



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN “SISTEMA Y REDES DE COMUNICACIÓN
INALÁMBRICA”**

Tema:

**RED DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA MESH PARA PROVEER
SERVICIOS DE INTERNET EN EL PARQUE PROVINCIAL DE LA FAMILIA
DE LA CIUDAD DE AMBATO**

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

AUTOR: Ángel David Montesdeoca Salas

TUTOR: Ing. René Terán

Ambato - Ecuador

Septiembre 2013

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación sobre el tema: **“RED DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA MESH PARA PROVEER SERVICIOS DE INTERNET EN EL PARQUE PROVINCIAL DE LA FAMILIA DE LA CIUDAD DE AMBATO”**, del señor Ángel David Montesdeoca Salas, estudiante de la Carrera de Ingeniería en 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 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, 26 de Septiembre del 2013

EL TUTOR

Ing. René Terán

AUTORÍA

El presente trabajo de graduación titulado: "**RED DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA MESH PARA PROVEER SERVICIOS DE INTERNET EN EL PARQUE PROVINCIAL DE LA FAMILIA DE LA CIUDAD DE AMBATO**", 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, 26 de Septiembre del 2013

Ángel David Montesdeoca Salas

CC: 180427923-8

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. M.Sc. Edison Álvarez Mayorga, Ing. Giovanni Brito y el Ing. Santiago Manzano, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado "**RED DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA MESH PARA PROVEER SERVICIOS DE INTERNET EN EL PARQUE PROVINCIAL DE LA FAMILIA DE LA CIUDAD DE AMBATO**", presentado por el señor Ángel David Montesdeoca Salas de acuerdo al Art. 18 del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. M.Sc. Edison Álvarez Mayorga
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Giovanni Brito
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Santiago Manzano
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

*A mis padres que me han dado su amor, confianza y todo
el apoyo incondicional para cumplir con esta meta.*

*A mis hermanos y familiares que en los momentos
difíciles me brindaron sus palabras de aliento
motivándome cada día para salir adelante.*

*A mis compañeros y en especial a mis amigos
quienes siempre han estado en todos los momentos
buenos o malos en el camino del conocimiento.*

Ángel David Montesdeoca Salas

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme cumplir este sueño.

*A mis padres, mi hermanos por el afecto
y el apoyo entregado a mi persona.*

*A todos mis profesores que me brindaron todo el
apoyo necesario en mi vida de estudiante.*

Ángel David Montesdeoca Salas

INDICE GENERAL

Portada	i
Aprobación del tutor	ii
Autoria	iii
Aprobación de la comisión calificadora	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Resumen ejecutivo.....	xv
Introducción.....	1
Capítulo I.....	2
El problema de investigación.....	2
1.1 Tema	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.2.1 Contextualización	2
1.2.2 Árbol del problema	3
1.2.3 Análisis crítico	4
1.2.4 Prognosis.....	4
1.2.5 Formulación del problema	4
1.2.6 Preguntas directrices	5
1.2.7 Delimitación del problema	5
1.3 Justificación	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
Capítulo II.....	7
Marco teórico.....	7
2.1 Antecedentes investigativos.....	7
2.2 Fundamentación legal.....	8
2.3 Gráfica de inclusión de las categorías fundamentales	9
2.3.1 Constelación de ideas	10
2.4 Categorías fundamentales	11
2.4.1 Telecomunicaciones	11
2.4.2 Tipos de telecomunicaciones	11

2.4.3	Sistemas de comunicación	11
2.4.4	Red de comunicación (estándar 802)	12
2.4.5	Comunicación alámbrica e inalámbrica.....	17
2.4.6	Comunicación alámbrica	17
2.4.6.1	Tipos de redes	17
2.4.6.2	Transmisión de datos	18
2.4.6.3	Formas de transmisión	19
2.4.6.4	Modos de transmisión.....	19
2.4.6.5	Medios de transmisión alámbrica	20
2.4.7	Comunicación inalámbrica	23
2.4.7.1	Medios de transmisión inalámbrica	23
2.4.8	Red mesh	26
2.4.8.1	Estándar 802.11s.....	26
2.4.8.2	Protocolo de enrutamiento mesh	27
2.4.8.3	Beneficios y Funcionamiento	28
2.4.9	Protocolo TCP/IP	29
2.4.9.1	Modelo OSI	30
2.4.10	Protocolo IP	31
2.4.10.1	Protocolo IPv4	32
2.4.10.2	Protocolo IPv6	33
2.4.10.3	Protocolo MPLS	35
2.4.11	Internet.....	35
2.4.11.1	Servicios de internet	36
2.5	Hipótesis	37
2.6	Señalamiento de variables	37
Capítulo III.....		38
Metodología.....		38
3.1	Enfoque de la investigación	38
3.2	Modalidad básica de investigación	38
3.3	Tipos de investigación	38
3.4	Poblacion y muestra.....	39
3.5	Operacionalización de variables	40
3.6	Técnicas e instrumentos de investigación.....	42
3.7	Recolección de la información	42

3.8 Procesamiento y análisis de la información.....	42
Capítulo IV	43
Análisis e interpretación de resultados	43
4.1 Análisis e interpretación de resultados	43
4.1.1 Resultados de la encuesta # 1	43
4.1.2 Resultados de la encuesta # 2	47
4.2 Análisis de requerimientos	50
Capítulo V.....	51
Conclusiones y Recomendaciones	51
5.1 Conclusiones	51
5.2 Recomendaciones	52
Capítulo VI	53
La Propuesta	53
6.1 Datos informativos.....	53
6.2 Antecedentes de la propuesta.....	54
6.3 Justificación	54
6.4 Objetivos.....	56
6.4.1 Objetivo general.....	56
6.4.2 Obejetivos específicos	56
6.5 Análisis de factibilidad	56
6.5.1 Factibilidad técnica	56
6.5.2 Factibilidad operativa	57
6.5.3 Factibilidad económica.....	57
6.6 Fundamentación.....	57
6.6.1 Que son las redes mesh.....	57
6.6.2 Ventajas de las redes mesh	58
6.6.3 Arquitectura	60
6.6.3.1 Arquitectura de red distribuida	60
6.6.3.2 Arquitectura centralizada.....	60
6.6.4 Estándar IEEE 802.11.....	61
6.6.5 Infraestructura de las WMN (Wireless mesh network)	66
6.6.5.1 Topología Ad-hoc	66
6.6.5.2 Topología infraestructura.....	67
6.6.6 Ruteo mesh	68

6.6.7 Tecnologías en seguridad.....	71
6.7 Modelo operativo.....	74
6.7.1 Recopilación de información.....	74
6.7.2 Parque Provincial de la Familia de Ambato.....	74
6.7.3 Red actual del parque de la Familia de la ciudad de Ambato.....	75
6.7.4 Conexión a internet.....	76
6.7.4.1 Características y especificaciones del modem HG530.....	76
6.7.4.2 Diagrama de conexión actual.....	77
6.7.5 Diseño de la red propuesta.....	77
6.7.6 Arquitectura de la red.....	78
6.7.7 Obtención de parámetros de diseño.....	78
6.7.8 Análisis topológico.....	78
6.7.9 Descripción de parámetros de enlaces.....	79
6.7.10 Enlaces de red.....	82
6.7.11 Enlaces Radio Mobile.....	83
6.7.11.1 Enlace Plaza de Distribución - Bares.....	83
6.7.11.2 Enlace Plaza de Distribución - Parqueadero.....	84
6.7.11.3 Enlace Plaza de Distribución - Granjas.....	85
6.7.11.4 Enlace Plaza de Distribución – Plaza Cívica.....	86
6.7.11.5 Enlace Parqueadero - Bares.....	87
6.7.11.6 Enlace Parqueadero - Granjas.....	88
6.7.11.7 Enlace Granja – Plaza Cívica.....	89
6.7.12 Equipo por adquirir y características.....	90
6.7.13 Infraestructura.....	104
6.7.14 Propuesta económica.....	108
6.7.14.1 Costo de equipos.....	108
6.7.14.2 Costo de instalación.....	108
6.7.14.3 Costos totales.....	109
6.8 Conclusiones.....	109
6.9 Recomendaciones.....	110
6.10 Bibliografías.....	111
6.11 Linkografías.....	111
6.12 Glosario técnico.....	114
6.13 Anexos.....	118

