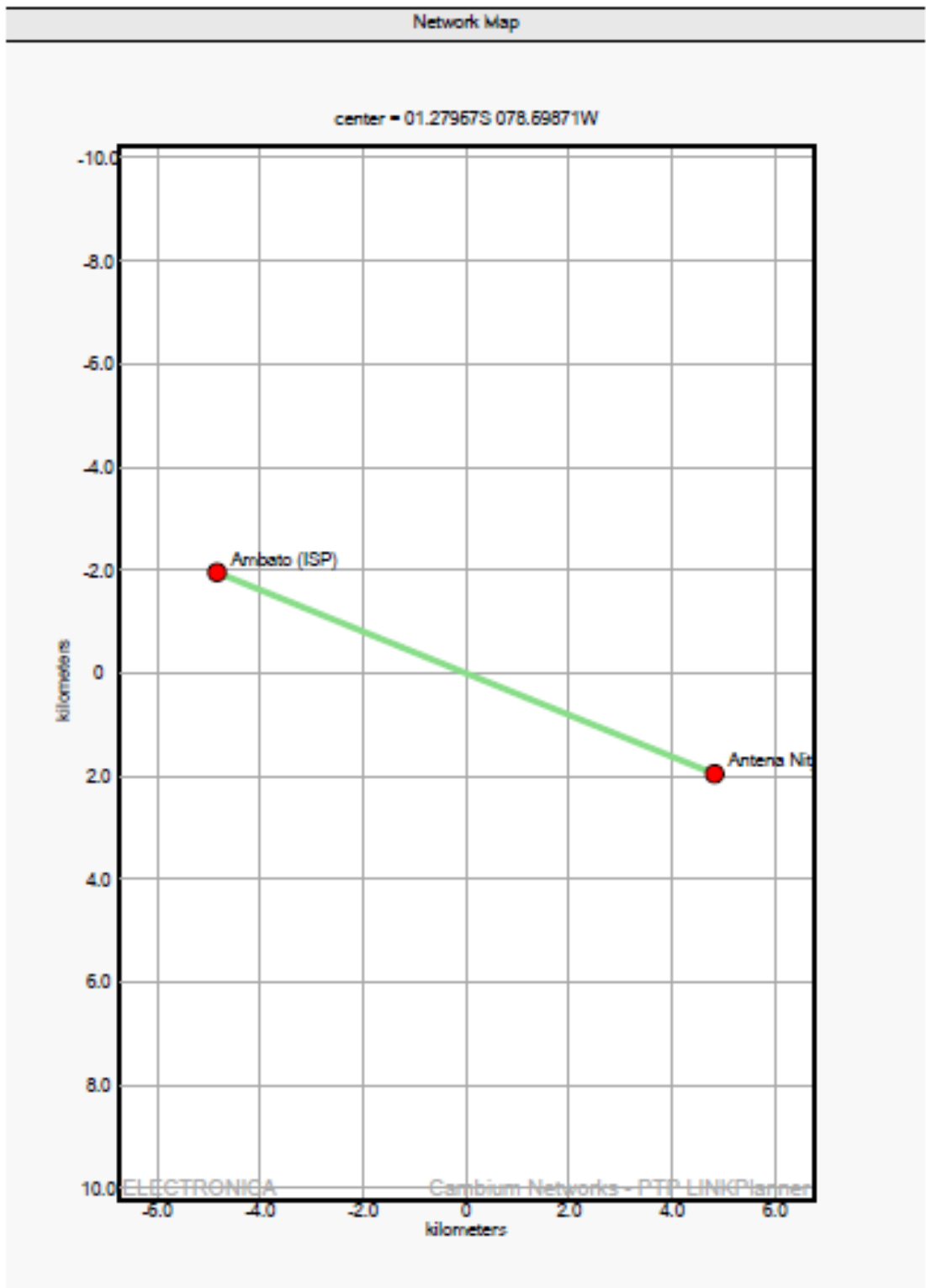
30 September 2012

Marco  
Organisation: FISEI  
Phone: 0984559625  
Email: marcobolivar.mf@gmail.com



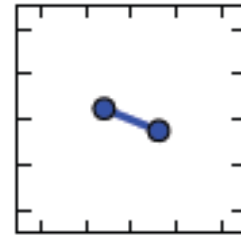
Link name	Product	Local antenna	Remote antenna	Max aggregate IP throughput (Mbps)
<a href="#">Ambato (ISP) to Antena Nit_n (Cerro)</a>	PTP58600	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna	161.06

Part Number	Qty	Description
BP5830BH-2	1	PTP 58600 Full Integrated (ETSI/RoW) - Link Complete
WB2907	2	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)





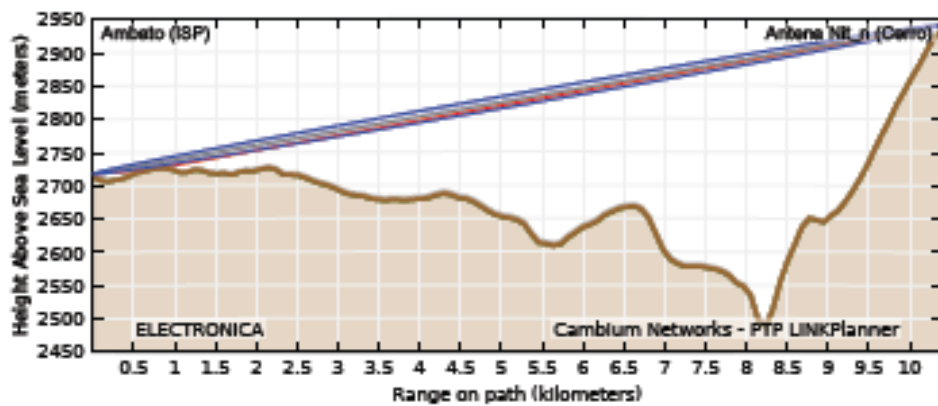
## Ambato (ISP) to Antena Nit\_n (Cerro)



Equipment: Cambium Networks PTP68600 Integrated

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 6 m

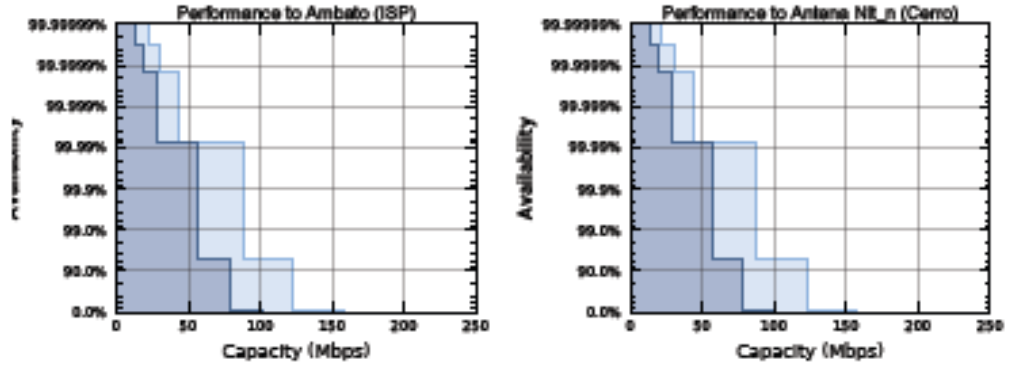
Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 9 m



	Performance to Ambato (ISP)	Performance to Antena Nit_n (Cerro)
Mean IP	80.6 Mbps	80.6 Mbps
IP Availability	100.00000 % for 1.0 Mbps	100.00000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	10.381 km	System Gain	147.33 dB
Band	6.8 GHz	System Gain Margin	19.26 dB
Regulation	Australia, Hong Kong	Mean Aggregate Data Rate	161.1 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.00000 %
Bandwidth	30 MHz	Annual Link Unavailability	0 secs/year
Total Path Loss	128.08 dB	Prediction Model	ITU-R

Performance Charts



- High Capacity, assumes there is no load in the other direction
- Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

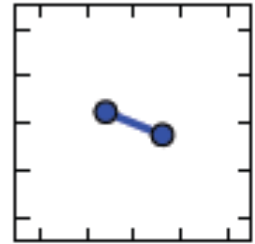
Climatic Factors, Losses and Standards

dN/dH not exceeded for 1% of time	-136.33 N units/km	Link Type	Line-of-Sight
Area roughness 110x110km	946.64 metre	Excess Path Loss	0.00 dB
Geoclimatic factor	1.80e-006	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-7, ITU-R P.836-4
Fade Occurrence Factor (PO)	1.18e-007	Diffraction Loss	ITU-R P.626-10
Path inclination	21.66 mr	Propagation	ITU-R P.630-12
0.01% Rain rate	69.37 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-6
Free Space Path Loss	128.02 dB	Refractivity Index	ITU-R P.463-9
Gaseous Absorption Loss	0.06 dB		

Part Number	Qty	Description
BP6830BH-2	1	PTP 68600 Full Integrated (ETSI/RoW) - Link Complete
WB2907	2	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT6E (Recommended for PTP)



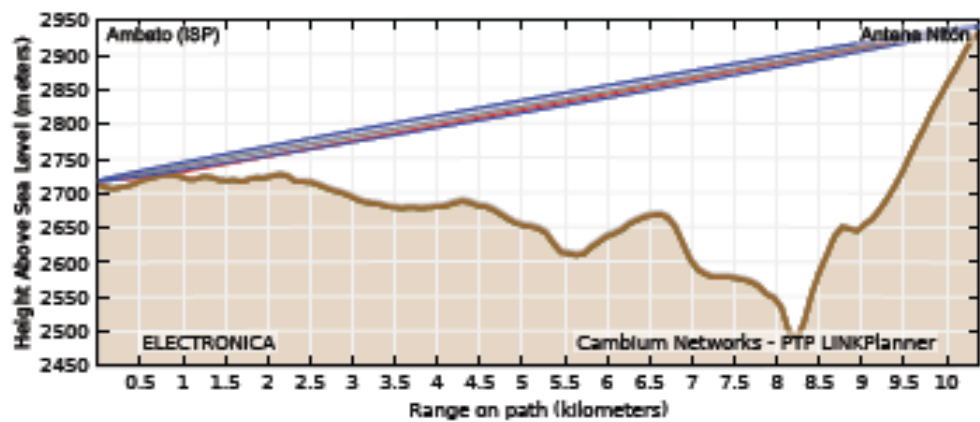
## Ambato (ISP) to Antena Nitón



Equipment: Cambium Networks PTP68600 Integrated

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 6 m

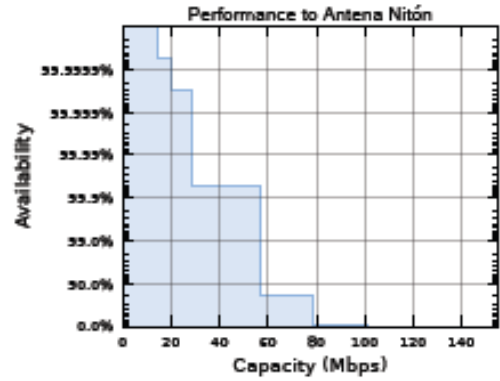
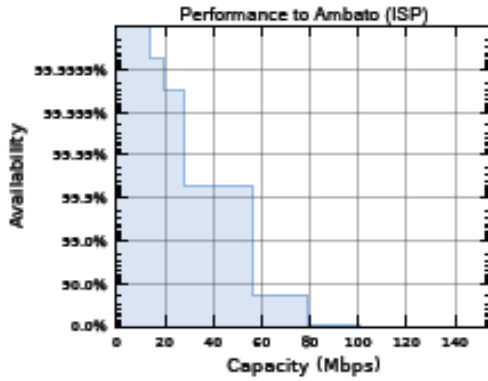
Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 9 m



	Performance to Ambato (ISP)	Performance to Antena Nitón
Mean IP	74.8 Mbps	74.8 Mbps
IP Availability	100.00000 % for 1.0 Mbps	100.00000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	10.381 km	System Gain	146.33 dB
Band	6.8 GHz	System Gain Margin	18.26 dB
Regulation	ETSI	Mean Aggregate Data Rate	149.6 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.00000 %
Bandwidth	30 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	128.08 dB	Prediction Model	ITU-R

Performance Charts



Climatic Factors, Losses and Standards

dN/dH not exceeded for 1% of time	-135.33 N units/km	Link Type	Line-of-Sight
Area roughness 110x110km	945.54 metre	Excess Path Loss	0.00 dB
Geoclimatic factor	1.80e-005	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-7, ITU-R P.835-4
Fade Occurrence Factor (P0)	1.18e-007	Diffraction Loss	ITU-R P.526-10
Path inclination	21.55 mr	Propagation	ITU-R P.530-12
0.01% Rain rate	59.37 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-5
Free Space Path Loss	128.02 dB	Refractivity Index	ITU-R P.453-9
Gaseous Absorption Loss	0.05 dB		

Part Number	Qty	Description
BP5830BH-2	1	PTP 58600 Full Integrated (ETSI/RoW) - Link Complete
WB2907	2	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Cambium Networks assumes no responsibility for the accuracy of the information produced by the Cambium PTP LINKPlanner. Reference to products or services which are not provided by Cambium Networks is for information purposes only and constitutes neither an endorsement nor a recommendation. All information provided by the Cambium PTP LINKPlanner is provided without warranty of any kind, either expressed or implied.

All product or service names are the property of their respective owners. © Cambium Networks. 2012

Se detalla los datos personales del enlace inalámbrico

# Project WISP, Link Ambato (ISP) to Antena Nitón

## PTP LINKPlanner Installation Report

30 September 2012

Marco

Organization: FISEI

Phone: 0984559625

Email: [marcobolivar.mf@gmail.com](mailto:marcobolivar.mf@gmail.com)

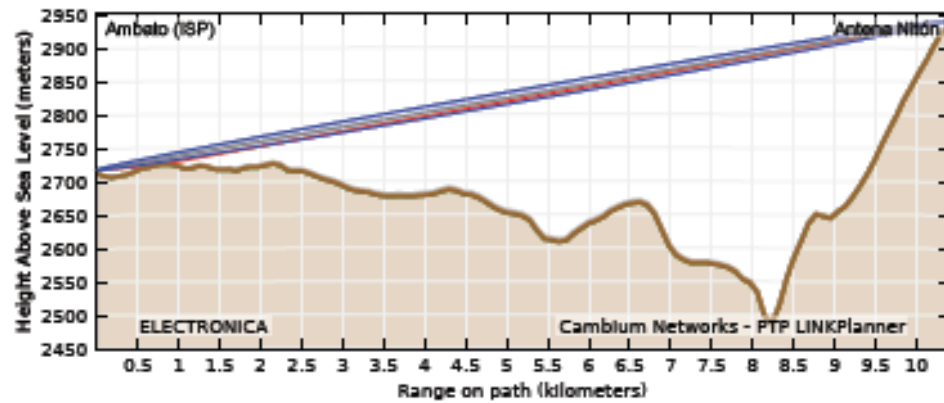


Summary	
Link Name	Ambato (ISP) to Antena Nitón
Customer Company Name	UTA- FISEI
Link Type	Line-of-Sight
Equipment Type	PTP58600
Maximum Obstruction	0 meters
Link Distance	10.381 kilometers
Free Space Path Loss	128.02 dB
Excess Path Loss	0.00 dB
User IP Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 149.56 Mbps assuming PTP-600 Series running the 600-10-04 software
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 MHz)
RF Channel Bandwidth	30 MHz





## Path Profile



Link Configuration	
Bandwidth	30 MHz
E1/T1	None
Optimisation	IP
Sync	Disabled
Symmetric	Symmetric
Dual Payload	Enabled
Lowest Ethernet Mode	BPSK 0.63 Sngl
Master	Ambato (ISP)
Slave	Antena Nitón

Installation Notes for Ambato (ISP)	
Coordinates	01.26197S 078.64194W
Antenna Height	6.0 meters AGL
Antenna Type	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna
Bearing to Antena Nitón	112.03° from True North
Antenna Tilt angle	1.2°
Link Name	Ambato (ISP) to Antena Nitón
Link Location	Ambato (ISP)
Telecomms Interface	None
Dual Payload	Enabled
Master Slave Mode	Master
Link Mode Optimisation	IP Traffic
TDD Synchronisation Mode	Disabled



Installation Notes for Ambato (ISP) (continued)	
Max Transmit Power	12 dBm while aligning 12 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Symmetric
Max Receive Modulation Mode	256QAM 0.81 Dual
Lowest Ethernet Modulation Mode	BPSK 0.63 Sngl
Predicted Receive Power	-70 dBm $\pm$ 6 dB while aligning
Predicted Link Loss	128.08 dB $\pm$ 5.00 dB

Installation Notes for Antena Nitón	
Coordinates	01.29718S 078.55548W
Antenna Height	9.0 meters AGL
Antenna Type	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna
Bearing to Ambato (ISP)	292.02° from True North
Antenna Tilt angle	-1.3°
Link Name	Ambato (ISP) to Antena Nitón
Link Location	Antena Nitón
Telecomms Interface	None
Dual Payload	Enabled
Master Slave Mode	Slave
Link Mode Optimisation	IP Traffic
TDD Synchronisation Mode	Disabled
Max Transmit Power	12 dBm while aligning 12 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Max Receive Modulation Mode	256QAM 0.81 Dual
Lowest Ethernet Modulation Mode	BPSK 0.63 Sngl
Predicted Receive Power	-70 dBm $\pm$ 6 dB while aligning
Predicted Link Loss	128.08 dB $\pm$ 5.00 dB

#### Installation Instruction

Perform the following checks during the installation (Check the deployment guide and the User Guide.)

1. Check with a GPS that you are installing at the correct location.

## Installation Instruction (continued)

2. Check carefully the direction to the other end of the link. Either use a corrected compass or use the GPS waypoint feature about 300 meters from the installation location.
3. When aligning antennas, it is important to find the centre of the main beam. This is done by adjusting the antenna at each end of the link in turn and monitoring the receive level until the peak is found. Once the peak level is found, it should be checked against the predicted receive power to ensure that the antennas have not been aligned on a side lobe.
4. An hour after disarm check that the mean value for the link loss is as predicted (128.08 dB  $\pm$  5.00 dB). Also check that the received power is not greater than -58dBm.