6.13.1 Encuesta 1	118
6.13.2 Encuesta 2	119
6.13.3 Radio Mobile	120

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 2.1 Estándares WIMAX	25
Tabla N° 2.2 Protocolos TCP/IP	30
Tabla N° 3.1 Operacionalización de la variable independiente	40
Tabla N° 3.2 Operacionalización de la variable dependiente	41
Tabla N° 4.1 Pregunta 1 encuesta 1	43
Tabla N° 4.2 Pregunta 2 encuesta 1	44
Tabla N° 4.3 Pregunta 3 encuesta 1	45
Tabla N° 4.4 Pregunta 4 encuesta 1	45
Tabla N° 4.5 Pregunta 5 encuesta 1	46
Tabla N° 4.6 Pregunta 1 encuesta 2	47
Tabla N° 4.7 Pregunta 2 encuesta 2	47
Tabla N° 4.8 Pregunta 3 encuesta 2	48
Tabla N° 4.9 Pregunta 4 encuesta 2	49
Tabla N° 6.1 Características de las redes enmalladas	59
Tabla N° 6.2 Comparación de estándares inalámbricos	65
Tabla N° 6.3 Especificaciones y características técnicas del modem HG530	76
Tabla N° 6.4 Parámetros geográficos para el diseño de la red	78
Tabla N° 6.5 Enlace Plaza de Distribución - Bares	83
Tabla N° 6.6 Enlace Plaza de Distribución - Garaje	84
Tabla N° 6.7 Enlace Plaza de Distribución - Granjas	85
Tabla N° 6.8 Enlace Plaza de Distribución - Picnic	86
Tabla N° 6.9 Enlace Garaje - Bares	87
Tabla N° 6.10 Enlace Garaje - Granjas	88
Tabla N° 6.11 Enlace Granjas - Picnic	89
Tabla N° 6.12 Comparación entre equipos mesh	90
Tabla N° 6.13 Router BOARD 433	92

Tabla N° 6.14 Especificaciones técnicas de la antena HG5812U-PRO	95
Tabla N° 6.15 Especificaciones técnicas del Outdoor Access Point MR66	97
Tabla N° 6.16 Especificaciones técnicas de APC SMART UPS SC620.....	103
Tabla N° 6.17 Costos totales de equipos.....	108
Tabla N° 6.18 Costo de instalación.....	109
Tabla N° 6.19 Costo total del diseño de la red.....	109

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1 Árbol del problema	3
Figura N° 2.1 Categoría fundamental variable independiente	9
Figura N° 2.2 Categoría fundamental variable dependiente	9
Figura N° 2.3 Constelación de ideas variable independiente	10
Figura N° 2.4 Constelación de ideas variable dependiente	10
Figura N° 2.5 Componentes de un sistema de comunicación	12
Figura N° 2.6 Cable par trenzado.....	20
Figura N° 2.7 Cable coaxial.....	22
Figura N° 2.8 Fibra óptica.....	22
Figura N° 2.9 Capas del modelo TCP/IP y del modelo OSI.....	31
Figura N° 4.1 Pregunta 1 encuesta 1	43
Figura N° 4.2 Pregunta 2 encuesta 1	44
Figura N° 4.3 Pregunta 3 encuesta 1	45
Figura N° 4.4 Pregunta 4 encuesta 1	46
Figura N° 4.5 Pregunta 5 encuesta 1	46
Figura N° 4.6 Pregunta 1 encuesta 2.....	47
Figura N° 4.7 Pregunta 2 encuesta 2.....	48
Figura N° 4.8 Pregunta 3 encuesta 2.....	48
Figura N° 4.9 Pregunta 4 encuesta 2.....	49
Figura N° 6.1 Red mesh.....	58
Figura N° 6.2 Arquitectura distributiva	60
Figura N° 6.3 Arquitectura centralizada	61
Figura N° 6.4 Modelo OSI y el protocolo 802.11	61
Figura N° 6.5 Topología Ad-hoc	66
Figura N° 6.6 Ad-hoc y mesh	67

Figura N° 6.7 Topología infraestructura	68
Figura N° 6.8 Acceso a WLAN basada en EAP	73
Figura N° 6.9 Plaza de Distribución única área con internet	75
Figura N° 6.10 Diagrama de conexión actual	77
Figura N° 6.11 Áreas del Parque Provincial de la Familia	79
Figura N° 6.12 Zona de fresnel	81
Figura N° 6.13 Enlaces y cobertura de los equipos	82
Figura N° 6.14 Enlace Plaza de Distribución - Bares	83
Figura N° 6.15 Enlace Plaza de Distribución - Parqueadero	84
Figura N° 6.16 Enlace Plaza de Distribución - Granjas.....	85
Figura N° 6.17 Enlace Plaza de Distribución - Picnic	86
Figura N° 6.18 Enlace Parqueadero - Bares	87
Figura N° 6.19 Enlace Parqueadero - Granjas	88
Figura N° 6.20 Enlace Granjas - Picnic	89
Figura N° 6.21 Router BOARD 433	91
Figura N° 6.22 Radio R52Hn Mikrotik	93
Figura N° 6.23 Antena omnidireccional 12 dbi, 5.8 GHz, Hyperlink	94
Figura N° 6.24 Patrones de ganancia de la antena HG5812U-PRO	95
Figura N° 6.25 Outdoor Access Point MR66 Meraki	96
Figura N° 6.26 Antena grilla hyperlink HG5827G direccional	98
Figura N° 6.27 Patrones de ganancia RF de la antena grilla.....	99
Figura N° 6.28 Patrones de antena omnidireccional Meraki 2.4 GHz.....	101
Figura N° 6.29 Inyector PoE.....	102
Figura N° 6.30 APC SMART UPS SC620	102
Figura N° 6.31 Diagrama físico de la red mesh.....	103
Figura N° 6.32 Diagrama lógico de la red mesh.....	104
Figura N° 6.33 Poste Plaza de Distribución.....	105
Figura N° 6.34 Poste entre el Bar y las Canchas	106
Figura N° 6.35 Poste del Parqueadero	106
Figura N° 6.36 Poste de las Granjas	107
Figura N° 6.37 Poste de la Plaza Cívica	107

RESUMEN EJECUTIVO

El primer capítulo pone en evidencia el problema real que tiene el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato, la cual es la insuficiente red de comunicaciones, herramienta importante para alcanzar los objetivos y metas de parque. Ante esto, una red de comunicación mesh permitirá proveer servicios de internet inalámbrico en las distintas áreas del parque brindando mayor disponibilidad.

En el segundo capítulo se dan a conocer los pilares legales y teóricos sobre la investigación, los fundamentos de comunicación inalámbrica y la descripción de los servicios digitales.

En el tercer capítulo se describen los diferentes tipos de investigación que se utilizaron por parte del investigador y se detalla minuciosamente a la población y a la muestra objeto del estudio. Además, se plantean los planes de recolección y proceso de la información.

En el capítulo cuatro se aplica la encuesta, se tabulan y analizan los resultados obtenidos.

En el quinto capítulo se establecen las conclusiones y recomendaciones obtenidas luego del análisis del parque, instrumentos que permitirán a las autoridades de la entidad, observar las debilidades que tiene y mitigar a través del diseño de la red.

En el sexto capítulo se desarrolla la propuesta planteada en el capítulo uno, con la finalidad de proveer servicio de internet en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato, a través de una red mesh.

INTRODUCCIÓN

La evolución tecnología ha sido muy acelerada en los últimos años derivando un espectacular desarrollo en el mundo de las comunicaciones, cada vez se van implementado diversas aplicaciones produciendo más un consumo de ancho de banda y de integración de las informaciones de datos, audio y video, debido al despliegue y al funcionamiento de las aplicaciones como: multimedia, video interactivo entre otras.

Las redes de comunicación han pasado de ser una red cara y exclusiva de grandes prestaciones a convertirse en una herramienta de gran soporte para proveer de servicio de internet inalámbrico. Y como tal, se adecua especialmente, a las tareas de servicio de internet inalámbrico gratuito, diversas empresas e instituciones ya lo utilizan para dar mejores servicios en sus instalaciones.

Las redes de comunicaciones son un pilar fundamental para cubrir las necesidades de las personas y diversas aplicaciones enmiendan dichos aspectos: el internet, la telefonía IP, la videoconferencia, herramientas útiles que a través de redes LAN, MAN, WAN y sus conexiones entre sí, enlazan un gran porcentaje del planeta y de esta forma mantienen al mundo comunicado formando así una red mundial conocida como internet.

Las redes han experimentado importantes innovaciones, así como un crecimiento en el ancho de banda y la velocidad de transmisión y para que sus aplicaciones operen estos aspectos son muy importantes a tomarse en cuenta para una excelente transmisión de la información.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA

Red de comunicación inalámbrica mesh para proveer servicios de internet en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

Hoy en día el avance tecnológico en el campo de las comunicaciones en el mundo entero ha sido de gran ayuda para las actividades laborables, educativas, culturales, entre otras. Así tenemos el acceso a internet mediante redes y topologías controladas por instituciones como la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Sin embargo una gran parte de la población no cuenta con el acceso a un servicio de comunicación, por lo cual mundialmente se ha creado áreas exclusivas que cuentan con sistemas de comunicación inalámbrica que brindan un servicio acorde a necesidades y requerimientos que en la actualidad son una prioridad para un mayor desarrollo para la población.

Por lo cual la demanda por parte de la sociedad de fiabilidad y confianza en la transmisión de información se ha incrementado radicalmente en los últimos años, es así que las redes de comunicación están concebidas como uno de los métodos de desarrollo económico y social más importantes en el mundo contemporáneo.