Ambato (ISP) Performance *	
Mean IP Throughput Predicted	74.78 Mbps
Mean IP Throughput Required	5.00 Mbps
Minimum IP Throughput Required	1.00 Mbps
Minimum IP Throughput Availability Predicted	100.0000% (unavailable for 1 secs/year)

Antena Nitón Performance *	
Mean IP Throughput Predicted	74.78 Mbps
Mean IP Throughput Required	5.00 Mbps
Minimum IP Throughput Required	1.00 Mbps
Minimum IP Throughput Availability Predicted	100.0000% (unavailable for 1 secs/year)

\* Multipath availability calculated using ITU-R

Mode	Max Aggregate User IP Throughput (Mbps)	Max User IP Throughput in Either Direction (Mbps)	Ambato (ISP)			Antena Nitón		
			Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%) *	Receive time in Mode (%)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%) *	Receive time in Mode (%)
256QAM 0.81 Dual	293.37	146.68	-11.14	0.0000	0.0000	-11.14	0.0000	0.0000
64QAM 0.92 Dual	247.17	123.59	-6.55	0.0004	0.0004	-6.55	0.0004	0.0004
64QAM 0.75 Dual	201.99	100.99	-2.09	1.4032	1.4028	-2.09	1.4032	1.4028
16QAM 0.87 Dual	167.14	78.57	1.14	81.4874	80.0842	1.14	81.4874	80.0842

(continued)

Mode	Max Aggregate User IP Throughput (Mbps)	Max User IP Throughput in Either Direction (Mbps)	Ambato (ISP)			Antena Nitón		
			Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%) *	Receive time in Mode (%)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%) *	Receive time in Mode (%)
16QAM 0.63 Dual	112.96	66.48	4.82	99.9496	18.4621	4.82	99.9496	18.4621
256QAM 0.81 Sngl	146.68	73.34	-6.96	0.0000	0.0000	-6.96	0.0000	0.0000
64QAM 0.92 Sngl	123.68	61.79	-3.09	0.0000	0.0000	-3.09	0.0000	0.0000
64QAM 0.75 Sngl	100.99	60.49	1.09	0.0004	0.0004	1.09	0.0004	0.0004
16QAM 0.87 Sngl	78.66	39.28	4.23	0.0005	0.0000	4.23	0.0005	0.0000
16QAM 0.63 Sngl	66.48	28.24	8.78	99.9997	0.0497	8.78	99.9997	0.0497
QPSK 0.87 Sngl	39.28	19.64	11.12	99.9999	0.0002	11.12	99.9999	0.0002
QPSK 0.63 Sngl	28.24	14.12	16.16	100.0000	0.0000	16.16	100.0000	0.0000
BPSK 0.63 Sngl	14.11	7.06	18.26	100.0000	0.0000	18.26	100.0000	0.0000

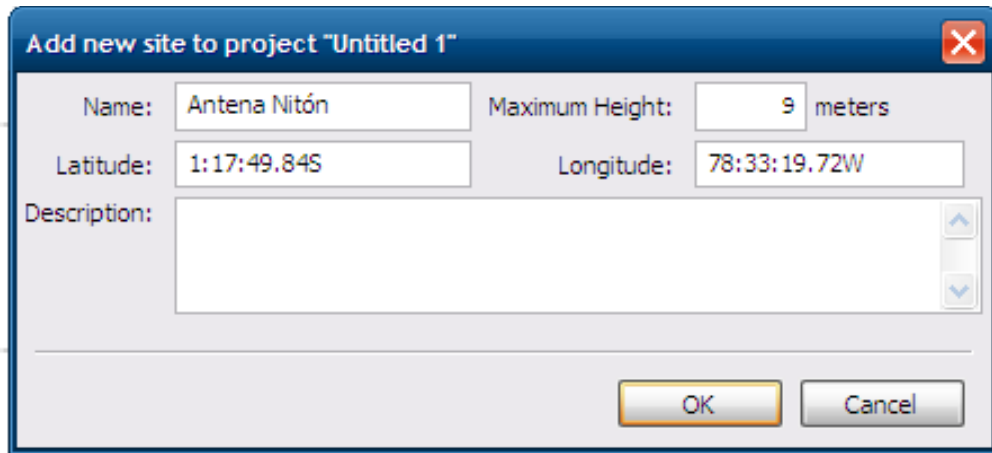
\* Multipath availability calculated using ITU-R.

Regulatory Conditions	
Regulation	ETSI
Region Code	26
Max EIRP	36.00 dBm
Output Power	12.00 dBm

Part Number	Qty	Description
BP6830BH-2	1	PTP 68600 Full Integrated (ETSI/RoW) - Link Complete

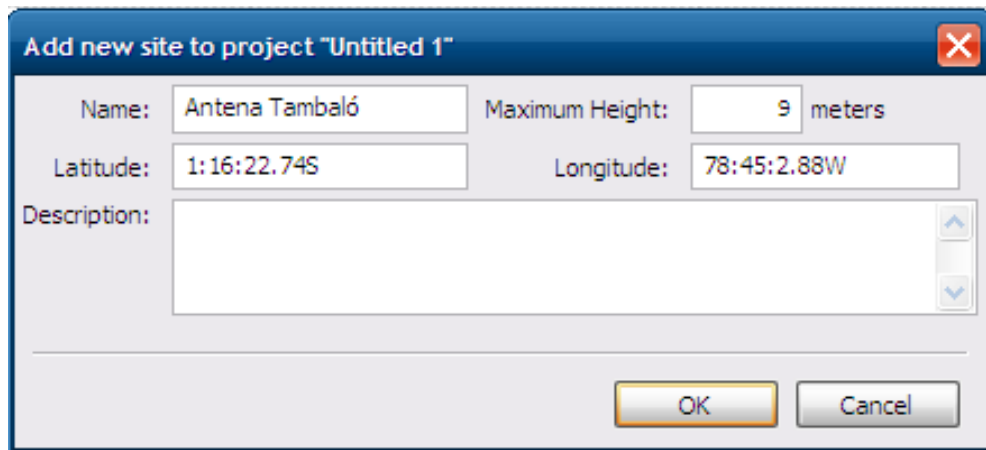
## Enlace Nitón (Cerro) – Tambaló (Cerro)

- Coordenadas Nodo Nitón (Cerro): 1°17'49.84"S, 78°33'19.72"W, 3002 m.



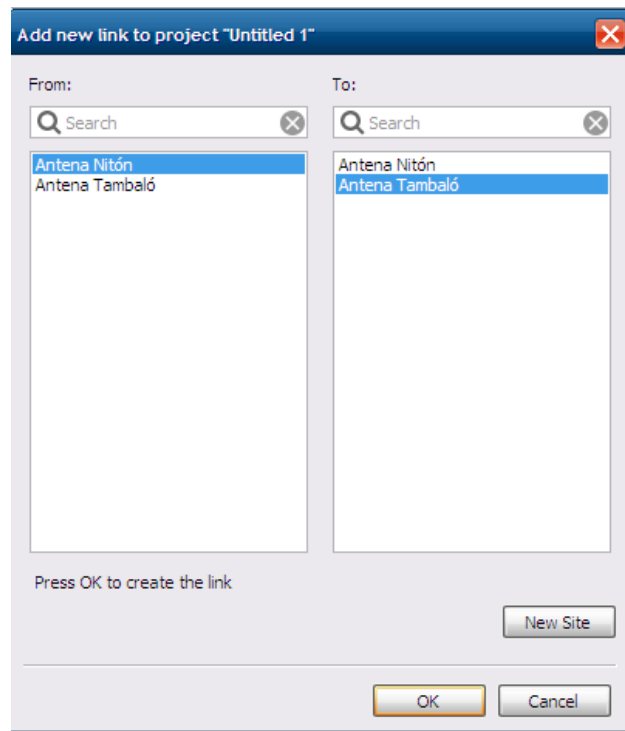
A screenshot of a software dialog box titled "Add new site to project 'Untitled 1'". The dialog contains several input fields: "Name" with the value "Antena Nitón", "Maximum Height" with the value "9 meters", "Latitude" with the value "1:17:49.84S", and "Longitude" with the value "78:33:19.72W". There is also a "Description" text area which is currently empty. At the bottom right, there are "OK" and "Cancel" buttons.

- Coordenadas Nodo Tambaló (Cerro): 1°16'22.74"S, 78°45'2.88"W, 3530 m.

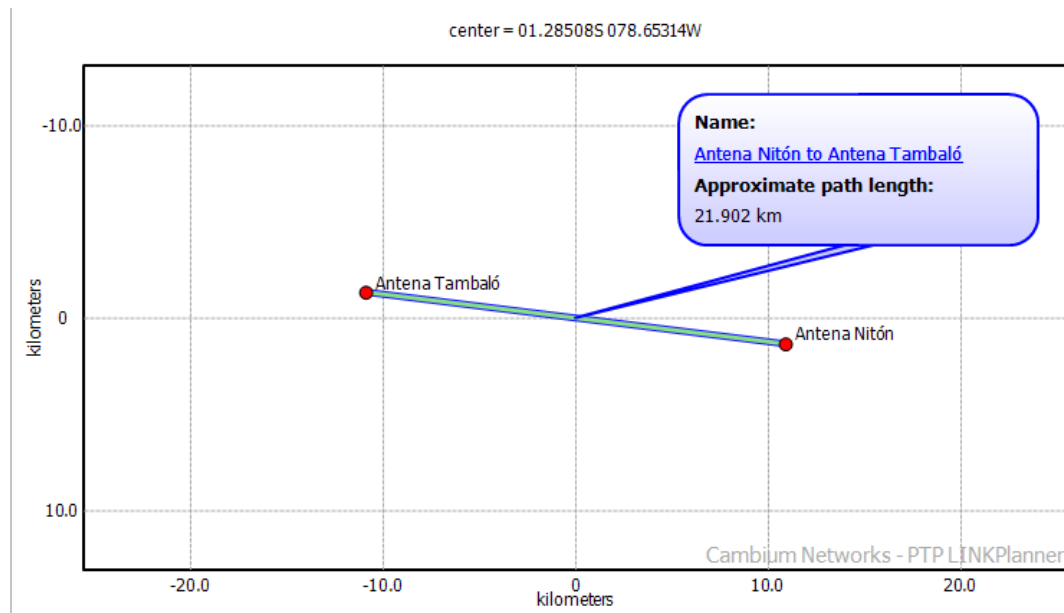


A screenshot of a software dialog box titled "Add new site to project 'Untitled 1'". The dialog contains several input fields: "Name" with the value "Antena Tambaló", "Maximum Height" with the value "9 meters", "Latitude" with the value "1:16:22.74S", and "Longitude" with the value "78:45:2.88W". There is also a "Description" text area which is currently empty. At the bottom right, there are "OK" and "Cancel" buttons.

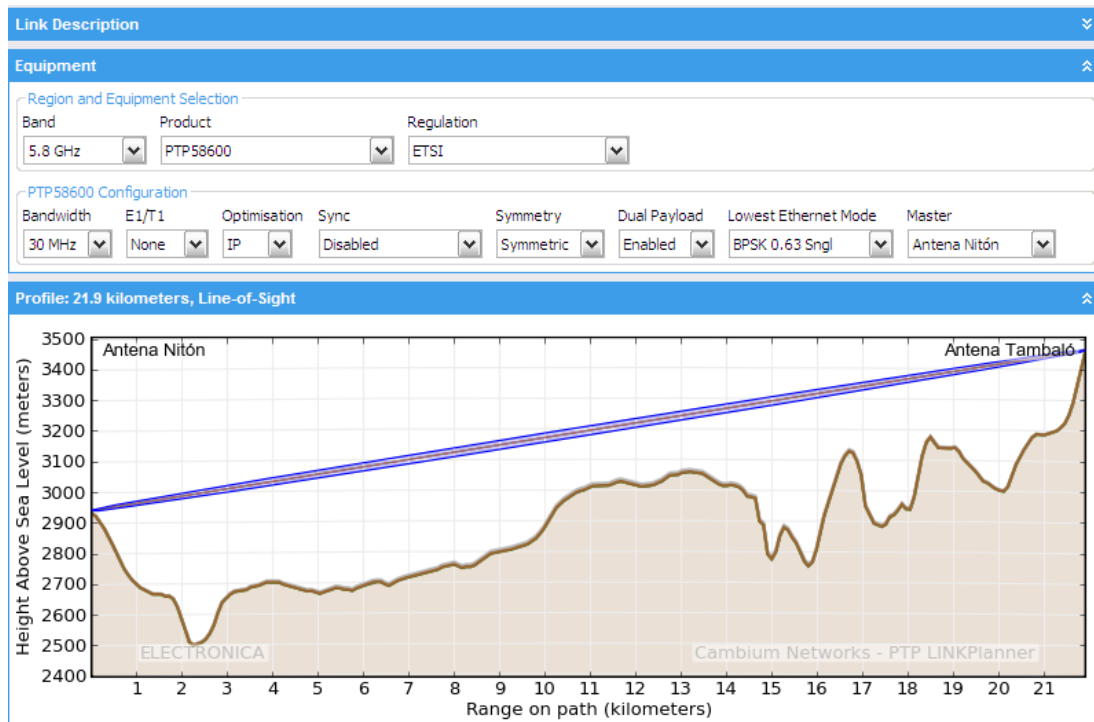
- Enlace entre los nodos Nitón (Cerro) – Tambaló (Cerro).



- Longitud de trayectoria aproximada: 21902 Km



- Línea de vista del enlace Nitón (Cerro) – Tambaló (Cerro).



- A continuación se muestra el enlace Nitón (Cerro) – Tambaló (Cerro), de una forma más detallada cada una de las características y los resultados, como los parámetros de las antenas que el programa recomienda, así como su zona de Fresnel, generados por el software LinkPlanner.

# Project WISP, Link Antena Nitón to Antena Tambaló

## PTP LINKPlanner Installation Report

30 September 2012

Marco

Organization: FISEI

Phone: 0984559625

Email: [marcobolivar.mf@gmail.com](mailto:marcobolivar.mf@gmail.com)

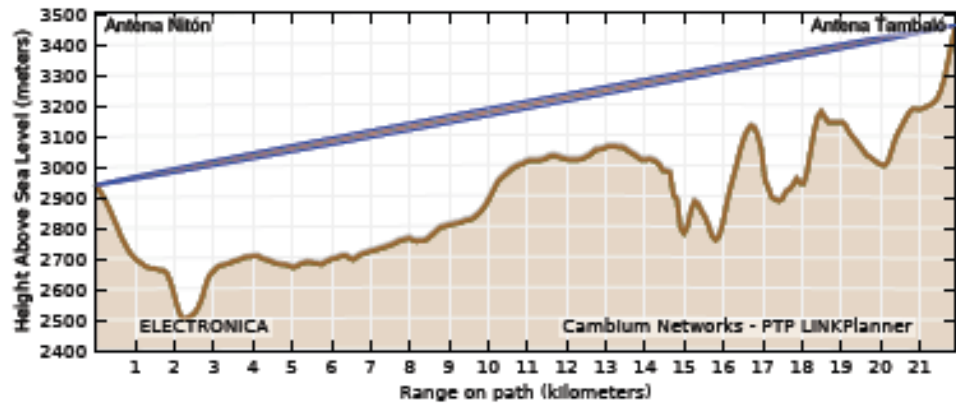


Summary	
Link Name	Antena Nitón to Antena Tambaló
Customer Company Name	UTA- FISEI
Link Type	Line-of-Sight
Equipment Type	PTP58600
Maximum Obstruction	0 meters
Link Distance	21.902 kilometers
Free Space Path Loss	134.51 dB
Excess Path Loss	0.00 dB
User IP Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 57.88 Mbps assuming PTP-600 Series running the 600-10-04 software
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 MHz)
RF Channel Bandwidth	30 MHz





## Path Profile



## Link Configuration

Bandwidth	30 MHz
E1/T1	None
Optimisation	IP
Sfnc	Disabled
Sfmmetrj	Sfmmetric
Dual Payload	Enabled
Lowest Ethernet Mode	BPSK 0.63 Sngl
Master	Antena Nitón
Slave	Antena Tambaló

## Installation Notes for Antena Nitón

Coordinates	01.29718S 078.66648W
Antenna Height	9.0 meters AGL
Antenna Type	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna
Bearing to Antena Tambaló	277.01° from True North
Antenna Tilt angle	1.3°
Link Name	Antena Nitón to Antena Tambaló
Link Location	Antena Nitón
Telecomms Interface	None
Dual Payload	Enabled
Master Slave Mode	Master
Link Mode Optimisation	IP Traffic
TDD Sfnsynchronisation Mode	Disabled

## Installation Instruction (continued)

2. Check carefully the direction to the other end of the link. Either use a corrected compass or use the GPS waypoint feature about 300 meters from the installation location.
3. When aligning antennas, it is important to find the centre of the main beam. This is done by adjusting the antenna at each end of the link in turn and monitoring the receive level until the peak is found. Once the peak level is found, it should be checked against the predicted receive power to ensure that the antennas have not been aligned on a side lobe.
4. An hour after disarm check that the mean value for the link loss is as predicted (134.61 dB  $\pm$  6.00 dB). Also check that the received power is not greater than -58dBm.