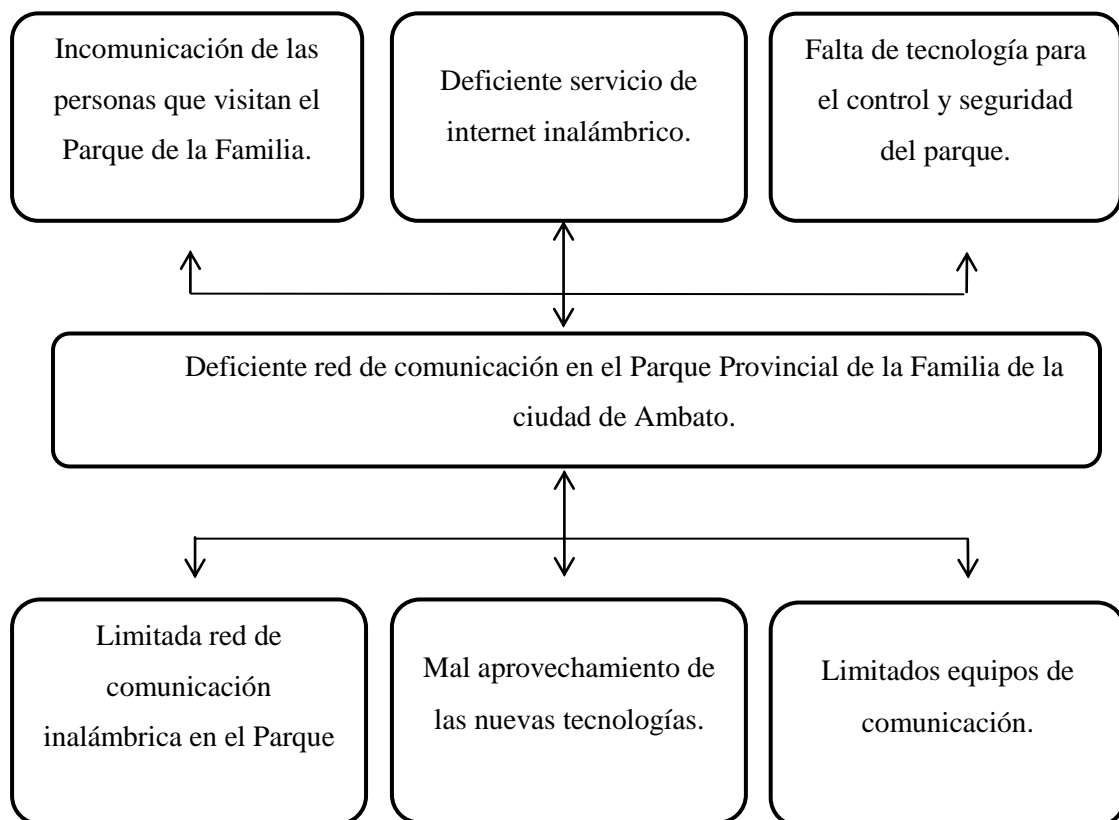
En nuestro país las telecomunicaciones han venido a facilitar la comunicación, mediante nuevas tecnologías y redes inalámbricas que brindan una transmisión

directa de un punto llamado transmisor hacia otro punto receptor, facilitando el acceso gratuito a servicios de comunicación como es el internet.

En la ciudad de Ambato, la falta de áreas con acceso a internet inalámbrico en lugares públicos nos llevará a diseñar redes que permitan brindar este servicio, es así que en el “Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato” las comunicaciones es una necesidad para sus visitantes.

Ya que al contar con un servicio de internet el Parque Provincial de la Familia, podrá proporcionar internet libre con zonas wi-fi gratis, mediante redes mesh que en un futuro se pueden tener mayores aplicaciones como son la instalación de aplicaciones IP para control, vigilancia con cámaras IP, música ambiental IP, aplicaciones de comunicación entre otros.

1.2.2 Árbol del problema



*Figura N° 1.1. Árbol del problema
Elaborado por: David Montesdeoca*

1.2.3 Análisis crítico

El Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato no cuenta con una red de comunicaciones, por lo que uno de los propósitos es proveer servicios de internet inalámbrico, principalmente como un medio para la comunicación y posteriormente para las diversas aplicaciones que a futuro se los pueda implementar.

En la actualidad por el mal aprovechamiento y desconocimiento de las tecnologías de comunicaciones existentes, impiden tener un mayor acceso a servicios, en el que podríamos destacar el internet, mismo que ayudaría en la disponibilidad de información que el parque podría ofrecer en sus programas culturales, deportivos, sociales, etc.

Otra de las causas es la inexistencia de equipos de comunicación en el “Parque Provincial de la Familia”, que no ha permitido dotar de los servicios de internet y sus aplicaciones, como también han impedido la implementación de sistemas de control de acceso y seguridad por medio de cámaras IP, servicios de telefonía y otros servicios a los que se puede acceder, aportando a brindar mayor seguridad y control a las personas que visitan el parque como a sus trabajadores.

1.2.4 Prognosis

En el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato, al no dotarse de una red de comunicación que pueda proveer de internet no se podrá tener el servicio necesario para sus visitantes, como también no permitirá promover sus eventos y programas que el parque puede realizar, como disponer de la infraestructura para implementar nuevos servicios para seguridad y control del mismo.

1.2.5 Formulación del problema

¿Qué incidencia tiene la insuficiente red de comunicación inalámbrica en el servicio de internet en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato?

1.2.6 Preguntas directrices

- ¿Qué red de comunicación dispone el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato?
- ¿Cuenta el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato con servicios de internet inalámbrico para los visitantes?
- ¿Es factible el diseño de un sistema de comunicación con una red mesh para proveer el servicio de internet inalámbrico en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato?

1.2.7 Delimitación del problema

CAMPO: Ingeniería Electrónica y Comunicaciones

ÁREA: Telecomunicaciones

ASPECTO: Sistema de comunicaciones

DELIMITACIÓN ESPACIAL: Esta investigación se realizará en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.

DELIMITACIÓN TEMPORAL: El presente proyecto de investigación tendrá una duración de 12 meses, a partir de que este sea aprobado por el Honorable Consejo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónico e Industrial.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la comunicación, el intercambio de información y los diferentes servicios que ofrece el internet es fundamental por no decirlo esencial lo cual se ha venido utilizando en las grandes ciudades.

La ciencia y la tecnología avanzan a una gran rapidez y hacemos uso de ellas para facilitar nuestros trabajos, por lo que resulta importante el diseño de sistemas de comunicación que brinde servicio de internet en muchos lugares públicos y privados para el beneficio de la población en general.

Las redes mesh es una opción para este servicio el cual puede interconectar varios puntos de acceso inalámbricamente, por medio de enrutadores que brindan mayor disponibilidad y nuevas aplicaciones, como en las grandes ciudades que incorporan la tecnología de la información y comunicación a los procesos propios de la ciudad, como el crear sistemas de seguridad o sistemas de control en beneficio de los ciudadanos.

En el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato, se promueve el desarrollo de las comunicaciones y como primer paso es el brindar un servicio de internet ya que al contar con este servicio en un futuro se puede acceder a varias aplicaciones como sistema de seguridad entre otros.

De esta manera las actividades que se realizan en el parque tanto como congresos y actividades sociales y culturales, dispondrán de salida al internet prestando mayores beneficios y promoviendo así un atractivo turístico a la ciudad.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general:

- Analizar la red de comunicación inalámbrica y su impacto en el servicio de internet en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Analizar el tipo de comunicación inalámbrica en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.
- Analizar las diversas áreas de cobertura de internet en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.
- Proponer el diseño de una red de comunicación inalámbrica mesh que permita proveer servicios de internet en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Dentro de los registros bibliográficos que reposan en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, se logró encontrar los siguientes trabajos investigativos que podrían guardar relación al tema propuesto:

“Red wi-fi para proveer servicios de internet, voz sobre IP y video vigilancia en la ciudadela “El Educador” de la ciudad de Ambato”. Realizado por: Mauricio Javier Laura Paucar. Año 2011.

En conclusión el proyecto anteriormente mencionado nos indica que los usuarios dispondrán de Internet inalámbrico desde sus hogares o de cualquier lugar dentro del área de cobertura de la ciudadela o con una contraseña previa al registro del equipo a la red, es un sistema muy ventajoso, ya que ese va evitar el excesivo tendido de cables pero el inconveniente que presenta es la velocidad de transmisión ya que se trabaja con ondas electromagnética y estas pueden ser invadidas por diversos factores. Para la contratación del servicio de Internet se va disponer de un ISP de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones.

“Diseño de una red inalámbrica con tecnología wifi para la interconexión de dependencias administrativas del instituto tecnológico superior Victoria Vascones Cuvi”. Realizada por: Janneth Elizabeth Moreta Changoluiza. Año 2009.

En conclusión del proyecto tomado como referencia nos indica que es una red inalámbrica para el servicio permanente de transferencia de datos, más que una propuesta es una necesidad, ya que es algo moderno y tecnológicamente avanzado, una

serie de beneficios tales como gran capacidad de red, cobertura omnipresente, pocos equipos, bajos costos de infraestructura y facilidades de desarrollo de las estaciones bases, optimiza el uso de las celdas y macroceldas, permitiendo así el aprovechamiento y el mejor uso del espectro. La tecnología WIFI utilizada en este proyecto permite la transmisión de datos en tiempo real a usuarios.

2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La presente investigación esta basada en la Ley Especial de Telecomunicaciones y Organismos de Control de las Telecomunicaciones, entre los cuales tenemos:

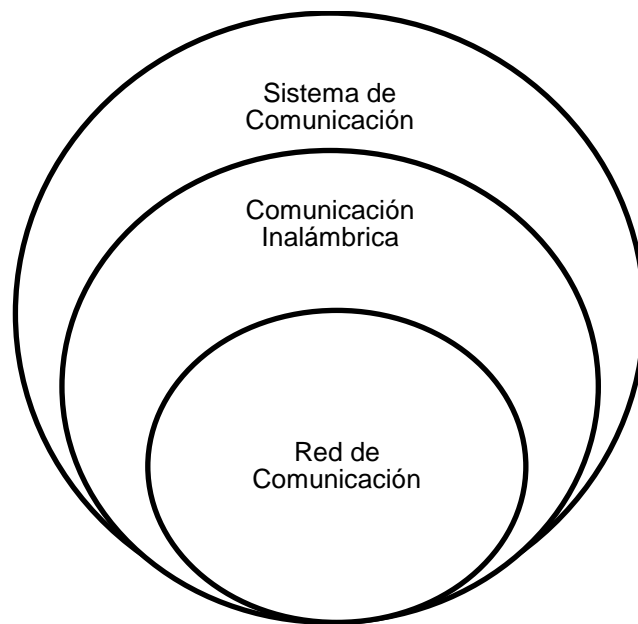
MINTEL: El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información es el órgano rector del desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación en el Ecuador, que emite políticas, planes generales y realiza el seguimiento y evaluación de su implementación.

CONATEL: El Consejo Nacional de Telecomunicaciones es el ente que tiene la representación del estado para administrar y regular las telecomunicaciones ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

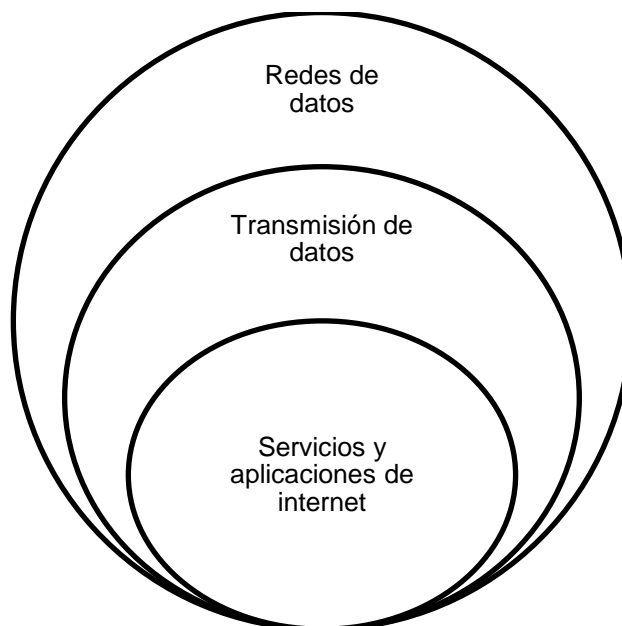
SENATEL: La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones es el organismo encargado de la ejecución de las políticas en telecomunicaciones en el país.

SUPERTEL: La Superintendencia de Telecomunicaciones tiene como misión vigilar, auditar, intervenir y controlar técnicamente la prestación de los servicios de telecomunicaciones, radiodifusión, televisión y el uso del espectro.

2.3 GRÁFICA DE INCLUSIÓN DE LAS CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

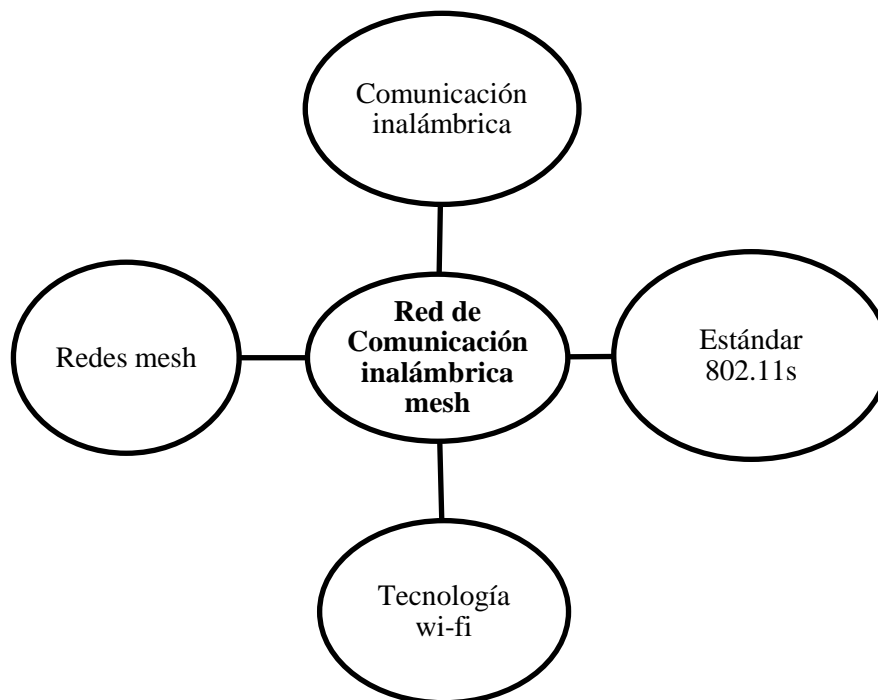


*Figura N^o 2.1. Categoría Fundamental Variable Independiente
Elaborado por: David Montesdeoca*

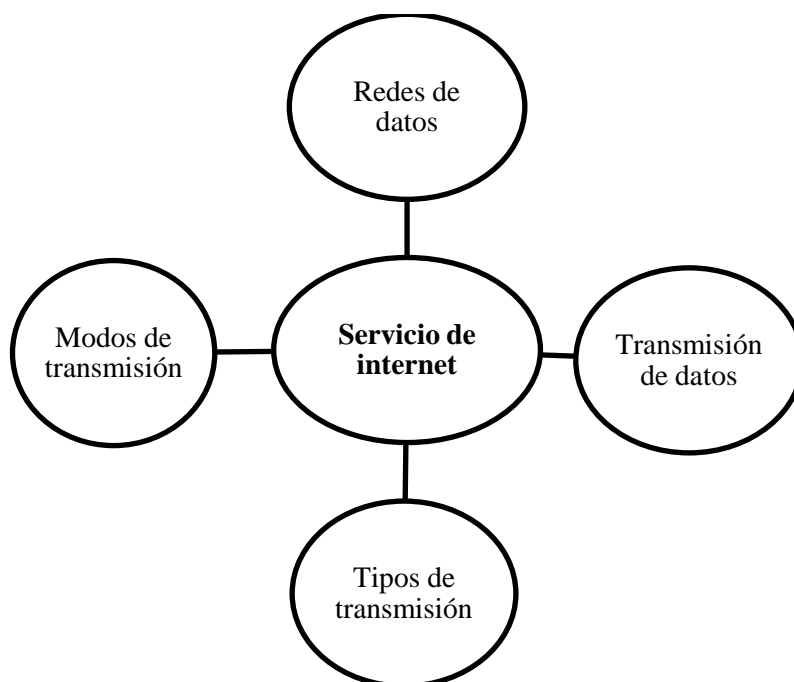


*Figura N^o 2.2. Categoría Fundamental Variable Dependiente
Elaborado por: David Montesdeoca*

2.3.1 CONSTELACIÓN DE IDEAS



*Figura N°. 2.3. Constelación de Ideas de la Variable Independiente
Elaborado por: David Montesdeoca*



*Figura N° 2.4. Constelación de Ideas de la Variable Dependiente
Elaborado por: David Montesdeoca*

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 Telecomunicaciones

Al hablar de telecomunicaciones nos estamos refiriendo a “comunicación a distancia” a un proceso que consiste en transmitir un mensaje e intercambiar información a otras personas desde un punto a otro. Es la forma de comunicarse con las grandes masas de personas ya sea por televisión, radio, internet, etc.