Antena Nitón Performance *	
Mean IP Throughput Predicted	28.94 Mbps
Mean IP Throughput Required	6.00 Mbps
Minimum IP Throughput Required	1.00 Mbps
Minimum IP Throughput Availability Predicted	100.0000% (unavailable for 12 secs/year)

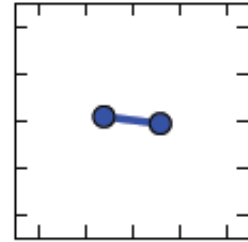
Antena Tambaló Performance *	
Mean IP Throughput Predicted	28.94 Mbps
Mean IP Throughput Required	6.00 Mbps
Minimum IP Throughput Required	1.00 Mbps
Minimum IP Throughput Availability Predicted	100.0000% (unavailable for 12 secs/year)

\* Multipath availability calculated using ITU-R

Mode	Max Aggregate User IP Throughput (Mbps)	Max User IP Throughput in Either Direction (Mbps)	Antena Nitón			Antena Tambaló		
			Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%) *	Receive time in Mode (%)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%) *	Receive time in Mode (%)
256QAM 0.81 Dual	286.23	143.12	-17.67	0.0000	0.0000	-17.67	0.0000	0.0000
64QAM 0.92 Dual	241.16	120.68	-13.08	0.0000	0.0000	-13.08	0.0000	0.0000
64QAM 0.76 Dual	197.07	98.64	-8.62	0.0001	0.0001	-8.62	0.0001	0.0001
16QAM 0.87 Dual	153.31	76.66	-5.39	0.0014	0.0013	-5.39	0.0014	0.0013



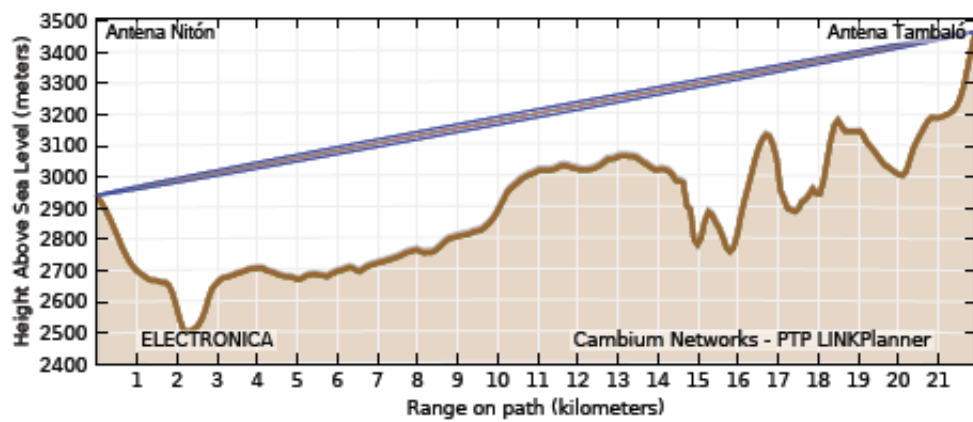
## Antena Nitón to Antena Tambaló



Equipment: Cambium Networks PTP58600 Integrated

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 9 m

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 9 m

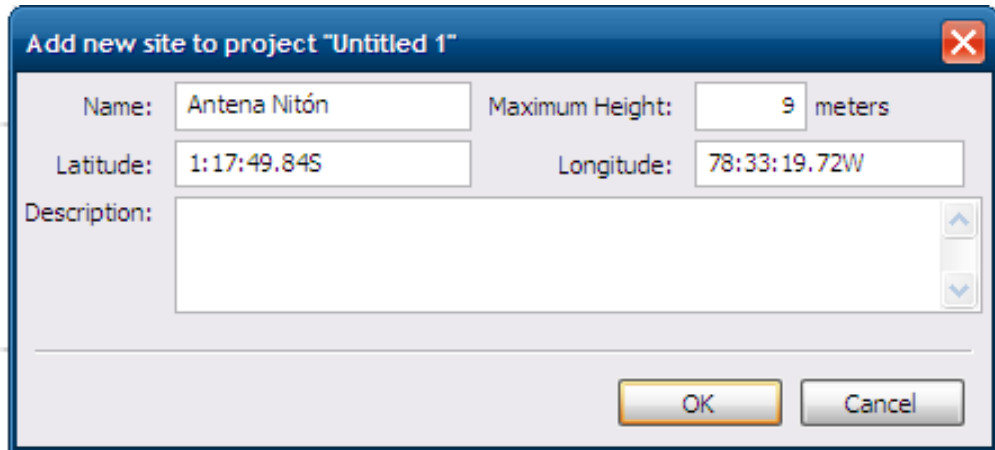


	Performance to Antena Nitón	Performance to Antena Tambaló
Mean IP	28.9 Mbps	28.9 Mbps
IP Availability	99.99996 % for 1.0 Mbps	99.99996 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	21.902 km	System Gain	146.33 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	11.72 dB
Regulation	ETSI	Mean Aggregate Data Rate	57.9 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	99.99996 %
Bandwidth	30 MHz	Annual Link Unavailability	12 secs/year
Total Path Loss	134.61 dB	Prediction Model	ITU-R

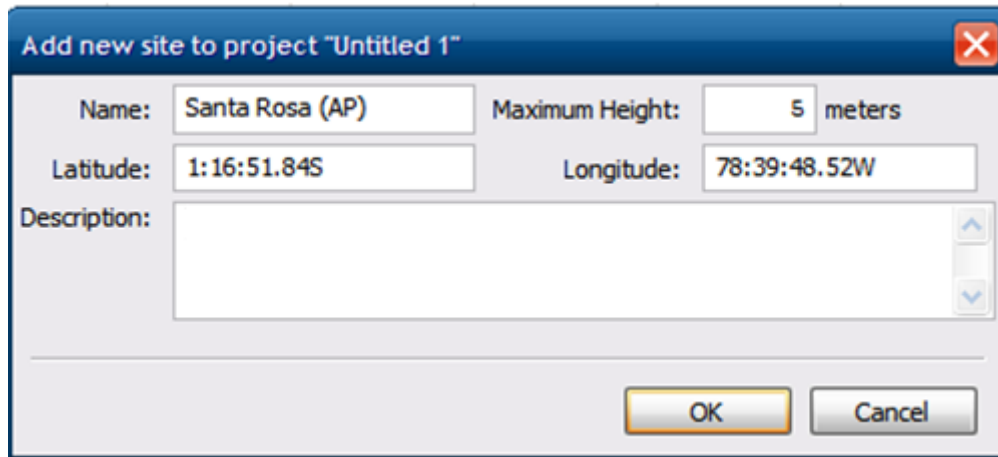
## Enlace Nitón (Cerro) – Santa Rosa (AP)

- Coordenadas Nodo Nitón (Cerro): 1°17'49.84"S, 78°33'19.72"W, 3002 m.



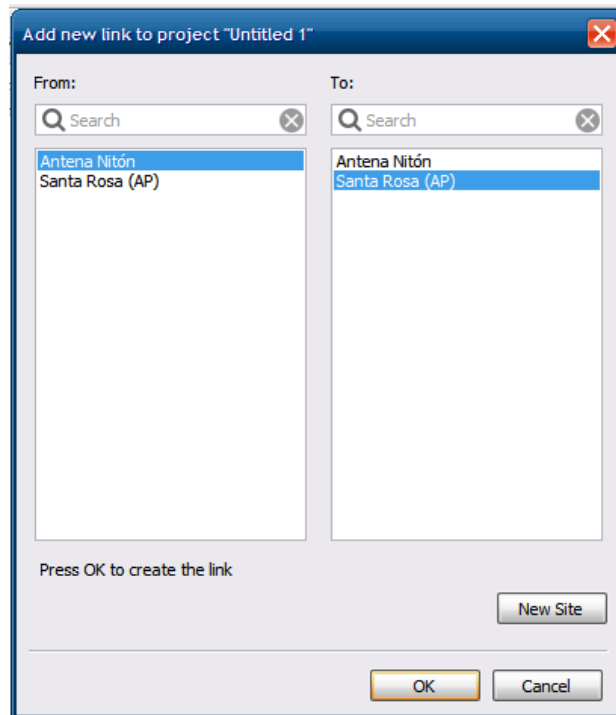
A screenshot of a software dialog box titled "Add new site to project 'Untitled 1'". The dialog contains the following fields: "Name" with the value "Antena Nitón", "Maximum Height" with the value "9 meters", "Latitude" with the value "1:17:49.84S", and "Longitude" with the value "78:33:19.72W". There is a large empty text area for "Description" with up and down arrow buttons on its right side. At the bottom right, there are "OK" and "Cancel" buttons.

- Coordenadas de Santa Rosa (AP): 1°16'51.84"S, 78°39'48.52"W, 3020 m.

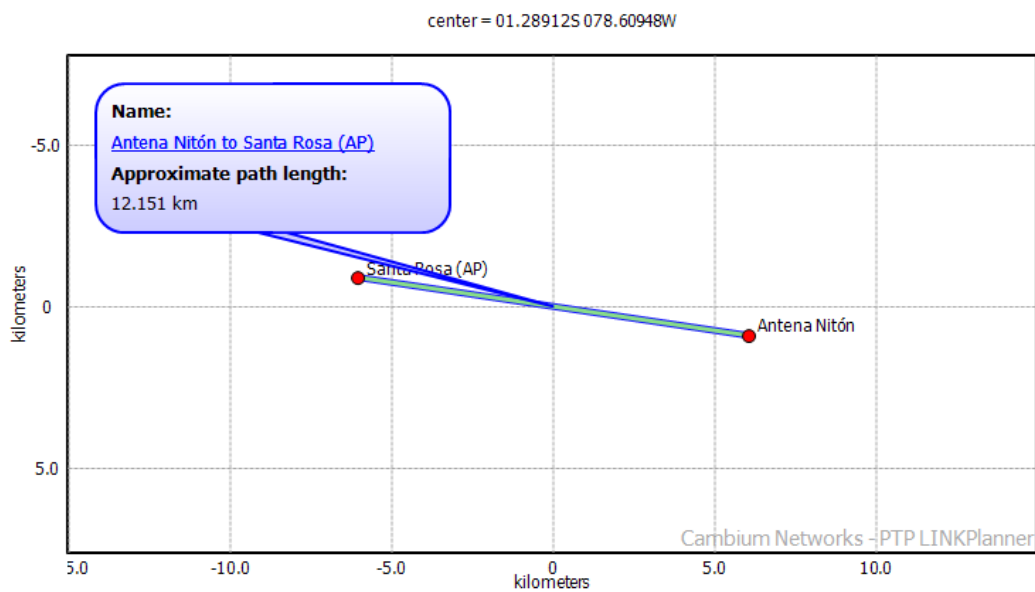


A screenshot of a software dialog box titled "Add new site to project 'Untitled 1'". The dialog contains the following fields: "Name" with the value "Santa Rosa (AP)", "Maximum Height" with the value "5 meters", "Latitude" with the value "1:16:51.84S", and "Longitude" with the value "78:39:48.52W". There is a large empty text area for "Description" with up and down arrow buttons on its right side. At the bottom right, there are "OK" and "Cancel" buttons.

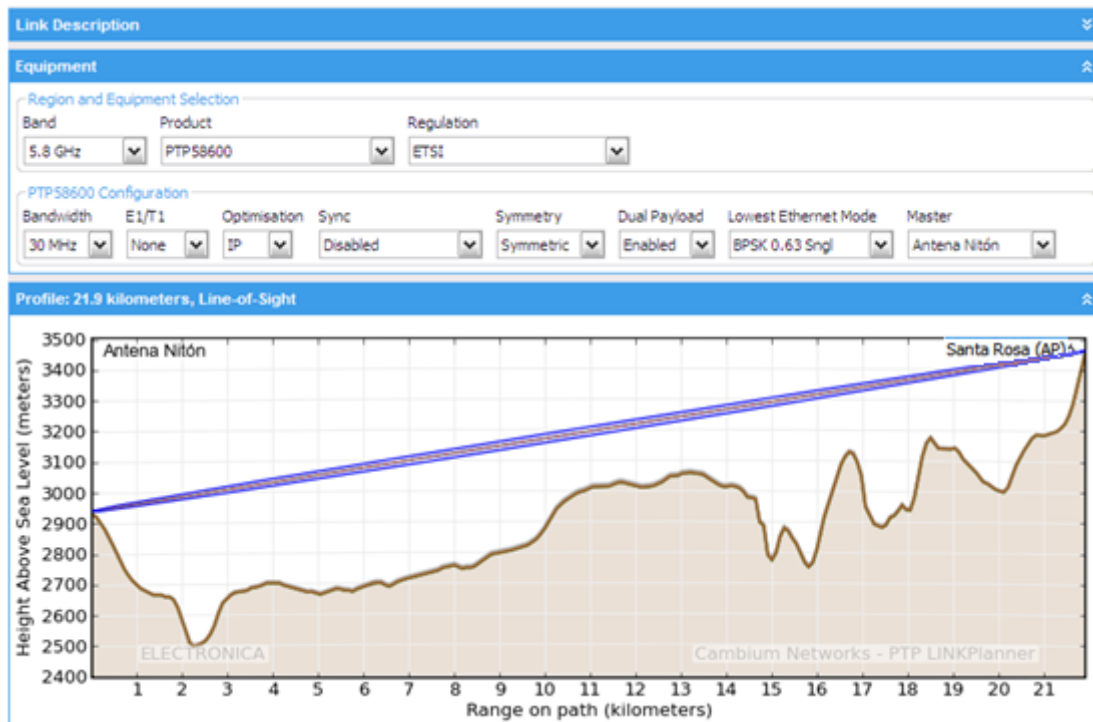
- Enlace entre los nodos Nitón (Cerro) – Santa Rosa (AP).



- Longitud de trayectoria aproximada: 12151 Km



- Línea de vista del enlace Nitón (Cerro) – Santa Rosa (AP).



- A continuación se muestra el enlace Nitón (Cerro) – Santa Rosa (AP), de una forma más detallada cada una de las características y los resultados, como los parámetros de las antenas que el programa recomienda, así como su zona de Fresnel, generados por el software LinkPlanner.

# Project WISP, Link Antena Nitón to Santa Rosa (AP)

## PTP LINKPlanner Installation Report

30 September 2012

Marco

Organisation: FISEI

Phone: 0984559625

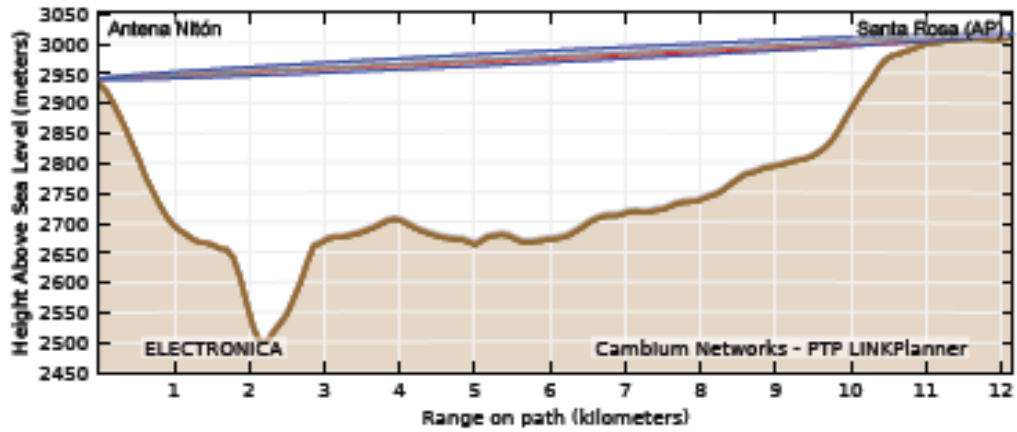
Email: marcobolivar.mf@gmail.com



Summary	
Link Name	Antena Nitón to Santa Rosa (AP)
Customer Company Name	UTA - FISEI
Link Type	Line-of-Sight
Equipment Type	PTP58600
Maximum Obstruction	0 meters
Link Distance	12.151 kilometers
Free Space Path Loss	129.39 dB
Excess Path Loss	0.00 dB
User IP Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 144.63 Mbps assuming PTP-600 Series running the 600-10-00 software
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 MHz)
RF Channel Bandwidth	30 MHz



## Path Profile



## Link Configuration

Bandwidth	30 MHz
E1/T1	None
Optimisation	IP
Sfnc	Disabled
Sfmmetry	Adaptive
Dual Payload	Enabled
Master	Antena Nitón
Slave	Santa Rosa (AP)

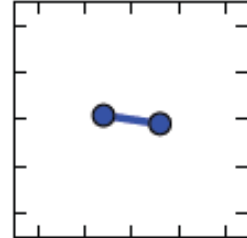
## Installation Notes for Antena Nitón

Coordinates	01.29718S 078.66648W
Antenna Height	9.0 meters AGL
Antenna Type	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna
Bearing to Santa Rosa (AP)	278.43° from True North
Antenna Tilt angle	0.3°
Link Name	Antena Nitón to Santa Rosa (AP)
Link Location	Antena Nitón
Telecomms Interface	None
Dual Payload	Enabled
Master Slave Mode	Master
Link Mode Optimisation	IP Traffic
TDD Synchronisation Mode	Disabled
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation





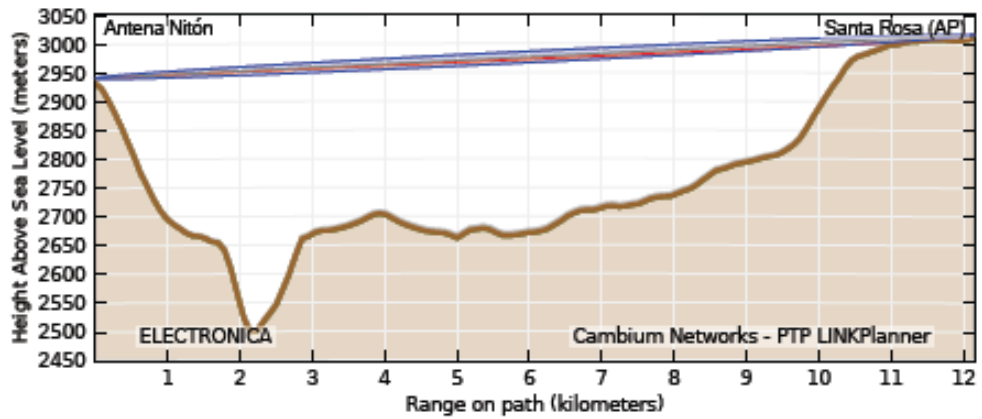
## Antena Nitón to Santa Rosa (AP)



Equipment: Cambium Networks PTP58600 Integrated

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 9 m

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 5 m

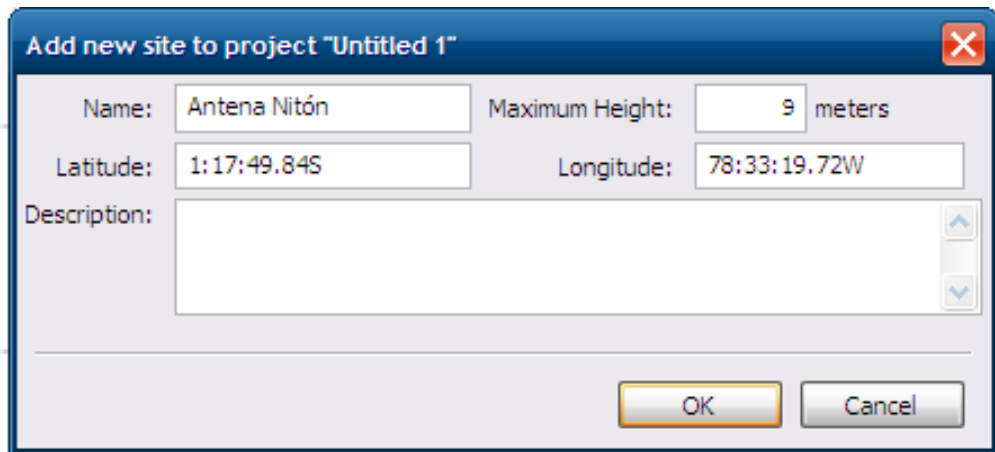


	Performance to Antena Nitón	Performance to Santa Rosa (AP)
Mean IP	72.3 Mbps	72.3 Mbps
IP Availability	100.00000 % for 1.0 Mbps	100.00000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	12.151 km	System Gain	147.33 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	17.88 dB
Regulation	Australia, Hong Kong	Mean Aggregate Data Rate	144.6 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.00000 %
Bandwidth	30 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	129.45 dB	Prediction Model	ITU-R

## Enlace Nitón (Cerro) – Pilahuín (AP)

- Coordenadas Nodo Nitón (Cerro): 1°17'49.84"S, 78°33'19.72"W, 3002 m.

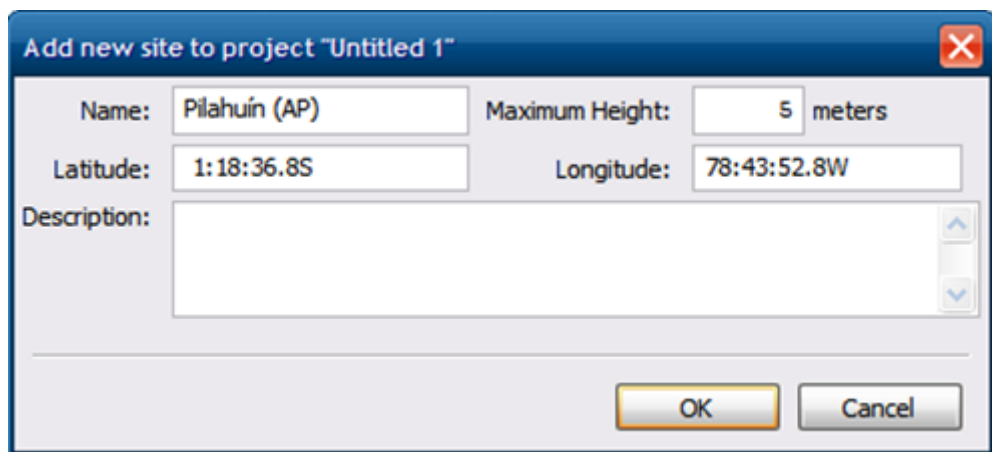


The dialog box contains the following fields:

Name:	Antena Nitón	Maximum Height:	9 meters
Latitude:	1:17:49.84S	Longitude:	78:33:19.72W
Description:			

Buttons: OK, Cancel

- Coordenadas de Pilahuín (AP): 1°18'36.8"S, 78°43'52.8"W, 3399 m.

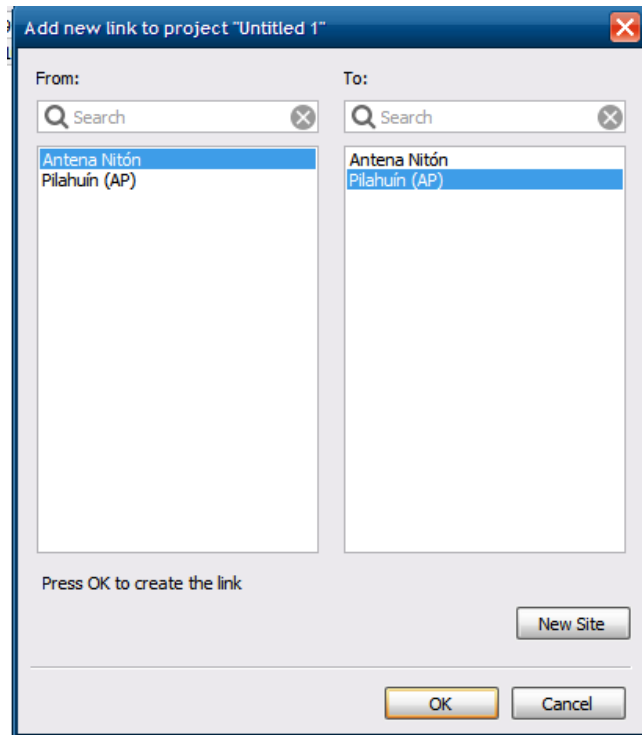


The dialog box contains the following fields:

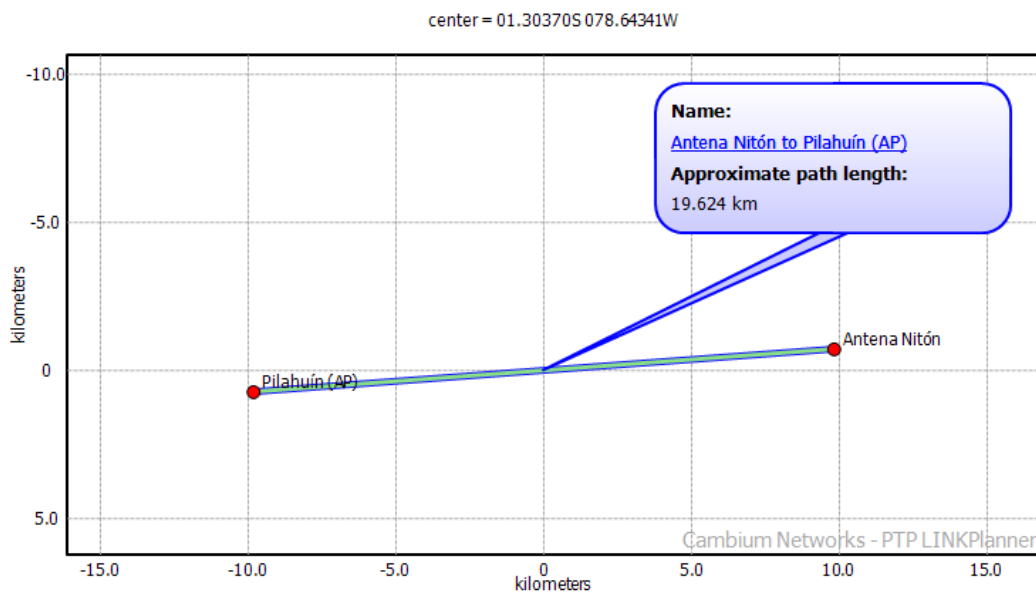
Name:	Pilahuín (AP)	Maximum Height:	5 meters
Latitude:	1:18:36.8S	Longitude:	78:43:52.8W
Description:			

Buttons: OK, Cancel

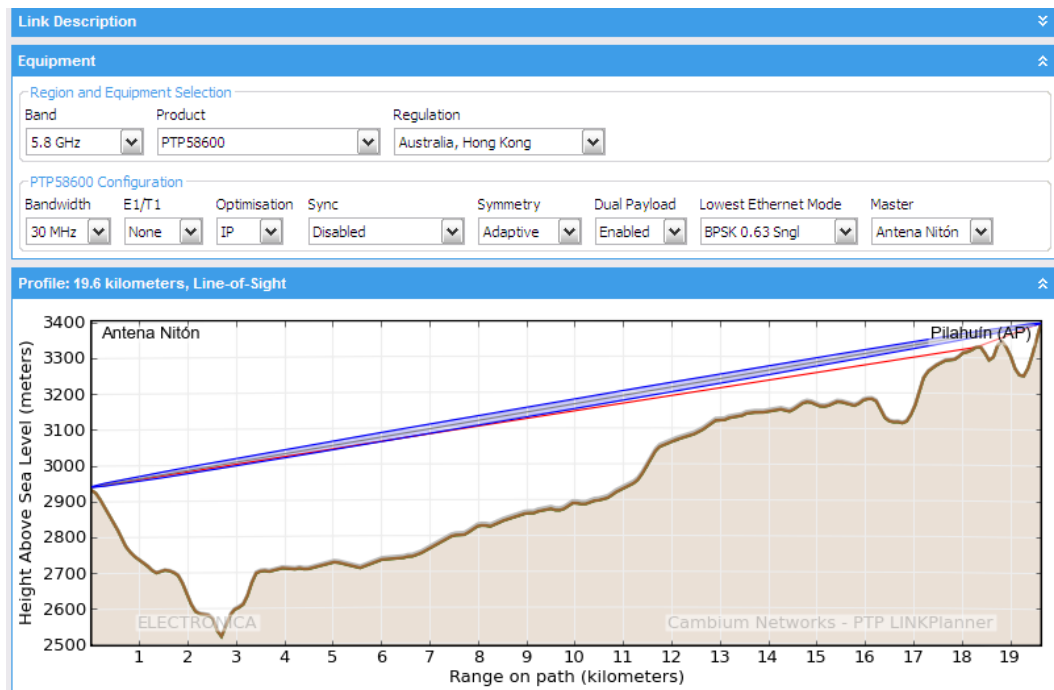
- Enlace entre los nodos Nitón (Cerro) – Pilahuín (AP).



- Longitud de trayectoria aproximada: 19624 Km



- Línea de vista del enlace Nitón (Cerro) – Pilahuín (AP).



- A continuación se muestra el enlace Nitón (Cerro) – Pilahuín (AP), de una forma más detallada cada una de las características y los resultados, como los parámetros de las antenas que el programa recomienda, así como su zona de Fresnel, generados por el software LinkPlanner.

# Project WISP, Link Antena Nitón to Pilahuín (AP)

## PTP LINKPlanner Installation Report

30 September 2012

Marco

Organization: FISEI

Phone: 0984559625

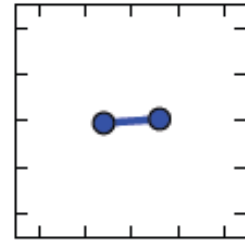
Email: marcobolivar.mf@gmail.com



Summary	
Link Name	Antena Nitón to Pilahuín (AP)
Customer Company Name	UTA- FISEI
Link Type	Line-of-Sight
EquipmentType	PTP58600
Maximum Obstruction	0 meters
Link Distance	19.624 kilometers
Free Space Path Loss	133.55 dB
Excess Path Loss	0.00 dB
User IP Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 86.11 Mbps assuming PTP-600 Series running the 600-10-04 software
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 MHz)
RF Channel Bandwidth	30 MHz



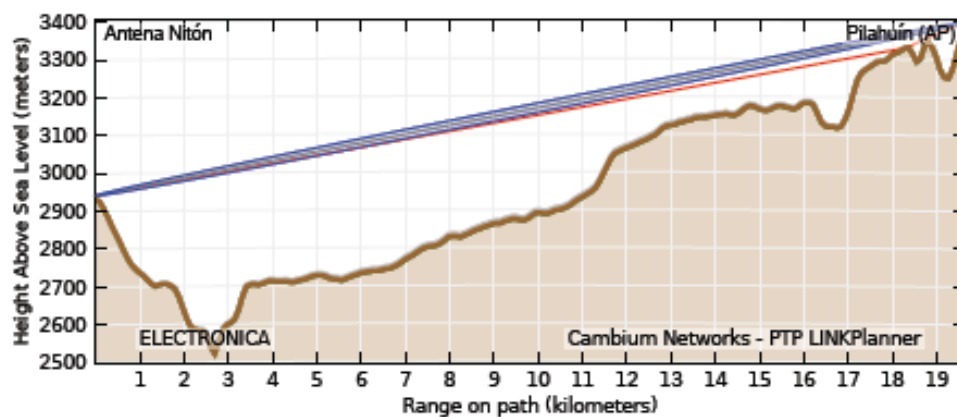
## Antena Nitón to Pilahuín (AP)



Equipment: Cambium Networks PTP58600 Integrated

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 9 m

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 5 m

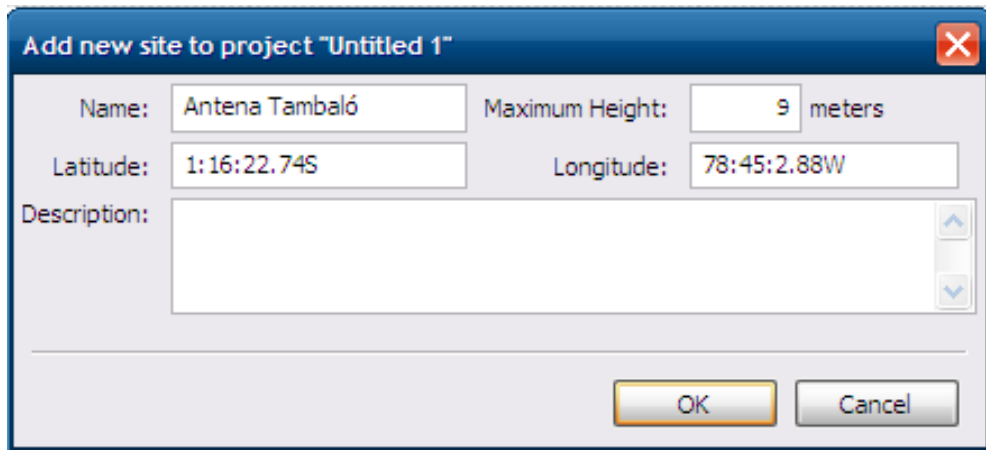


	Performance to Antena Nitón	Performance to Pilahuín (AP)
Mean IP	43.1 Mbps	43.1 Mbps
IP Availability	99.99999 % for 1.0 Mbps	99.99999 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	19.624 km	System Gain	147.33 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	13.69 dB
Regulation	Australia, Hong Kong	Mean Aggregate Data Rate	86.1 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	99.99999 %
Bandwidth	30 MHz	Annual Link Unavailability	4 secs/year
Total Path Loss	133.65 dB	Prediction Model	ITU-R

## Enlace Tambaló (Cerro) - Pasa

- Coordenadas Nodo Tambaló (Cerro):  $1^{\circ}16'22.74''S$ ,  $78^{\circ}45'2.88''W$ , 3530 m.

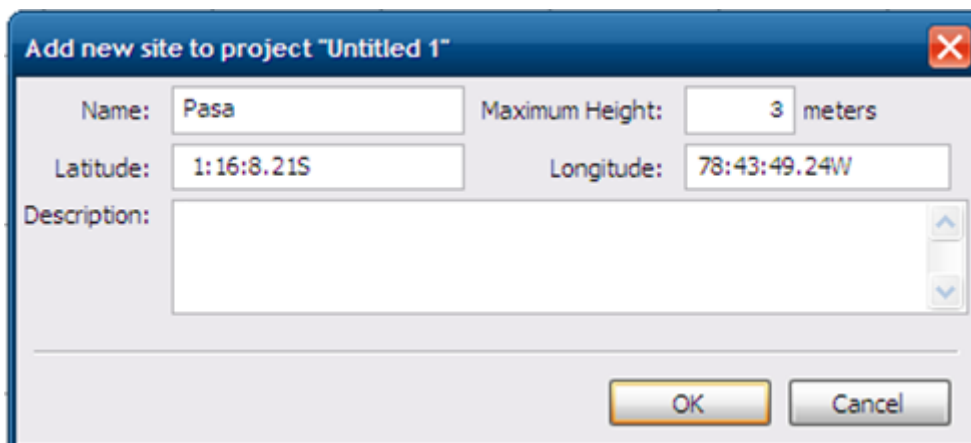


The dialog box contains the following fields:

Name:	Antena Tambaló	Maximum Height:	9 meters
Latitude:	1:16:22.74S	Longitude:	78:45:2.88W
Description:			

Buttons: OK, Cancel

- Coordenadas de Pasa:  $1^{\circ}16'8.21''S$ ,  $78^{\circ}49.24''W$ , 3106 m.

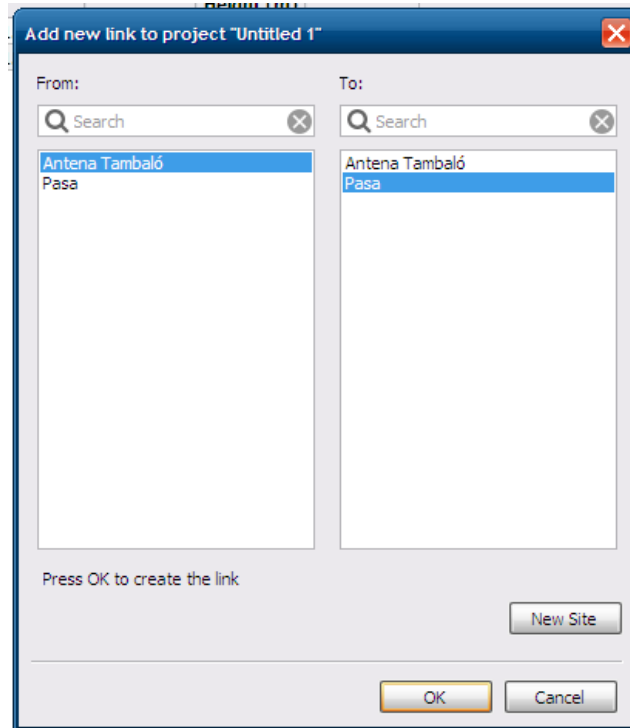


The dialog box contains the following fields:

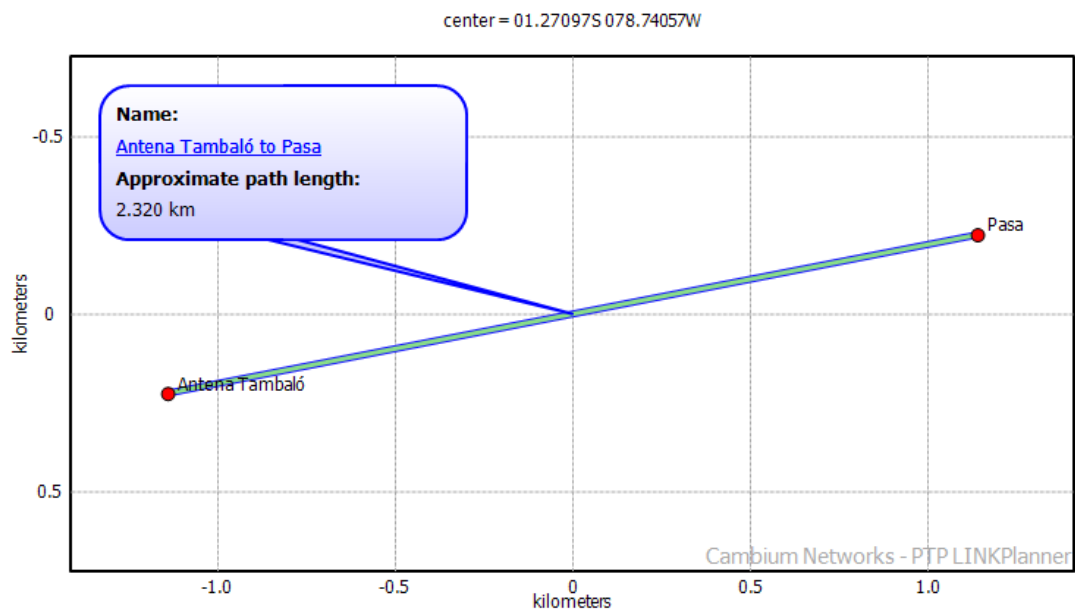
Name:	Pasa	Maximum Height:	3 meters
Latitude:	1:16:8.21S	Longitude:	78:43:49.24W
Description:			

Buttons: OK, Cancel

- Enlace entre los puntos Tambaló (Cerro) - Pasa.