Debemos estar conscientes que las telecomunicaciones nos cambia la vida, ya que nos lleva al progreso por los distintos servicios que nos ofrece, como el uso de la Internet, los teléfonos móviles, los teléfonos con videoconferencias y las nuevas tecnologías de la comunicación a través de cables, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos, todo esto es parte de las telecomunicación y que de una u otra forma están presentes en el desarrollo de los seres humanos.

2.4.2 Tipos de telecomunicaciones

- Telecomunicaciones Terrestres
- Telecomunicaciones Radioeléctricas
- Telecomunicaciones Satelitales

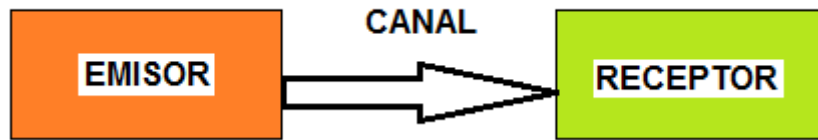
Los tipos de telecomunicaciones en orden cronológico tenemos:

- Telegrafía
- Telefonía
- Telex
- Redes de datos, empleando ya sea conmutación de circuitos o conmutación de paquetes.
- Redes de computadoras locales y de área amplia (LANs y WANs).
- Redes integradas de voz y datos.

2.4.3 Sistema de Comunicación

Es un conjunto de elementos que intervienen en el proceso de intercambio de información, como se muestra en la Figura N^a 2.5, los componentes de un sistema de comunicación son:

- **Emisor:** es el elemento que transmite la información.
- **Receptor:** es el elemento que recibe la información.
- **Canal:** es el medio a través del cual tiene lugar el trasvase de información entre el emisor y el receptor.



*Figura N° 2.5 Componentes de un sistema de comunicación
Elaborado por: David Montesdeoca*

2.4.4 Red de Comunicación

Una red de comunicaciones es una red de enlaces y nodos ordenados para la comunicación a distancia, donde la información pueden pasarse de una red a otra red sobre múltiples enlaces y a través de varios nodos, denominada también como un conjunto de dispositivos o nodos interconectados mediante enlaces de comunicación.

Por ejemplo, para tener acceso a la red telefónica, el equipo terminal requerido consiste en un aparato telefónico; para recibir el servicio de telefonía celular, el equipo terminal consiste en teléfonos portátiles con receptor y transmisor de radio, etc.

En las redes de comunicación también debemos tomar en cuenta algunos estándares según la IEEE (Instituto de Ingenieros en Eléctrica y Electrónica) como es el estándar 802 que define a las redes de área local LAN.

802.1 Definición Internacional de Redes. Define la relación entre los estándares 802 del IEEE y el Modelo de Referencia para Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) de la ISO (Organización Internacional de Estándares). Por ejemplo, este Comité definió direcciones para estaciones LAN de 48 bits para todos los estándares 802, de modo que cada adaptador puede tener una dirección única.

802.2 Control de Enlaces Lógicos. Define el protocolo de control de enlaces lógicos (LLC) del IEEE, el cual asegura que los datos sean transmitidos de forma confiable por medio del enlace de comunicación. La capa de Datos Enlace en el protocolo OSI esta subdividida en las subcapas de Control de Acceso a Medios (MAC) y de Control de Enlaces Lógicos (LLC). En Puentes, estas dos capas sirven como un mecanismo de switcheo modular. El protocolo LLC es derivado del protocolo de Alto Nivel para Control de Datos-Enlaces (HDLC) y es similar en su operación. Nótese que el LLC provee las direcciones de Puntos de Acceso a Servicios (SAP's), mientras que la subcapa MAC provee la dirección física de red de un dispositivo.

El LLC provee los siguientes servicios:

- Servicio orientado a la conexión, en el que una sesión es empezada con un Destino, y terminada cuando la transferencia de datos se completa. Cada nodo participa activamente en la transmisión, pero sesiones similares requieren un tiempo de configuración y monitoreo en ambas estaciones.
- Servicios de reconocimiento orientado a conexiones. Similares al anterior, del que son reconocidos los paquetes de transmisión.
- Servicio de conexión sin reconocimiento. En el cual no se define una sesión. Los paquetes son puramente enviados a su destino. Los protocolos de alto nivel son responsables de solicitar el reenvío de paquetes que se hayan perdido. Este es el servicio normal en redes de área local (LAN's), por su alta confiabilidad.

802.3 Redes CSMA/CD. El estándar 802.3 del IEEE (ISO 8802-3), que define cómo opera el método de Acceso Múltiple con Detección de Colisiones (CSMA/CD) sobre varios medios. El estándar define la conexión de redes sobre cable coaxial, cable de par trenzado, y medios de fibra óptica. La tasa de transmisión original es de 10 Mbits/seg, pero nuevas implementaciones transmiten arriba de las 100 Mbits/seg de datos en cables de par trenzado.

802.4 Redes Token Bus. El estándar token bus define esquemas de red de anchos de banda grandes, usados en la industria de manufactura. Se deriva del Protocolo de Automatización de Manufactura (MAP). La red implementa el método token-passing para una transmisión bus. Un token es pasado de una

estación a la siguiente en la red y la estación puede transmitir manteniendo el token. Los tokens son pasados en orden lógico basado en la dirección del nodo, pero este orden puede no relacionar la posición física del nodo como se hace en una red token ring. El estándar no es ampliamente implementado en ambientes LAN.

802.5 Redes Token Ring. También llamado ANSI 802.1-1985, define los protocolos de acceso, cableado e interface para la LAN token ring. IBM hizo popular este estándar. Usa un método de acceso de paso de tokens y es físicamente conectada en topología estrella, pero lógicamente forma un anillo. Los nodos son conectados a una unidad de acceso central (concentrador) que repite las señales de una estación a la siguiente. Las unidades de acceso son conectadas para expandir la red, que amplía el anillo lógico. La Interface de Datos en Fibra Distribuida (FDDI) fue basada en el protocolo token ring 802.5, pero fue desarrollado por el Comité de Acreditación de Estándares (ASC) X3T9.

Es compatible con la capa 802.2 de Control de Enlaces Lógicos y por consiguiente otros estándares de red 802.

802.6 Redes de Área Metropolitana (MAN). Define un protocolo de alta velocidad donde las estaciones enlazadas comparten un bus dual de fibra óptica usando un método de acceso llamado Bus Dual de Cola Distribuida (DQDB). El bus dual provee tolerancia de fallos para mantener las conexiones si el bus se rompe. El estándar MAN está diseñado para proveer servicios de datos, voz y vídeo en un área metropolitana de aproximadamente 50 kilómetros a tasas de 1.5, 45, y 155 Mbits/seg. DQDB es el protocolo de acceso subyacente para el SMDS (Servicio de Datos de Multimegabits Switcheados), en el que muchos de los portadores públicos son ofrecidos como una manera de construir redes privadas en áreas metropolitanas.

Los servicios de las MAN son Sin Conexión, Orientados a Conexión, y/o isócronas (vídeo en tiempo real). El bus tiene una cantidad de slots de longitud fija en el que son situados los datos para transmitir sobre el bus. Cualquier estación que necesite transmitir simplemente sitúa los datos en uno o más slots. Sin embargo, para servir datos isócronos, los slots en intervalos regulares son reservados para garantizar que los datos llegan a tiempo y en orden.

802.7 Grupo Asesor Técnico de Anchos de Banda. Este comité provee consejos técnicos a otros subcomités en técnicas sobre anchos de banda de redes.

802.8 Grupo Asesor Técnico de Fibra Óptica. Provee consejo a otros subcomités en redes por fibra óptica como una alternativa a las redes basadas en cable de cobre. Los estándares propuestos están todavía bajo desarrollo.

802.9 Redes Integradas de Datos y Voz. El grupo de trabajo del IEEE 802.9 trabaja en la integración de tráfico de voz, datos y vídeo para las LAN 802 y Redes Digitales de Servicios Integrados (ISDN's). Los nodos definidos en la especificación incluyen teléfonos, computadoras y codificadores/decodificadores de vídeo (codecs). La especificación ha sido llamada Datos y Voz Integrados (IVD). El servicio provee un flujo multiplexado que puede llevar canales de información de datos y voz conectando dos estaciones sobre un cable de cobre en par trenzado. Varios tipos de diferentes de canales son definidos, incluyendo full duplex de 64 Kbits/seg sin switcheo, circuito switcheado, o canales de paquete switcheado.

802.10 Grupo Asesor Técnico de Seguridad en Redes. Este grupo trabaja en la definición de un modelo de seguridad estándar que opera sobre una variedad de redes e incorpora métodos de autenticación y encriptamiento. Los estándares propuestos están todavía bajo desarrollo en este momento.

802.11 Redes Inalámbricas. Este comité está definiendo estándares para redes inalámbricas. Trabaja en la estandarización de medios como el radio de espectro de expansión, radio de banda angosta, infrarrojo, y transmisión sobre líneas de energía. Dos enfoques para redes inalámbricas se han planeado. En el enfoque distribuido, cada estación de trabajo controla su acceso a la red. En el enfoque de punto de coordinación, un hub central enlazado a una red alámbrica controla la transmisión de estaciones de trabajo inalámbricas.

802.12 Prioridad de Demanda (100VG-ANYLAN). Este comité está definiendo el estándar Ethernet de 100 Mbits/seg. Con el método de acceso por Prioridad de Demanda propuesto por Hewlett Packard y otros vendedores. El cable especificado es un par trenzado de 4 alambres de cobre y el método de acceso por Prioridad de Demanda usa un hub central para controlar el acceso al

cable. Hay prioridades disponibles para soportar envío en tiempo real de información multimedia.

802.14 Modems de Cable. Este grupo es una parte de la larga serie del estándar 802 de LAN/MAN. Esta caracterizado para crear estándares para transportar información sobre el cable tradicional de redes de TV. Define los protocolos de Capa Física y Control de Acceso al Medio (MAC) de redes usando cables híbridos fibra óptica/coaxial (HFC).

802.15 WPAN (Bluetooth). Define las redes de área personal sin cable (WPAN, Wireless Personal Area Networks), se enfoca básicamente en el desarrollo de estándares tipo WPAN o redes inalámbricas de corta distancia permitiendo la interoperabilidad de las redes inalámbricas LAN con las redes tipo PAN facilitando la comunicación entre equipos móviles y fijos sin cables o conectores.

802.16 Redes de acceso metropolitanas sin hilos de banda ancha (WIMAX). Define las características técnicas del protocolo de comunicaciones en acceso wireless en áreas remotas, difíciles y costosas de acceder con cable o fibra. También incluye funciones de seguridad robustas y de Calidad de servicio (QoS).

802.17 Anillo de paquete elástico. Es un estándar diseñado para el transporte óptimo de datos en redes de anillo de fibra óptica. Está diseñada para proporcionar la resistencia encontrada en redes SONET/SDH (Red óptica síncrona / Jerarquía digital síncrona) pero, en lugar de establecer conexiones de circuitos orientados, proporciona una transmisión basada en paquetes, para incrementar la eficiencia de Ethernet y servicios IP.

802.18 Grupo de asesoría técnica sobre normativas de radio. Este grupo no crea estándares inalámbricos, pero funciona para crear el marco regulador adecuado para las tecnologías de redes LAN para el uso en la banda de frecuencia de 5 GHz.

802.19 Grupo de asesoría técnica sobre coexistencia. Es el Wireless Convivencia del Grupo Técnico Asesor.

802.20 Mobile broadband wireless access. Es el estándar de banda ancha móvil de acceso inalámbrico (MBWA) para redes inalámbricas móviles de acceso a internet.

802.21 Media independent Handoff. Este estándar soporta algoritmos que permitan la entrega sin fisura entre las redes del mismo tipo, así como la transferencia entre distintos tipos de redes también llamados medios de comunicación independientes.

802.22 Wireless regional área network. Es un estándar (WRAN) que utiliza espacios blancos en el espectro de frecuencias de los canales de TV.

2.4.5 Comunicación alámbricas e inalámbricas

Las redes alámbricas se comunican a través de cables de datos generalmente basados en Ethernet. Los cables de datos conocidos como cables de red de Ethernet o cables con hilos conductores, son mejores cuando se necesita mover datos a altas velocidades, como medios multimedia de calidad profesional.

Las redes inalámbricas no son más que un conjunto de cualquier dispositivo de comunicación, comunicados entre sí mediante soluciones que no requieran el uso de cables.

En el caso de las redes locales inalámbricas, el sistema que se está imponiendo es el normalizado por IEEE con el nombre 802.11, a esta norma se la conoce más habitualmente como WI-FI (Wireless Fidelity).

2.4.6 Comunicación alámbrica

La comunicación alámbrica o también llamada por cable es la que se necesita un soporte físico para la transmisión de la señal eléctrica.

2.4.6.1 Tipos De Redes

Redes de área local: las redes de área local LAN (local area networks) llevan mensajes a velocidades relativamente grande entre computadores conectados a un único medio de comunicaciones: un cable de par trenzado, un cable coaxial o una fibra óptica. En el cual un segmento es una sección de cable que da servicio y que puede tener varios computadores conectados, el ancho de banda del mismo

se reparte entre dichos computadores. Las redes de área local mayores están compuestas por varios segmentos interconectados por conmutadores (switches) o concentradores (hubs).

Redes de área extensa: las redes de área extensa WAN pueden llevar mensajes entre nodos que están a menudo en diferentes organizaciones y quizás separadas por grandes distancias, pero a una velocidad menor que las redes LAN. El medio de comunicación está compuesto por un conjunto de círculos de enlazadas mediante computadores dedicados, llamados routers o encaminadores.

Redes de área metropolitana: las redes de área metropolitana MAN (metropolitan area networks) se basan en el gran ancho de banda de las redes cableadas de cobre y fibra óptica recientemente instalados para la transmisión de videos, voz, y otro tipo de datos. Varias han sido las tecnologías utilizadas para implementar el encaminamiento en las redes LAN, desde Ethernet hasta ATM.

2.4.6.2 Transmisión de datos

Toda comunicación lleva implícita la transmisión de información de un punto a otro, pasando por una serie de procesos. La ITU-T (antes CCITT) en su norma X.15 define la transmisión de datos como la acción de cursar datos, a través de un medio de telecomunicaciones, desde un lugar en que son originados hasta otro en el que son recibidos.

Una de las definiciones más comunes de transmisión de datos es la transmisión es el movimiento de información codificada, de un punto a uno o más puntos, mediante señales eléctricas, ópticas, electroópticas o electromagnéticas.

Los principales objetivos que debe satisfacer un sistema de transmisión de datos son:

- Reducir tiempo y esfuerzo.
- Aumentar la velocidad de entrega de la información.
- Reducir costos de operación.
- Aumentar la capacidad de las organizaciones a un costo incremental razonable.
- Aumentar la calidad y cantidad de la información.

2.4.6.3 Formas de transmisión

Transmisión Analógica: la señal tiende a debilitarse con la distancia lo cual implica en ocasiones tener que emplear amplificadores con el objetivo de aumentar su energía. Se caracterizan por el continuo cambio de amplitud de la señal. En una señal analógica el contenido de información es muy restringido; tan solo el valor de la corriente y la presencia o no de esta puede ser determinado.

Transmisión Digital: Estas señales no cambian continuamente, sino que es transmitida en paquetes discretos. No es tampoco inmediatamente interpretada, sino que debe ser primero decodificada por el receptor. El método de transmisión también es otro: como pulsos eléctricos que varían entre dos niveles distintos de voltaje.

2.4.6.4 Modos de Transmisión

Simplex (SX)

Con el funcionamiento símplex, las transmisiones solo se hacen en una dirección. A veces a los sistemas simplex se los llama solo en un sentido, solo recibir o solo transmitir.

Semidúplex (HDX, de half duplex)

En el funcionamiento semidúplex, las transmisiones se pueden hacer en ambas direcciones, pero no al mismo tiempo.

Dúplex total (FDX, de full duplex)

Con el funcionamiento duplex total, o simplemente duplex, puede haber transmisiones en ambas direcciones al mismo tiempo.

Dúplex total/general (F/FDX, de full/full duplex)

Con la operación en duplex total/general es posible transmitir y recibir en forma simultánea, pero no necesariamente entre las mismas dos estaciones (es decir, una estación puede transmitir a una segunda estación y recibir al mismo tiempo de una tercera estación).

2.4.6.5 Medios de transmisión alámbricos

El medio de transmisión constituye el soporte físico a través del cual emisor y receptor pueden comunicarse en un sistema de transmisión de datos llamado medios guiados, así tenemos:

Pares trenzados.- Este consiste en dos alambres de cobre aislados, en general de 1mm de espesor. Los alambres se entrelazan en forma helicoidal, como en una molécula de DNA, como muestra la figura N° 2.6. La forma trenzada del cable se utiliza para reducir la interferencia eléctrica con respecto a los pares cercanos que se encuentran a su alrededor. Los pares trenzados se pueden utilizar tanto para transmisión analógica como digital, se encuentran en varias categorías así:

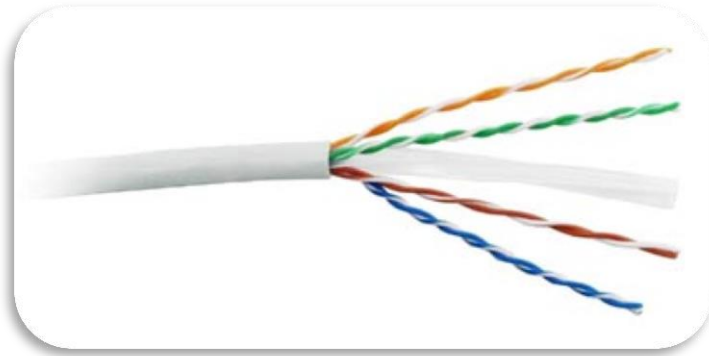


Figura N° 2.6 Cable par trenzado

<http://esp.hyperlinesystems.com/catalog/cable/utp-c6-s.shtml>

- Cat 1: Actualmente no reconocido por TIA/EIA. Previamente usado para comunicaciones telefónicas POTS (Servicio Telefónico Ordinario Antiguo), RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) y cableado de timbrado.
- Cat 2: Actualmente no reconocido por TIA/EIA. Previamente fue usado con frecuencia en redes token ring de 4 Mbit/s.
- Cat 3: Actualmente definido en TIA/EIA-568-B, usado para redes de datos usando frecuencias de hasta 16 MHz, para redes ethernet de 10 Mbit/s.
- Cat 4: Actualmente no reconocido por TIA/EIA. Posee rendimiento de hasta 20 MHz, y fue frecuentemente usado en redes token ring de 16 Mbit/s.