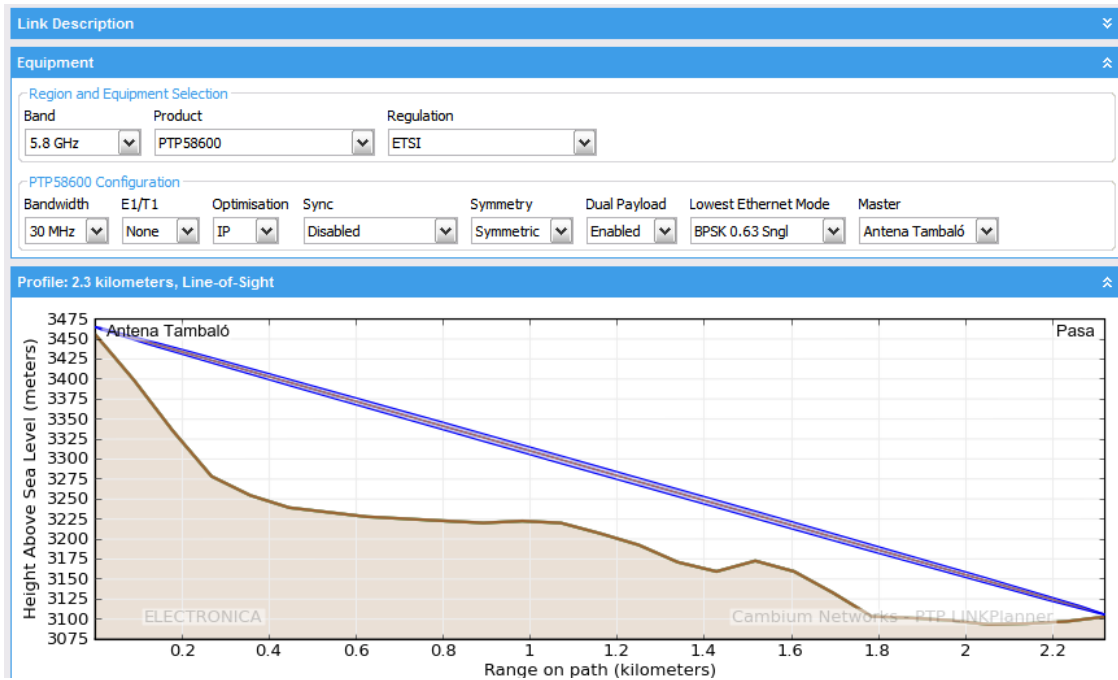


- Longitud de trayectoria aproximada: 2320 Km





- Línea de vista del enlace Tambaló (Cerro) - Pasa.



- A continuación se muestra el enlace Tambaló (Cerro) - Pasa, de una forma más detallada cada una de las características y los resultados, como los parámetros de las antenas que el programa recomienda, así como su zona de Fresnel, generados por el software LinkPlanner.

# Project WISP, Link Antena Tambaló to Pasa

## PTP LINKPlanner Installation Report

30 September 2012

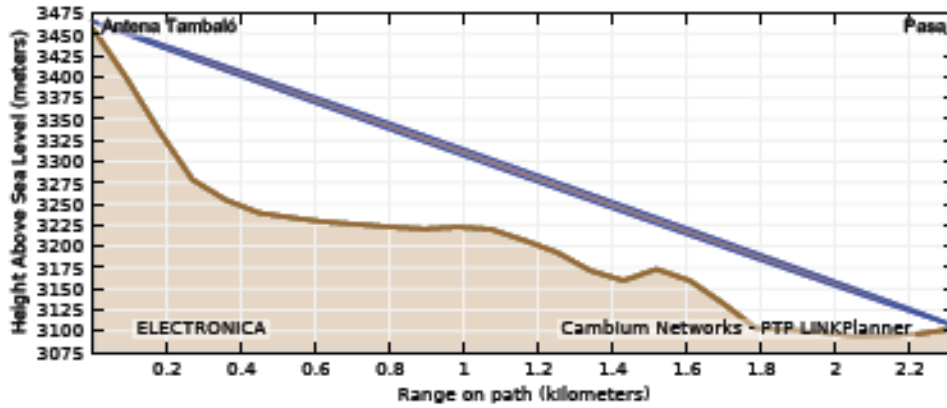
Marco  
Organization: FISEI  
Phone: 0984559625  
Email: marcobolivar.mf@gmail.com



Summary	
Link Name	Antena Tambaló to Pasa
Customer Company Name	UTA- FISEI
Link Type	Line-of-Sight
Equipment Type	PTP58600
Maximum Obstruction	0 meters
Link Distance	2.320 kilometers
Free Space Path Loss	115.01 dB
Excess Path Loss	0.00 dB
User IP Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 287.46 Mbps assuming PTP-600 Series running the 600-10-04 software
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 MHz)
RF Channel Bandwidth	30 MHz



## Path Profile



## Link Configuration

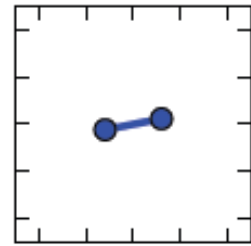
Bandwidth	30 MHz
E1/T1	None
Optimisation	IP
Sfnc	Disabled
Sfmmetry	Sfmmetric
Dual Payload	Enabled
Lowest Ethernet Mode	BPSK 0.63 Sngl
Master	Antena Tambaló
Slave	Pasa

## Installation Notes for Antena Tambaló

Coordinates	01.27298S 078.76080W
Antenna Height	9.0 meters AGL
Antenna Type	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna
Bearing to Pasa	78.91° from True North
Antenna Tilt angle	-8.8°
Link Name	Antena Tambaló to Pasa
Link Location	Antena Tambaló
Telecomms Interface	None
Dual Payload	Enabled
Master Slave Mode	Master
Link Mode Optimisation	IP Traffic
TDD Synchronisation Mode	Disabled



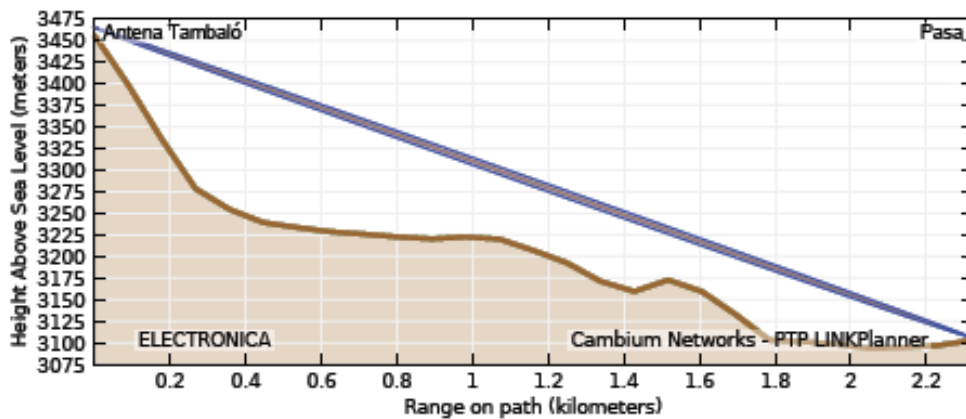
## Antena Tambaló to Pasa



Equipment: Cambium Networks PTP58600 Integrated

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 9 m

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 3 m

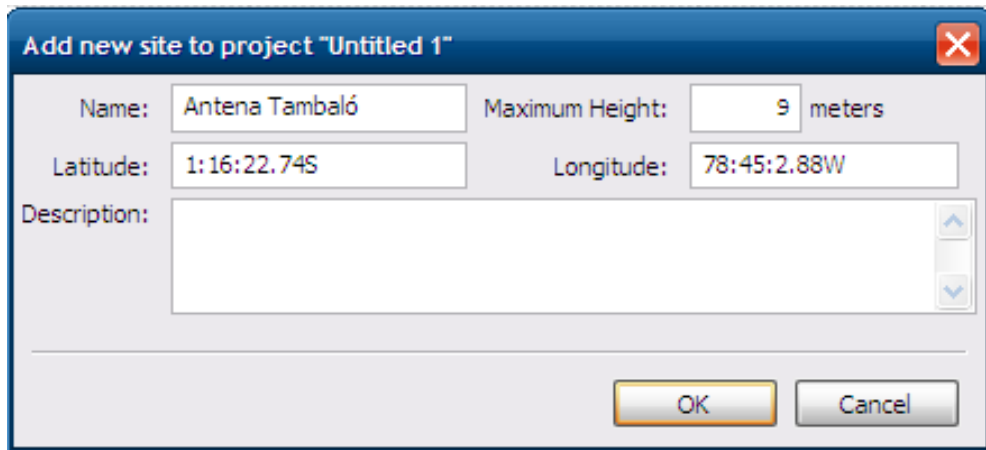


	Performance to Antena Tambaló	Performance to Pasa
Mean IP	143.7 Mbps	143.7 Mbps
IP Availability	100.00000 % for 1.0 Mbps	100.00000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	2.320 km	System Gain	145.33 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	30.32 dB
Regulation	ETSI	Mean Aggregate Data Rate	287.5 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.00000 %
Bandwidth	30 MHz	Annual Link Unavailability	0 secs/year
Total Path Loss	115.02 dB	Prediction Model	ITU-R

## Enlace Tambaló (Cerro) – San Fernando

- Coordenadas Nodo Tambaló (Cerro): 1°16'22.74"S, 78°45'2.88"W, 3530 m.



Dialog box titled "Add new site to project 'Untitled 1'".

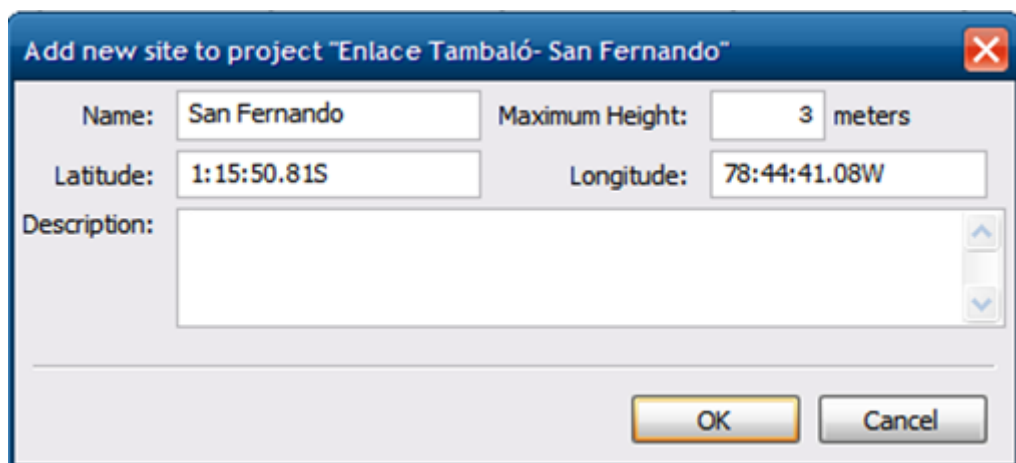
Name:  Maximum Height:  meters

Latitude:  Longitude:

Description:

Buttons: OK, Cancel

- Coordenadas de San Fernando: 1°15'50.81"S, 78°44'41.08"W, 3225 m.



Dialog box titled "Add new site to project 'Enlace Tambaló- San Fernando'".

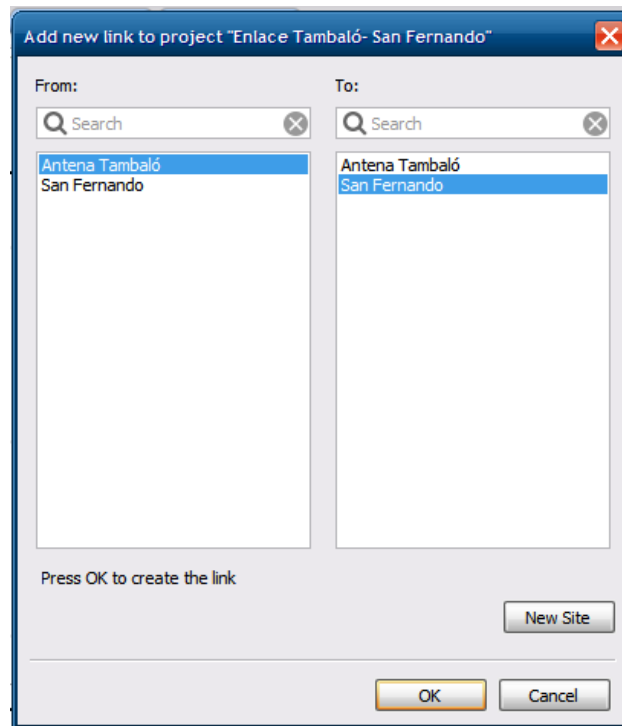
Name:  Maximum Height:  meters

Latitude:  Longitude:

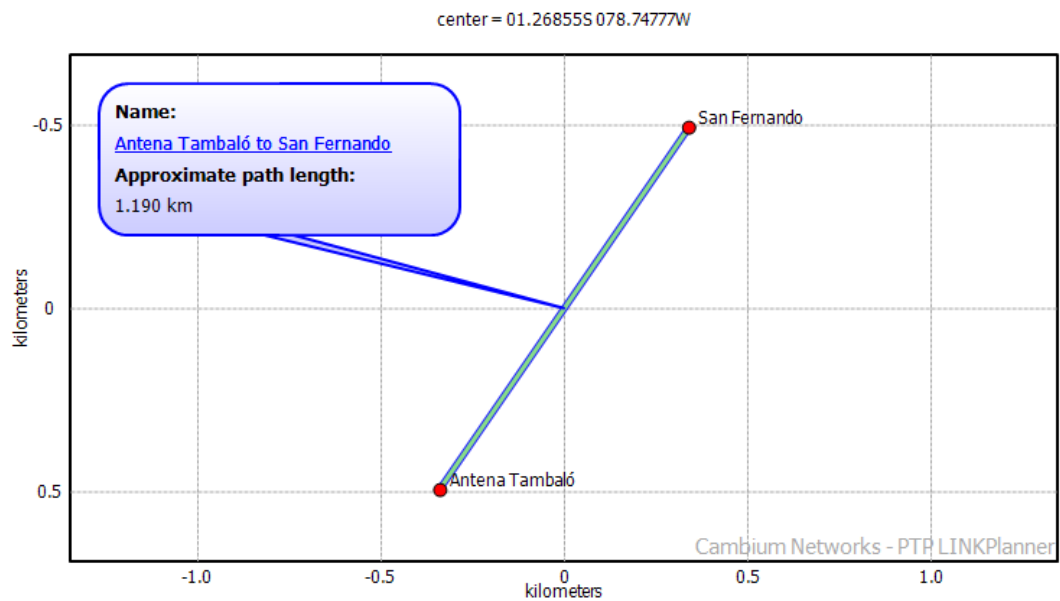
Description:

Buttons: OK, Cancel

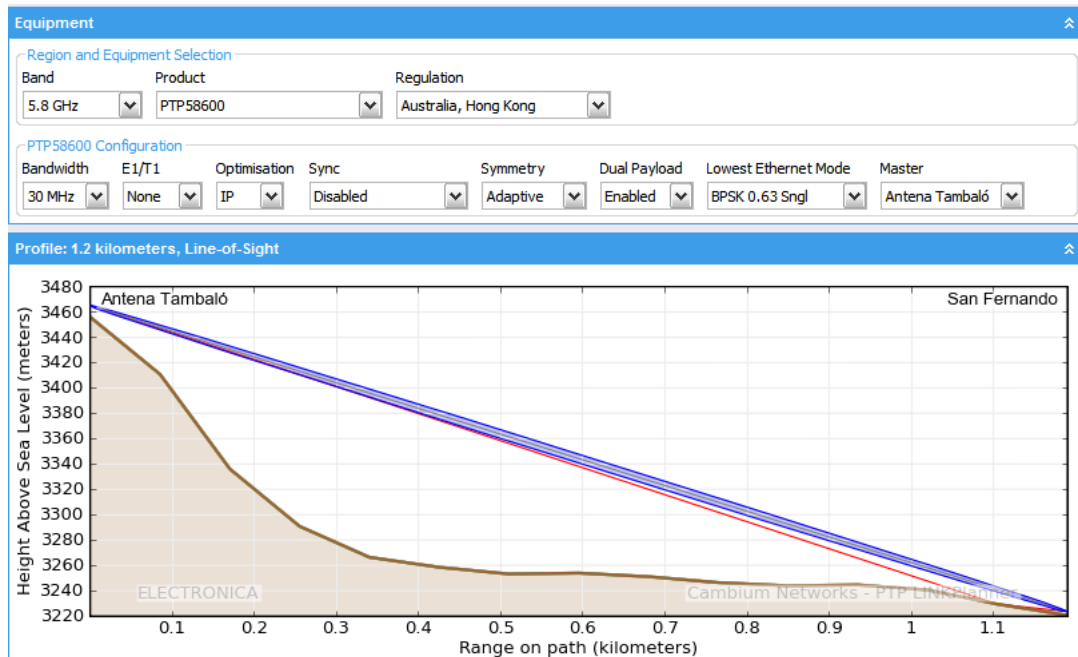
- Enlace entre los puntos Tambaló (Cerro) – San Fernando.



- Longitud de trayectoria aproximada: 1190 Km



- Línea de vista del enlace Tambaló (Cerro) – San Fernando.



- A continuación se muestra el enlace Tambaló (Cerro) - Pasa, de una forma más detallada cada una de las características y los resultados, como los parámetros de las antenas que el programa recomienda, así como su zona de Fresnel, generados por el software LinkPlanner.

# Project WISP, Link Antena Tambaló to San Fernando

## PTP LINKPlanner Installation Report

26 September 2012

Marco

Organization: FISEI

Phone: 0984559625

Email: marcobolivar.mf@gmail.com

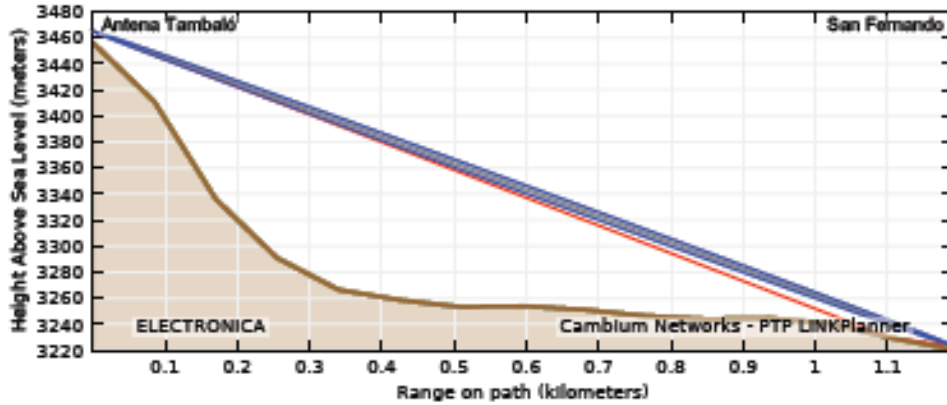


Summary	
Link Name	Antena Tambaló to San Fernando
Customer Company Name	UTA- FISEI
Link Type	Line-of-Sight
Equipment Type	PTP58600
Maximum Obstruction	0 meters
Link Distance	1.190 kilometers
Free Space Path Loss	109.21 dB
Excess Path Loss	0.00 dB
User IP Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 299.17 Mbps assuming PTP-600 Series running the 600-10-04 software
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 MHz)
RF Channel Bandwidth	30 MHz





Path Profile

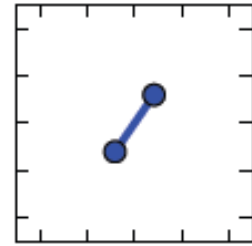


Link Configuration	
Bandwidth	30 MHz
E1/T1	None
Optimisation	IP
S <del>ync</del>	Disabled
S <del>ymmetry</del>	Adaptive
Dual P <del>ayload</del>	Enabled
Lowest Ethernet Mode	BPSK 0.63 Sngl
Master	Antena Tambaló
Slave	San Fernando

Installation Notes for Antena Tambaló	
Coordinates	01.27298S 078.76080W
Antenna Height	9.0 meters AGL
Antenna T <del>ype</del>	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna
Bearing to San Fernando	34.60° from True North
Antenna Tilt angle	-11.6°
Link Name	Antena Tambaló to San Fernando
Link Location	Antena Tambaló
Telecomms Interface	None
Dual P <del>ayload</del>	Enabled
Master Slave Mode	Master
Link Mode Optimisation	IP Traffic
TDD S <del>ynchronisation Mode</del>	Disabled



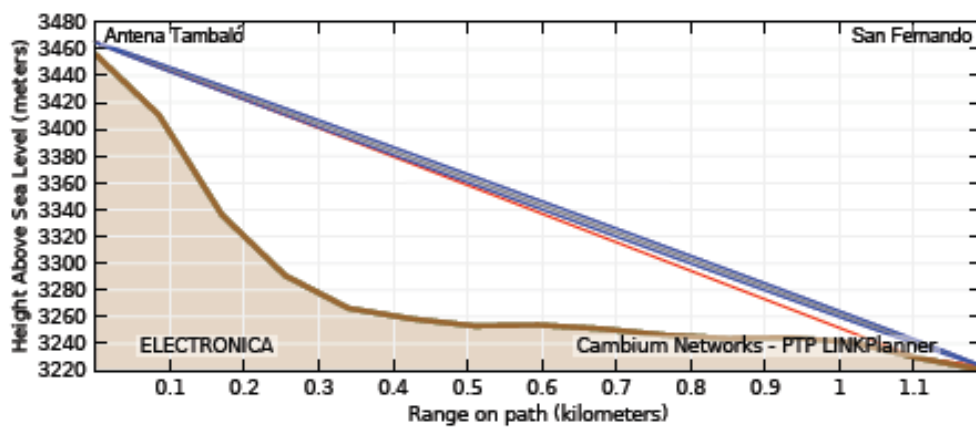
## Antena Tambaló to San Fernando



Equipment: Cambium Networks PTP58600 Integrated

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 9 m

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 3 m



	Performance to Antena Tambaló	Performance to San Fernando
Mean IP	149.6 Mbps	149.6 Mbps
IP Availability	100.00000 % for 1.0 Mbps	100.00000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	1.190 km	System Gain	147.33 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	38.12 dB
Regulation	Australia, Hong Kong	Mean Aggregate Data Rate	299.2 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.00000 %
Bandwidth	30 MHz	Annual Link Unavailability	0 secs/year
Total Path Loss	109.21 dB	Prediction Model	ITU-R





## **ANEXO 3. Memoria Técnica**

### **1.- Datos informativos:**

**Tema:** “Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico usando tecnología Wi-Fi con IPv6 y MPLS para las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando”

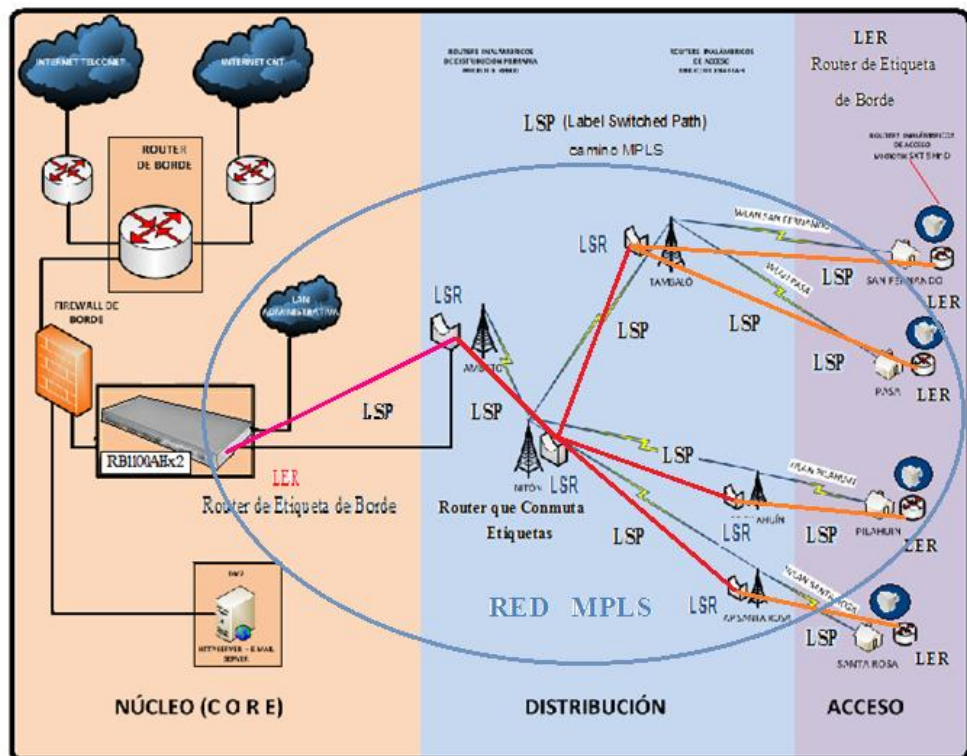
**Realizado por:** Marco Montesdeoca.

**Fecha:** Febrero del 2013.

### **2.- Diagramas de Conexión de la Red:**

#### **Esquema del Diseño Físico del WISP.**

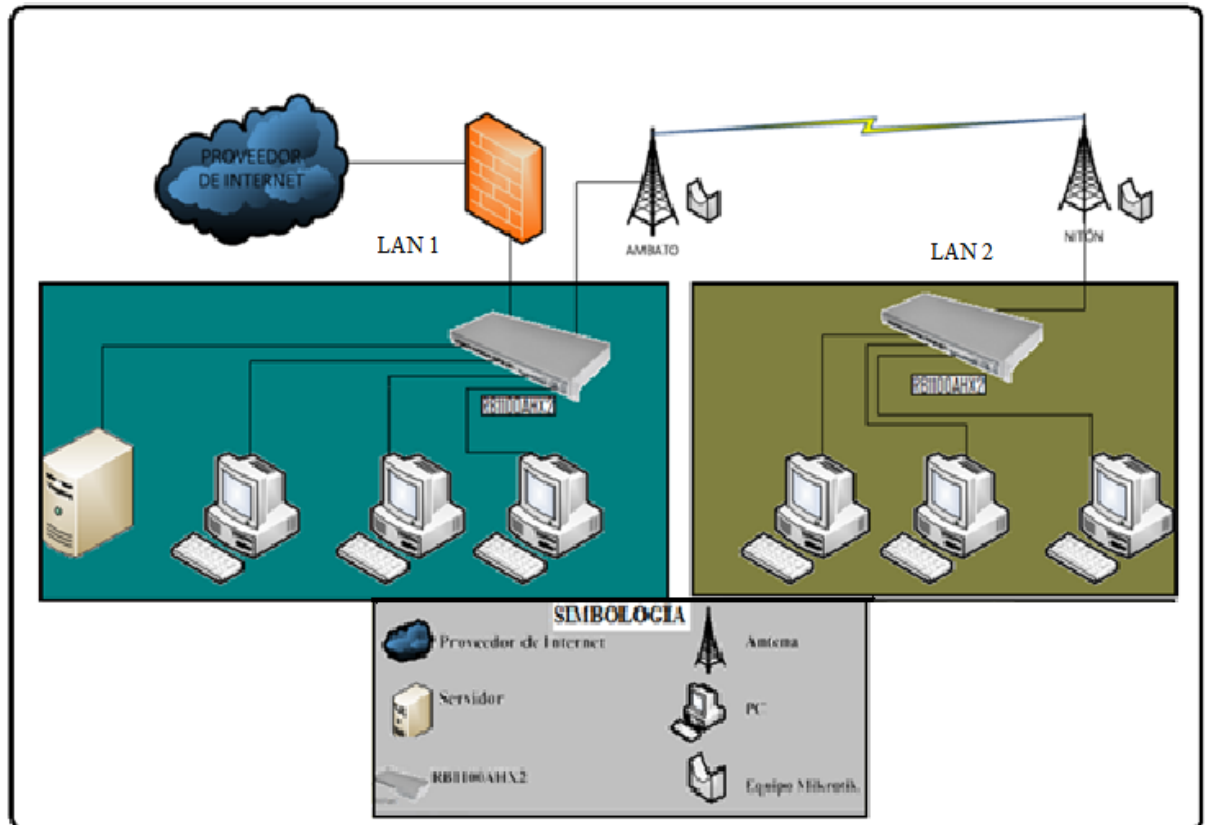
En la Figura N° 6.6 se observa el esquema completo del diseño de la red inalámbrica correspondiente al Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico (WISP), el cual requiere un ancho de banda de 20 Mbps los mismos que serán proveídos por las empresas CNT y TELCONET con 10 Mbps cada una.



**Figura N° 6.6:** Esquema del Diseño Físico del WISP de la red WISP.  
**Fuente:** Investigador.

La Figura N° 6.7 muestra el Diagrama del Diseño Lógico de la red WISP, donde en la LAN 1 se observa un firewall de borde que garantizará la seguridad de toda la red inalámbrica, el cual está conectado a un router mikrotik RB1100AHx2, dicho equipo realiza la función de servidor central que se encarga de la conmutación de los paquetes de datos, y a su vez a la conexión directa a tres computadoras y a un servidor proxy el cual facilitará guardar páginas frecuentes que los usuarios utilicen, optimizando de esta forma recursos de tráfico de paquetes de información.

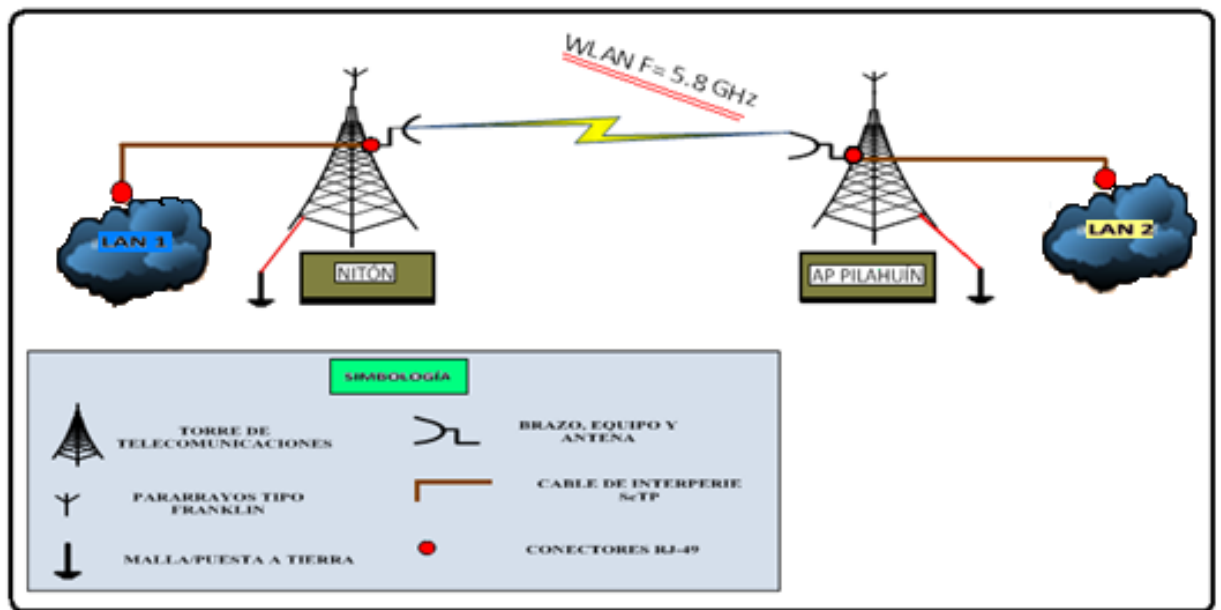
En la LAN 2 se muestra algo parecido con la única diferencia que al router mikrotik RB1100AHx2, no se conecta un servidor proxy debido a que la LAN 2 representa el segmento de distribución y únicamente tiene la función de transmitir y emitir los datos que el Nodo Nitón reciba del Nodo Ambato y viceversa.



**Figura N° 6.7:** Diagrama del Diseño Lógico de la red WISP.

**Fuente:** Investigador.

En la Figura N° 6.8 se detalla la estructura física de la Torre y los equipos de Telecomunicaciones de cada Nodo correspondiente al diseño propuesto, en los cuales se destacan la implementación de una torre de telecomunicaciones donde se ubicarán los diferentes equipos y dispositivos de telecomunicaciones, pararrayos tipo franklin que servirá de protección para los equipos inalámbricos, malla puesta a tierra, brazo del equipo, antena correspondiente a 5 Hz, cable de interperie STP, y finalmente los conectores RJ-49, que son conectores blindados para exteriores.



**Figura N° 6.8:** Estructura Física de cada Nodo del diseño WISP.

**Fuente:** Investigador.

### 3.- Esquema de direccionamiento:

Direccionamiento IP de cada una de las redes LAN que conforman la red, así como la Ruta Estática de la antena transmisora configurada para ruteo.

La Tabla N° 6.1 indica la configuración de los equipos de la Figura 6.7 utilizando las direcciones de IPv6 de la LAN 1.

LAN 1			
EQUIPO	IPv6	MÁSCARA	GATEWAY
SERVIDOR	12AB:0:0:CE73::ACF3	FFF:FFFF:FFFF::	12AB:0:0:CE73::ACFE
PC1	12AB:0:0:CE73::ACF4	FFF:FFFF:FFFF::	12AB:0:0:CE73::ACFE
PC2	12AB:0:0:CE73::ACF5	FFF:FFFF:FFFF::	12AB:0:0:CE73::ACFE
PC3	12AB:0:0:CE73::ACF6	FFF:FFFF:FFFF::	12AB:0:0:CE73::ACFE

**Tabla N°6.1:** Configuración IP de la LAN 1.

**Fuente:** Investigador.



En la Tabla N° 6.2 se aprecia la configuración de los equipos utilizados en la Figura 6.7 utilizando las direcciones de IPv6 correspondientes a la LAN 2.

LAN 2			
EQUIPO	IP	MÁSCARA	GATEWAY
PC1	::FFAC:192.168.1.5	FFF:FFFF:FFFF::	::FFAC:192.168.1.1
PC2	::FFAC:192.168.1.6	FFF:FFFF:FFFF::	::FFAC:192.168.1.1
PC3	::FFAC:192.168.1.7	FFF:FFFF:FFFF::	::FFAC:192.168.1.1

**Tabla N° 6.2:** Configuración IP de la LAN 2.

**Fuente:** Investigador.

**Nota:** Visto las tablas anteriores se puede configurar cualquier equipo Mikrotik en la Red.

**4.- Relación de Protocolos a implementarse:** Para la presente propuesta se implementó el protocolo IPv6 que es innovador ya que a más de ser un protocolo que aún no se a implementado en el país facilitará a la capacidad de direccionamiento, movilidad y escalabilidad de tecnología en un futuro y MPLS que facilitará el enrutamiento de paquetes de una forma mucho más rápida y óptima.