- Cat 5: Actualmente no reconocido por TIA/EIA. Posee rendimiento de hasta 100 MHz, y es frecuentemente usado en redes ethernet de 100 Mbit/s ethernet networks, también usado para ethernet de gigabit 1000BASE-T.
- Cat 5e: Actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Posee rendimiento de hasta 100 MHz, y es frecuentemente usado tanto para ethernet 100 Mbit/s como para ethernet 1000 Mbit/s (gigabit).
- Cat 6: Actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Posee rendimiento de hasta 250 Mhz, más del doble que las categorías 5 y 5e. Usado principalmente para Gigabit.
- Cat 6a: opera a frecuencias de hasta 500 MHz, tanto para cables shielded (blindados) como unshielded (no blindado) y proveerán transferencias de hasta 10 Gbit/s. Soporta una distancia máxima de 100 metros en un canal de 4 conectores.
- Cat 7: Nombre informal aplicado al cableado de clase F de ISO/IEC 11801. Este estándar especifica 4 pares blindados individualmente dentro de otro blindaje, transmite a frecuencias de hasta 600 MHz.

Cable coaxial.- El cable coaxial consta de un alambre de cobre duro en su parte central, es decir, que constituye el núcleo, el cual se encuentra rodeado por un material aislante. Este material aislante está rodeado por un conductor cilíndrico que frecuentemente se presenta como una malla de tejido trenzado. El conductor externo está cubierto por una capa de plástico protector como se observa en la figura N° 2.7.

La construcción del cable coaxial produce una buena combinación y un gran ancho de banda y una excelente inmunidad al ruido. El ancho de banda que se puede obtener depende de la longitud del cable; para cables de 1km, por ejemplo, es factible obtener velocidades de datos de hasta 10Mbps, y en cables de longitudes menores, es posible obtener velocidades superiores.

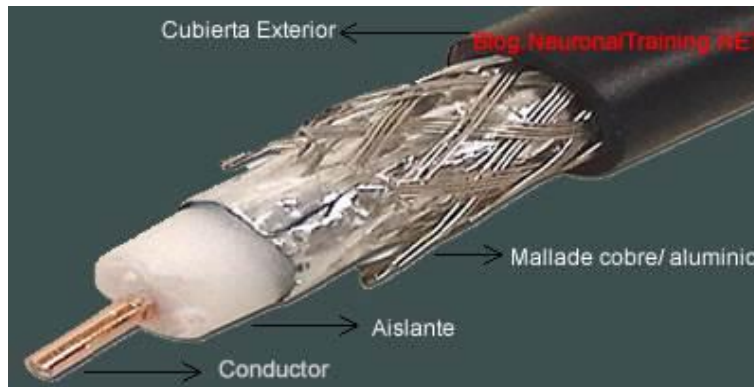


Figura N° 2.7 Cable Coaxial

<http://www.zero13wireless.net/foro/showthread.php?14216-Como-conectar-cable-coaxial-a-este-placa>

Fibra óptica.- Un cable de fibra óptica consta de tres secciones concéntricas. La más interna, el núcleo, consiste en una o más hebras o fibras hechas de cristal o plástico. Cada una de ellas lleva un revestimiento de cristal o plástico con propiedades ópticas distintas a las del núcleo. La capa más exterior, que recubre una o más fibras, debe ser de un material opaco y resistente. En la figura N° 2.8 se muestra la fibra y sus partes.

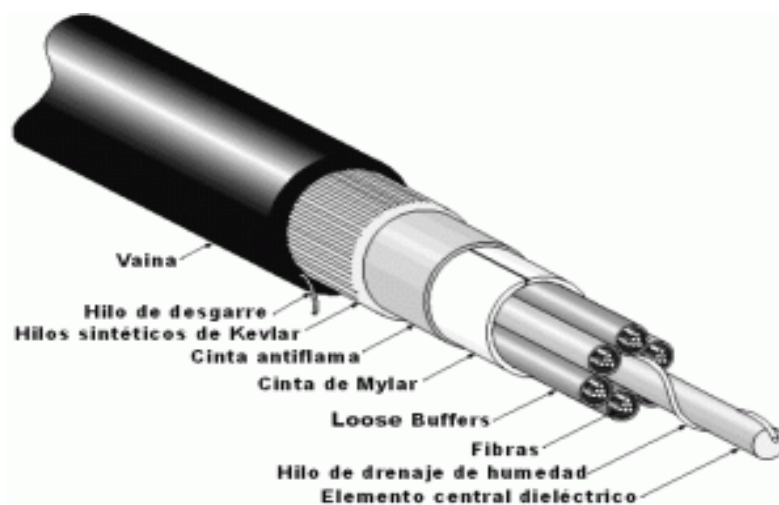


Figura N° 2.8 Fibra Óptica

<http://blog.soporteti.net/documentacion-tecnica/fibra-optica-que-es-y-como-funciona/>

Uno de los parámetros más característicos de las fibras es su relación entre los índices de reflexión del núcleo y de la cubierta que depende también del radio del núcleo y que se denomina frecuencia fundamental o normalizada, los parámetros se pueden clasificar en dos clases:

- **Monomodo.-** Una fibra monomodo tiene habitualmente un núcleo de 8 micrones y una cubierta de 125 micrones de diámetro. La fuente de luz utilizada para las fibras ópticas monomodo es un láser de amplificación de luz por emisión estimulada de radiación (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). Este laser es generado por un diodo laser semiconductor. La distancia máxima para un enlace de fibra óptica monomodo es de 20km. Sólo se propagan los rayos paralelos al eje de la fibra óptica, consiguiendo el rendimiento máximo, con un ancho de banda aproximado de 100 GHz por kilómetro. Este tipo de fibras necesitan el empleo de emisores láser para la inyección de la luz, lo que proporciona un gran ancho de banda y una baja atenuación con la distancia, por lo que son utilizadas en redes metropolitanas y redes de área extensa.
- **Multimodo.-** Una fibra multimodo tiene un núcleo de 50 ó 62,5 micrones y una cubierta de 125 micrones de diámetro. La fuente de luz que suele utilizarse con las fibras multimodo es un LED (Light Emitting diode). La distancia máxima para un enlace de fibra óptica multimodo ($62.5/125$) es de 3 km. Son las más utilizadas en las redes locales por su bajo costo.

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.

2.4.7 Comunicación Inalámbrica

La comunicación inalámbrica o sin cables es aquella en la que extremos de la comunicación (emisor/receptor) no se encuentran unidos por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio.

2.4.7.1 Medios de transmisión inalámbrica

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.

Su aplicación suele estar relacionada con los radioaficionados y con equipos de comunicación militares, también la televisión y los aviones.

Microondas.- Además de su aplicación en hornos, las microondas nos permiten transmisiones tanto terrestres como con satélites. Dada su frecuencia, del 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”.

Spread Spectrum.- Es una técnica de modulación empleada en telecomunicaciones para la transmisión de datos digitales y por radiofrecuencia. El fundamento básico es el "ensanchamiento" de la señal a transmitir a lo largo de una banda muy ancha de frecuencias, mucho más amplia, de hecho, que el ancho de banda mínimo requerido para transmitir la información que se quiere enviar. La señal de espectro ensanchado, una vez ensanchada puede coexistir con señales en banda estrecha, ya que sólo les aportan un pequeño incremento en el ruido. En lo que se refiere al receptor de espectro ensanchado, él no ve las señales de banda estrecha, ya que está escuchando un ancho de banda mucho más amplio gracias a una secuencia de código preestablecido.

El sistema de espectro ensanchado satisface dos criterios:

- El ancho de banda de la señal que se va a transmitir es mucho mayor que el ancho de banda de la señal original.
- El ancho de banda transmitido se determina mediante alguna función independiente del mensaje y conocida por el receptor.

WIMAX.- Las siglas de Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad mundial para acceso por microondas), es una norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,3 a 3,5 Ghz.

Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocidas como bucle local que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. El estándar que define esta

tecnología es el IEEE 802.16, en la tabla N° 2.1 se puede observar un resumen del estándar. Una de sus ventajas es dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costos por usuario muy elevados (zonas rurales).