**5.- Entorno Físico:** El diseño de la red inalámbrica se forjó en un entorno rural donde se apreció y se comprobó en base a un respectivo análisis que el proyecto de un Proveedor de Servicios Inalámbricos en las parroquias: Santa Rosa, Pilahuín, Pasa y San Fernando es factible.

## 6.- Equipos:

### RB1100AHx2

A continuación se muestra los datasheet del equipo Mikrotik RB1100AHx2

RB1100AHx2 Series @ 1066MHz (Ethernet prueba v5.x)			64 cuadros byte		512 marcos byte		1518 marcos byte	
Firewall IP	Conntrack	Modo	Mbps	Fps	Mbps	Fps	Mbps	Fps
de	de	Bridging	468,99	916000	2580.48	630000	3941.94	324600
en	de	Enrutamiento	368,64	720000	2334.72	570000	3643.2	300000
en	de	Bridging	238,75	466300	1740.8	425000	3327.46	274000
en	en	Enrutamiento	215,04	420000	1536	375000	3011.71	248000
en	en	Bridging	164,35	321000	1218.56	297500	2950.99	243000

RB1100AHx2 Series @ 1066MHz (Ethernet prueba V6.x)			64 cuadros byte		512 marcos byte		1518 marcos byte	
Firewall IP	Conntrack	Modo	Mbps	Fps	Mbps	Fps	Mbps	Fps
de	de	Bridging	573,44	1120000	2875.39	702000	3941.94	324600
en	de	Enrutamiento	413,7	808000	2875.39	702000	3941.94	324600
en	de	Bridging	271,36	530000	2032.84	496300	3716.06	306000
en	en	Enrutamiento	270,34	528000	1966.08	480000	3315.31	273000
en	en	Bridging	186,88	365000	1449.98	354000	2950.99	243000

## RB800

A continuación se muestra los datasheet del equipo Mikrotik RB800

RB800G Series @ 800Mhz (prueba de Ethernet)			64 cuadros byte		512 marcos byte		1518 marcos byte	
Firewall IP	Conntrack	Modo	Mbps	Fps	Mbps	Fps	Mbps	Fps
de	de	Bridging	142,34	278000	1082,98	264400	1991,62	164000
en	de	Enrutamiento	91,44	178600	729,09	178000	1991,62	164000
en	de	Bridging	80,13	156500	616,45	150500	1700,16	140000
en	en	Enrutamiento	66,82	130500	537,4	131200	1514,36	124700
en	en	Bridging	58,52	114300	450,56	110000	1281,19	105500

## Mikrotik R5SHPn 800mw

A continuación de las especificaciones del producto Mikrotik R5SHPn 800mw

### Detalles

Código del producto	R5SHPn
802.11a	Sí
802.11b	No
802.11g	No
802.11n	Sí
Conector	MMCX
Formato	miniPCI
Chipset	AR9220
Potencia de salida	29dBm
2 GHz	No
5 GHz	Sí
802,11 compatibilidad con el modo Turbo	No

## Routerboard 433AH

A continuación se muestra los datasheet del equipo Mikrotik Routerboard 433AH

RB4xxH Series @ 680MHz (prueba de Ethernet)			64 cuadros byte		512 marcos byte		1518 marcos byte	
Firewall IP	Conntrack	Modo	Mbps	Fps	Mbps	Fps	Mbps	Fps
de	de	Bridging	76,9	150200	199,48	48700	199,16	16400
en	de	Enrutamiento	52,38	102300	199,48	48700	199,16	16400
en	de	Bridging	44,95	87800	199,48	48700	199,16	16400
en	en	Enrutamiento	39,68	77500	199,48	48700	199,16	16400
en	en	Bridging	29,9	58400	199,48	48700	199,16	16400

Las antenas que se recomienda utilizar son de la marca Ubiquiti modelo

ROCKETDISH 5GHZ 30dBi ROCKET KIT, para los nodos principales, cuyas especificaciones técnicas se detalla a continuación:

Especificaciones técnicas	
Rango de Frecuencia	4.9 - 5.90 GHz.
Ganancia	28.0 - 30.25dBi.
Polarización Lineal Dual.	2 antenas en 1.
Cross-Pol aislado	35dBm.
Impedancia	50 Ohm.
Máximo VSWR (Calidad de Tx.)	1.4:1
Apertura Horizontal	5 °
Apertura Vertical	5 °.
F/B Proporción	-34dB.
Especificación ETSI	En 302 326 DN2.
Dimensiones	648mm de diámetro.
Peso	9.8 Kg.
Resistencia al Viento	120 kph.

La Antena Sectorial 90°, 5 GHz MIMO, 20 dBi para ROCKET M5, se recomienda utilizar para los puntos de acceso AP, cuyos detalles son los siguientes:

Rango de Frecuencia	5.15-5.85 GHz
Ganancia	19.4-20.3dBi
Polarización	Dual lineal.
Cross-Pol aislado	28dB min.
Máximo VSWR	1.5:1
Apertura Hpol (6dB)	91 °
Apertura Vpol (6dB)	85 °.
Apertura Elevación (6dB)	4 °
Downtilt Eléctrico	2 °
Especificación ETSI	En 302 326 DN2.
Dimensiones	700X145X93mm.
Peso	5.9 Kg.
Resistencia al Viento	160 mph.

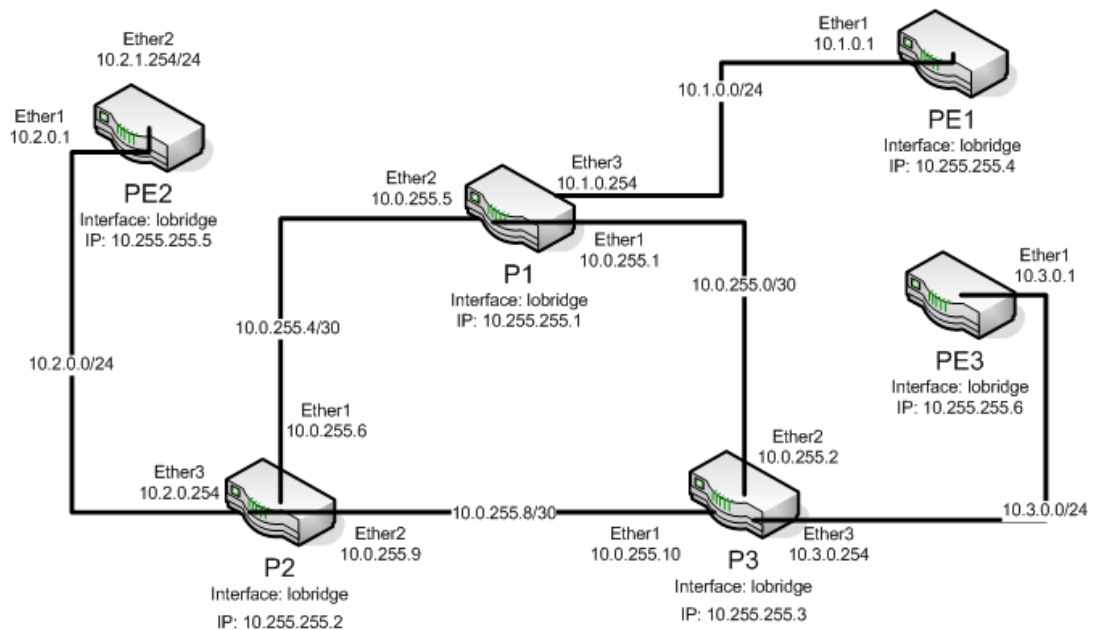
## 7.- Configuración de MPLS en los equipos Mikrotik

Fuente: [http://wiki.mikrotik.com/wiki/MPLS\\_Lab\\_Setup](http://wiki.mikrotik.com/wiki/MPLS_Lab_Setup)

### Lab Setup

#### Network Diagram

First lets look at a network diagram of the basic setup



**P1**

```
/interface bridge add name=lobridge
```

```
/ip address add address=10.255.255.1/32 interface=lobridge
```

The other routers are setup with 10.255.255.2-6 as per the diagram above

**P2**

```
/interface bridge add name=lobridge
```

```
/ip address add address=10.255.255.2/32 interface=lobridge
```

**P3**

```
/interface bridge add name=lobridge
```

```
/ip address add address=10.255.255.3/32 interface=lobridge
```

**PE1**

```
/interface bridge add name=lobridge
```

```
/ip address add address=10.255.255.4/32 interface=lobridge
```

**PE2**

```
/interface bridge add name=lobridge
```

```
/ip address add address=10.255.255.5/32 interface=lobridge
```

**PE3**

```
/interface bridge add name=lobridge
```

```
/ip address add address=10.255.255.6/32 interface=lobridge
```

**IP Addressing**

We then setup the links between the core routers and the core-edge routers as per the diagram:

**P1**

```
/ip address
```

```
add address=10.0.255.1/30 interface=ether1
```

```
add address=10.0.255.5/30 interface=ether2
```

```
add address=10.1.0.254/24 interface=ether3
```

## **P2**

/ip address

add address=10.0.255.6/30 interface=ether1

add address=10.0.255.9/30 interface=ether2

add address=10.2.0.254/24 interface=ether3

## **P3**

/ip address

add address=10.0.255.10/30 interface=ether1

add address=10.0.255.2/30 interface=ether2

add address=10.3.0.254/24 interface=ether3

## **PE1**

/ip address

add address=10.1.0.1/24 interface=ether1

## **PE2**

/ip address

add address=10.2.0.1/24 interface=ether1

## **PE3**

/ip address

add address=10.3.0.1/24 interface=ether1

## Dynamic Routing Setup

Next we can setup OSPF on each router to dynamically distribute routes

## **P1**

/routing ospf

set distribute-default=never redistribute-connected=as-type-1 router-id=10.255.255.1

/routing ospf network

add area=backbone network=10.0.255.0/30

```
add area=backbone network=10.0.255.4/30
```

```
add area=backbone network=10.1.0.0/24
```

## **P2**

```
/routing ospf
```

```
set distribute-default=never redistribute-connected=as-type-1 router-id=10.255.255.2
```

```
/routing ospf network
```

```
add area=backbone network=10.0.255.8/30
```

```
add area=backbone network=10.0.255.4/30
```

```
add area=backbone network=10.2.0.0/24
```

## **P3**

```
/routing ospf
```

```
set distribute-default=never redistribute-connected=as-type-1 router-id=10.255.255.3
```

```
/routing ospf network
```

```
add area=backbone network=10.0.255.0/30
```

```
add area=backbone network=10.0.255.8/30
```

```
add area=backbone network=10.3.0.0/24
```

## **PE1**

```
/routing ospf
```

```
set distribute-default=never redistribute-connected=as-type-1 router-id=10.255.255.4
```

```
/routing ospf network
```

```
add area=backbone network=10.1.0.0/24
```

## **PE2**

```
/routing ospf
```

```
set distribute-default=never redistribute-connected=as-type-1 router-id=10.255.255.5
```



```
/routing ospf network
```

```
add area=backbone network=10.2.0.0/24
```

### **PE3**

```
/routing ospf
```

```
set distribute-default=never redistribute-connected=as-type-1 router-  
id=10.255.255.6
```

```
/routing ospf network
```

```
add area=backbone network=10.3.0.0/24
```

You should now have a working OSPF routed system

## MPLS Setup

The next step is to add and configure the MPLS system. In order to distribute labels for routes, LDP needs to be enabled. Then all interfaces that participate in MPLS need to be added.

### **P1**

```
/mpls ldp
```

```
set enabled=yes lsr-id=10.255.255.1 transport-address=10.255.255.1
```

```
/mpls ldp interface
```

```
add interface=ether1
```

```
add interface=ether2
```

```
add interface=ether3
```

### **P2**

```
/mpls ldp
```

```
set enabled=yes lsr-id=10.255.255.2 transport-address=10.255.255.2
```

```
/mpls ldp interface
```

```
add interface=ether1
```

```
add interface=ether2
```

```
add interface=ether3
```

**P3**

```
/mpls ldp
```

```
set enabled=yes lsr-id=10.255.255.3 transport-address=10.255.255.3
```

```
/mpls ldp interface
```

```
add interface=ether1
```

```
add interface=ether2
```

```
add interface=ether3
```

**PE1**

```
/mpls ldp
```

```
set enabled=yes lsr-id=10.255.255.4 transport-address=10.255.255.4
```

```
/mpls ldp interface
```

```
add interface=ether1
```

**PE2**

```
/mpls ldp
```

```
set enabled=yes lsr-id=10.255.255.5 transport-address=10.255.255.5
```

```
/mpls ldp interface
```

```
add interface=ether1
```

**PE3**

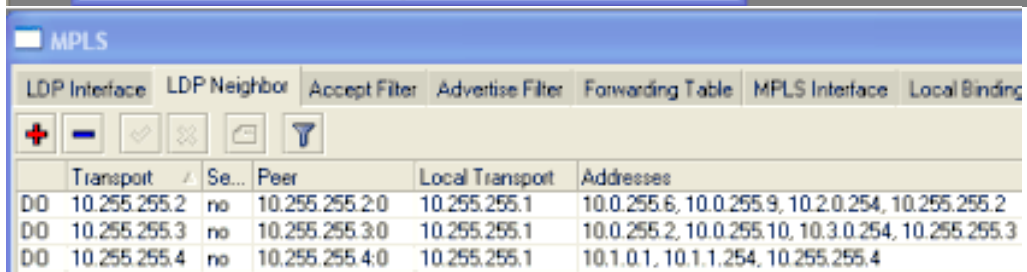
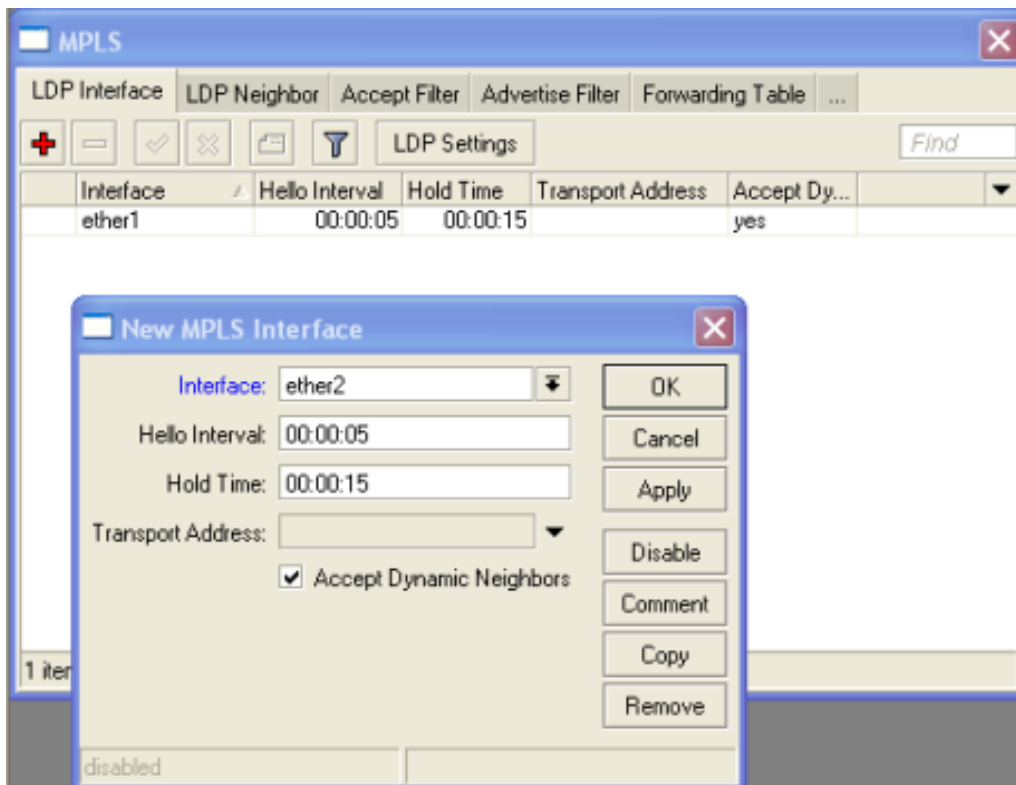
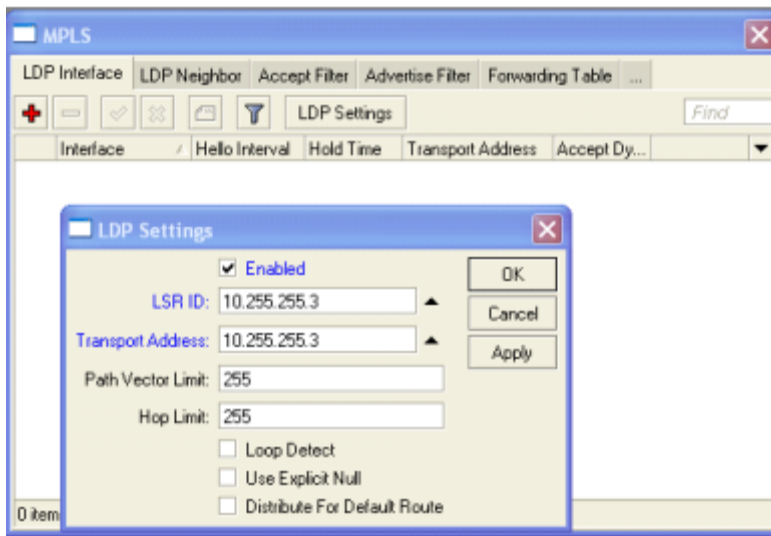
```
/mpls ldp
```

```
set enabled=yes lsr-id=10.255.255.6 transport-address=10.255.255.6
```

```
/mpls ldp interface
```

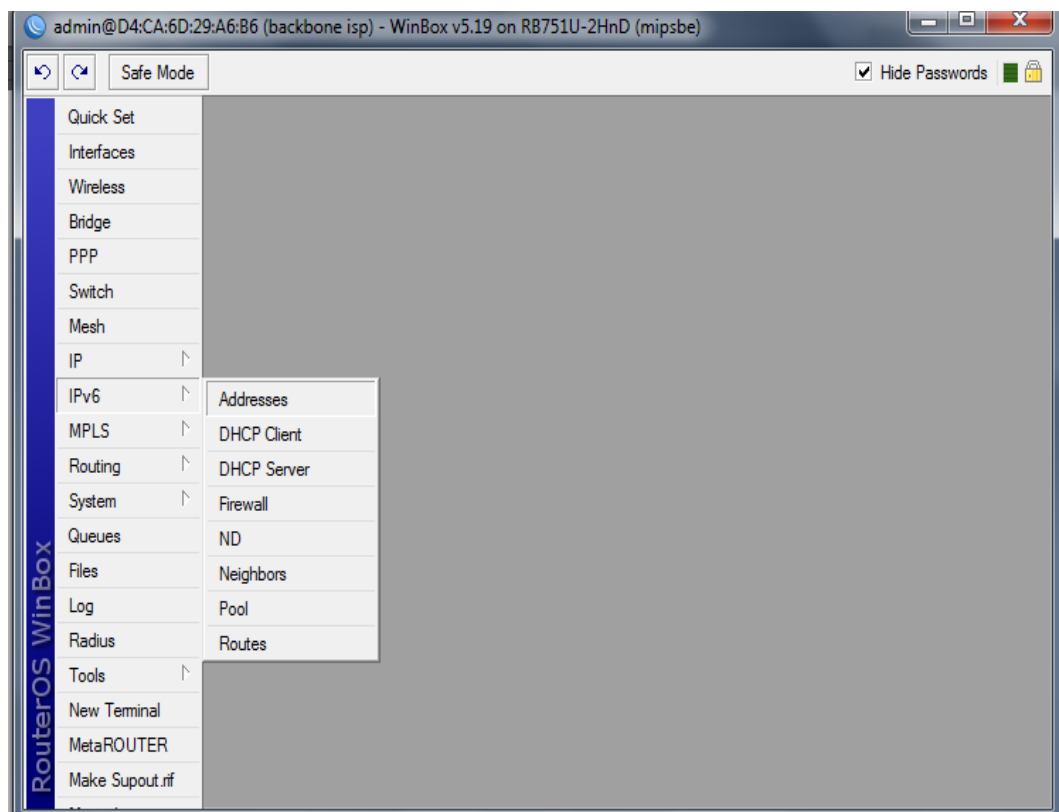
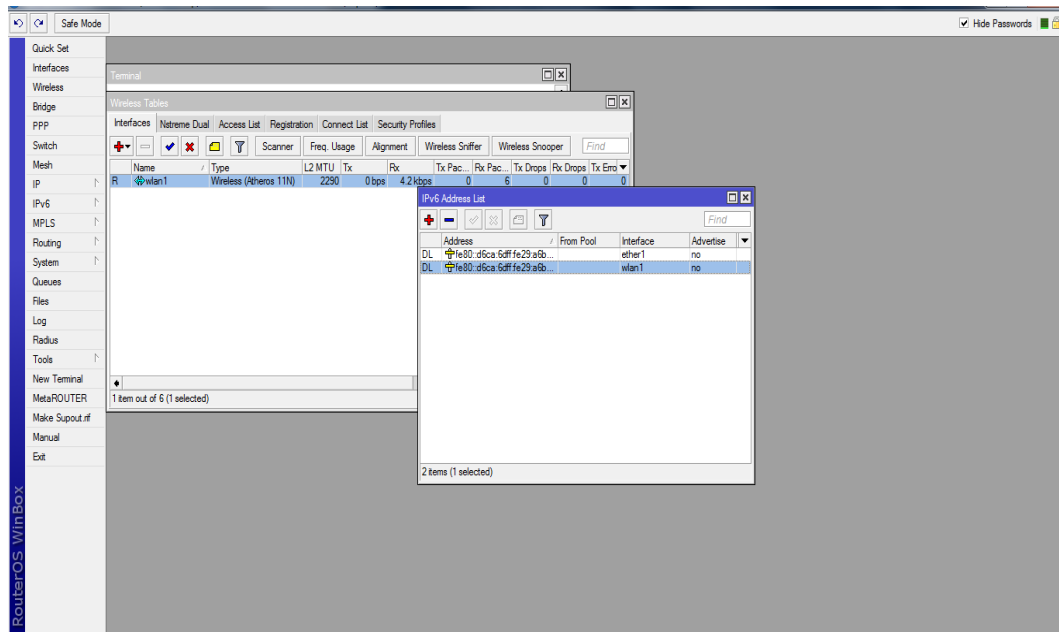
```
add interface=ether1
```

This should now give you an operational MPLS setup.

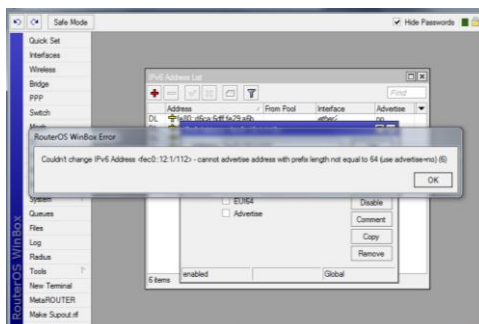
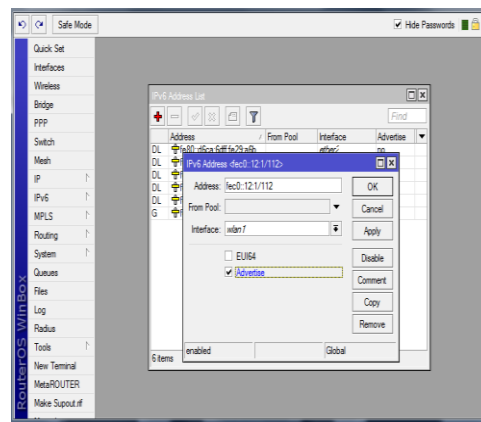
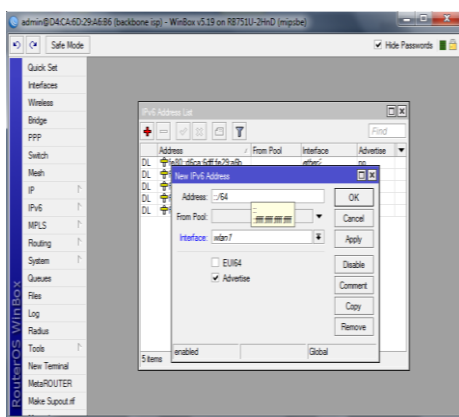
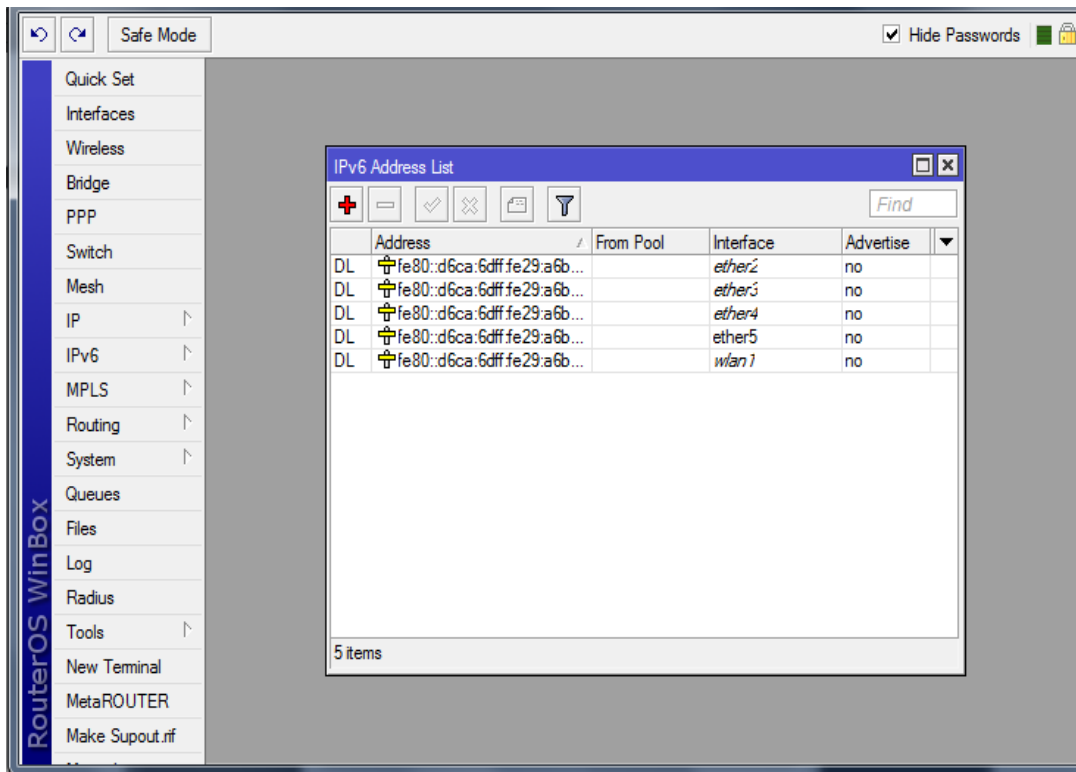


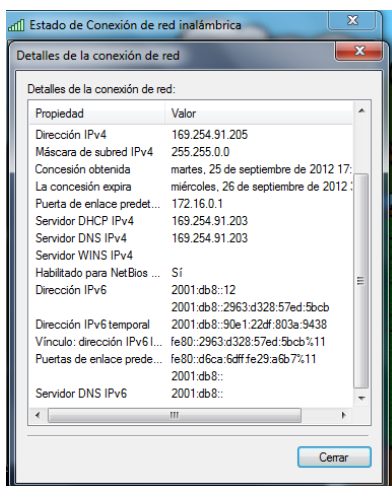
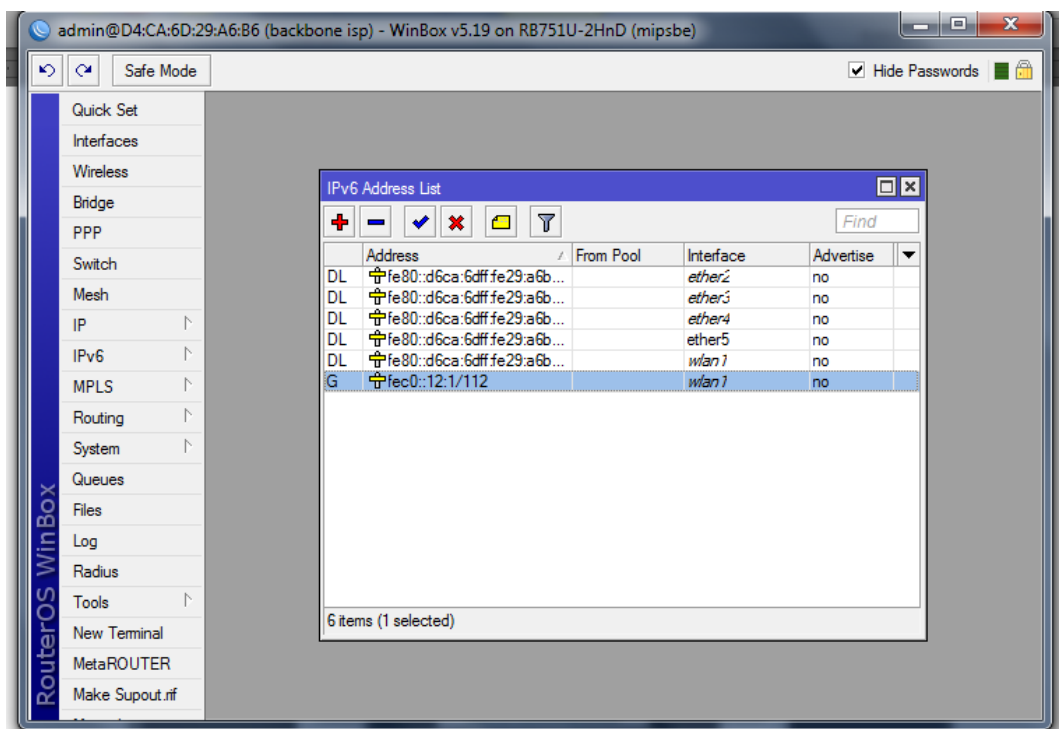
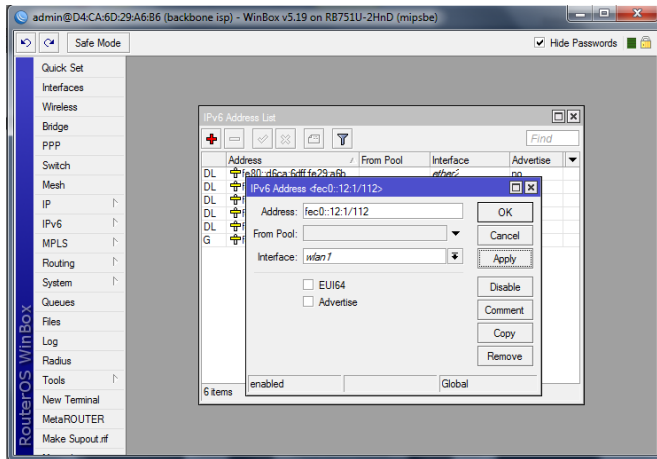
## 8.- Configuración de IPv6 en los equipos Mikrotik

Fuente: Investigador, basado en <http://Manual-IPv6.com>.



## Direccionamiento inicial pre-configurado





```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Sufijo DNS específico para la conexión. . :
Adaptador de túnel Teredo Tunneling Pseudo-Interface:
Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
Sufijo DNS específico para la conexión. . :
Adaptador de túnel Reusable ISATAP Interface {C192078A-8359-4B9D-A70A-625DEF2E8F
B3}:
Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
Sufijo DNS específico para la conexión. . :
Adaptador de túnel isatap.{1390813B-C2E8-4351-B68F-3DEDA73583C3}:
Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
Sufijo DNS específico para la conexión. . :
Adaptador de túnel Reusable ISATAP Interface {DEE6048A-CC6C-4481-9D68-1C180EA0D1
5A}:
Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
Sufijo DNS específico para la conexión. . :

```

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Respuesta desde 2001:db8::12: tiempo<1m
Estadísticas de ping para 2001:db8::12:
Paquetes: enviados = 2259, recibidos = 2259, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 0ms, Máximo = 4ms, Media = 0ms
Control-C
^C
C:\Users\Xime>

```

**9.- Observaciones:**

Para certificar los parámetros de Calidad de Servicios en los equipos Mikrotik como es la reserva de recursos y el retardo mínimo para un flujo de información, se utiliza en MPLS los protocolos de señalización como por ejemplo CD-LDP, y a través de la conmutación de etiquetas se pueden marcar directamente los paquetes como pertenecientes a una clase particular, por lo que ya no es necesario que el proceso de conmutación de etiquetas tengan que reclasificar los paquetes a cada salto que el paquete da y así optimizamos recursos en el proceso.

## ANEXO 4. GLOSARIO TÉCNICO

- **ITU** Unión Internacional de Telecomunicaciones.
- **IEEE** Instituto de Ingenieros Electrónicos y Electrónicos (Institute of Electrical and Electronic Engineers).
- **CONATEL** Consejo Nacional de Telecomunicaciones.
- **SENATEL** Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.
- **WISP** Proveedor de servicios de Internet Inalámbrico (Wireless Internet Service Provide).
- **LAN** Red de área local (Local Area Network).
- **MAN** Red de área metropolitana (Metropolitan Area Network).
- **WAN** Red de área amplia (Wide Area Network).
- **WLL:** Wireless Local Loop (Bucle local inalámbrico)
- **WIMAX** (Worldwide Interoperability Microwave Access) en español significa Interoperabilidad Mundial para el Acceso por Microondas.
- **Wi-Fi** (Wireless- Fidelity) Fidelidad Inalámbrica.
- **IP** Protocolo Internet (Internet Protocol).
- **TCP** Protocolo de control de transmisión (Transmission Control Protocol)
- **IGP** Protocolo de gateway interior (Internet Gateway Protocol)
- **IPV6** Protocolo Internet de la siguiente generación.
- **OSPF** El Primero la ruta más corta (Open Shortest Path First).
- **OFDMA** Multiplexado por división de frecuencia ortogonal.
- **ISO** Organización Internacional de Estandarización (International Organization for Standardization)
- **OSI** Modelo de Referencia de Sistemas Abiertos de Interconexión, (Open System Interconnection Reference Model).
- **PDU** Unidades de Datos de Protocolo (Protocol Data Units)
- **QoS** Calidad de Servicio (Quality of Service).
- **CoS** Clases de Servicio (Class of Service).



- **IETF** (Internet Engineering Task Force), que traducido al español es Fuerza de Tareas de Ingeniería de Internet.
- **RFC** Petición de comentarios (Request For Comment ).
- **TTL** Tiempo de vida (Time to live).
- **CSMA/CA** Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance).
- **MPLS** Multiprotocolo de Conmutación de Etiquetas (Multiprotocol Label Switching).
- **LER** Ruteador de conmutación de etiquetas de borde (Label Edge Router).
- **LDP** Protocolo de Distribución de Etiquetas (Label Distribution Protocol).
- **LSR** Ruteador de conmutación de etiquetas (Label Switched Router).
- **LSP** Ruta conmutada de etiquetas (Label Switched Path).
- **LED** Diodo emisor de luz (Light Emulating Diode).
- **VPN** Red privada virtual (Virtual Private Network).
- **MIMO** Múltiples entradas y salidas (Multiple input multiple output).
- **LOS** término utilizado en radiofrecuencia para un enlace de radio con visibilidad directa entre antenas, (Line of sight).
- **PING** acrónimo de Packet Internet Groper, "Buscador o rastreador de paquetes en redes".
- **MAC** Control de acceso al medio (Media Access Control).
- **SSID** Identificador de servicios (Service Set Identifier).
- **Latencia:** Suma de retardos temporales dentro de una red.
- **WEB** Es un sistema de documentos de hipertexto y/o hipermedios enlazados y accesibles a través de Internet (World Wide Web).
- **WEP** Privacidad Equivalente a Cableado (Wired Equivalent Privacy).
- **GHz:** Gigahercio.
- **RF:** Radio frecuencia.