Estándar	Frecuencia	Estado	Rango
IEEE std 802.16	Delimita redes de área metropolitana inalámbricas (WMAN) en banda de frecuencia superiores a 10 GHz	Octubre de 2002	Obsoleto
IEEE std 802.16 ^a	Delimita redes de área metropolitana inalámbricas en bandas de frecuencia desde 2 a 11 GHz inclusive.	9 de octubre de 2003	Obsoleto
IEEE 802.16b	Delimita redes de área metropolitana inalámbricas en bandas de frecuencia desde 10 a 60 GHz inclusive.		Anexado a 802.16a (obsoleto)
IEEE std 802.16c	Delimita opciones (perfiles) para redes de área metropolitana inalámbricas en bandas de frecuencia sin licencia.		Julio de 2003
IEEE std 802.16d (IEEE std 802.16-2004)	Revisión que incorporó los estándares 802,16, 802,16a y 802.16c.	1 de octubre de 2004	Activo
IEEE std 802.16e	Permite que los clientes de tecnología móvil utilicen redes de área metropolitana inalámbricas.		Sin ratificar
IEEE std 802.16f	Permite que se usen las redes en malla.		Sin ratificar

Tabla N° 2.1 Estándares WIMAX
Elaborado por: David Montesdeoca

Características Principales

- Distancias de hasta 80 kilómetros, con antenas muy direccionales y de alta ganancia.
- Velocidades de hasta 75 Mbps, 35+35 Mbps, siempre que el espectro esté completamente limpio.
- Facilidades para añadir más canales, dependiendo de la regulación de cada país.
- Anchos de banda configurables y no cerrados, sujetos a la relación de espectro.

- Permite dividir el canal de comunicación en pequeñas subportadoras (dos tipos: guardías y datos)

Wi-Fi.- Con la tecnología WI-FI se pueden establecer comunicaciones a velocidades entre 11 Mbps a una máxima de 54 Mbps, alcanzándose distancia de hasta 50 de metros. Al contrario las velocidades de 75 hasta los 100 Mbps, son las redes Wimax que son la base de las Redes Metropolitanas de acceso a Internet, sirven de apoyo para facilitar las conexiones en zonas rurales, y se utilizará en el mundo empresarial para implementar las comunicaciones internas. Además, su popularización supondrá el despegue definitivo de otras tecnologías, como VoIP (llamadas de voz sobre el protocolo IP).

2.4.8 Red MESH

Es una de las tecnologías emergentes más interesantes en redes inalámbricas. Utilizándola podemos interconectar varios puntos de acceso *Wi-Fi* (también llamados *nodos*) y formar una *mesh* o malla de conexión que proporciona una amplia cobertura.

Son redes con topología de infraestructura pero que permiten unirse a la red a dispositivos que a pesar de estar fuera del rango de cobertura de los puntos de acceso están dentro del rango de cobertura de alguna tarjeta de red (TR) que directamente o indirectamente está dentro del rango de cobertura de un punto de acceso (PA).

La tecnología mesh utiliza los estándares establecidos de forma totalmente novedosa. El conjunto de nodos proporciona una zona de cobertura inalámbrica muy extensa, los nodos son capaces de establecer comunicación entre ellos en sus zonas de cobertura se solapan entre sí.

2.4.8.1 Estándar 802.11s

El objetivo del estándar 802.11s es crear la malla inalámbrica global a lo largo de todo el globo. Sus principales caballos de batalla son: el hardware de bajo coste y el software libre y este protocolo podría beneficiar a más de mil millones de personas en todo el mundo.

El uso de la norma IEEE 802.11s que se trata de una serie de protocolos mediante los cual se pueden crear redes inalámbricas malladas con el objetivo de que sean auto gestionables. Los dispositivos de dichas redes tienen la inteligencia suficiente como para ir creando ellos mismos las rutas de manera dinámica optimizando el tráfico de información y evitando fallos en la conectividad en caso de que determinados nodos de la red se desconectasen.

2.4.8.2 Protocolos de enrutamiento Mesh

Los protocolos de enrutamiento mesh más usados son:

- MMRP (Mobile Mesh)

Es un protocolo de malla móvil de enrutamiento en una o más interfaces IP. Calcula rutas unicast para todos los demás nodos de malla dentro de la nube móvil y modificada la tabla de enrutamiento IP, para mejoras la escalabilidad realiza una técnica llamada ojo de pez de enrutamiento donde la resolución de mapa de un nodo de la red es una función de la distancia.

- OSPF (Open Shortest Path First)

Es un protocolo de enrutamiento desarrollado para protocolo de Internet (IP) por el Interior Gateway Protocol (IGP), es que el protocolo es abierto, lo que significa que su especificación está en el dominio público, también se basa en el algoritmo SPF, que a veces se conoce como el algoritmo de Dijkstra, que es un protocolo de enrutamiento de estado de enlace que pide el envío de anuncios de estado de enlace (LSA) a todos los otros routers en el área jerárquica misma.

- OLSR (Optimized Link State Routing)

El protocolo es una optimización del algoritmo de estado de enlace clásico adaptado a los requisitos de una LAN inalámbrica móvil. El concepto clave que se utiliza en el protocolo es el de los relevadores multipunto (MPR). Ofrece rutas óptimas (en términos de número de saltos), es particularmente adecuado para redes grandes y densas.

- OLSR con medidas ETX (Expected Transmission Count)

El OLSR con ETX usa como criterio el número de pérdidas en una ruta, seleccionando así las de mayor calidad del enlace, puede ser usado en combinación con otros protocolos de enrutamiento.

- AODV (Ad Hoc On-Demand Distance Vector)

Se trata de un protocolo de enrutamiento reactivo. La tabla de enrutamiento sólo se actualiza bajo demanda y la información permanece almacenada el tiempo necesario para que se realice la comunicación. Cuando un nodo demanda información, envía mensajes de “route request” (RREQ) y espera a que los nodos adyacentes contesten con un mensaje del tipo “route reply” (RREP) para formar la ruta. Una vez creada la ruta, si un nodo falla se envía un mensaje de error (RERR) al que demanda para que pueda calcular una nueva ruta óptima. El protocolo está diseñado para redes móviles Ad-Hoc con gran cantidad de nodos y distintos grados de movilidad.

- HWMP (Hybrid Wireless Mesh Protocol)

El estándar IEEE 802.11s establece como obligatoria la utilización de este protocolo en la construcción de redes inalámbricas mesh, aunque permite a los proveedores utilizar protocolos alternativos. Combina el concepto de descubrimiento de rutas bajo demanda con el de creación de árbol de enrutamiento proactivo (tablas).

- AP (Access Point)

El Punto de Acceso, es el punto donde confluyen las redes de las distintas organizaciones proveedoras de servicios de internet, conocidas con el nombre de Internet Service Provider o ISP. A través de los AP se intercambia el tráfico de internet entre las diferentes ISP que conectan sus routers a la red de conmutación del AP.

2.4.8.3 Beneficios y Funcionamiento

Las redes Wi-Fi en malla son útiles en lugares donde no existe cableado UTP, muchos de los fabricantes se están concentrando en ambientes exteriores. En

muchos lugares se ha incrementado el Internet público sobre redes Wi-Fi, tales como aeropuertos o comercios.

Un aspecto fundamental del funcionamiento de las redes en malla es que la comunicación entre un nodo y cualquier otro puede ir más allá del rango de cobertura de cualquier nodo individual. Esto se logra haciendo un enrutamiento multisaltos, donde cualquier par de nodos que desean comunicarse podrán utilizar para ello otros nodos inalámbricos intermedios que se encuentren en el camino. Esto es importante si se compara con las redes tradicionales Wi-Fi, los AP a su vez necesitan de una red cableada para comunicarse entre sí. Con las redes en malla, no es necesario tener AP, pues todos los nodos pueden comunicarse directamente con los vecinos dentro de su rango de cobertura inalámbrica y con otros nodos distantes mediante el enrutamiento multisalto ya mencionado.

2.4.9 Protocolo TCP/IP

El nombre TCP/IP proviene de dos de los protocolos más importantes de la familia de protocolos Internet, el Transmission Control Protocol (TCP) y el Internet Protocol (IP).

La principal virtud de TCP/IP estriba en que está diseñada para enlazar ordenadores de diferentes tipos, incluyendo PCs, minis y mainframes que ejecuten sistemas operativos distintos sobre redes de área local y redes de área extensa, por tanto, permite la conexión de equipos distantes geográficamente.

Internet se encuentra estrechamente unida a un sistema de protocolo de comunicación denominado TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol), que se utiliza para transferir datos en Internet además en muchas redes de área local. En la tabla N° 2.2 se describe los protocolos TCP/IP más comunes con los servicios que proporcionan.

El conjunto de protocolos TCP/IP se corresponde con el modelo de comunicaciones de red definido por la International Organization for Standardization (ISO). Este modelo se denomina modelo de referencia Interconexión de sistemas abiertos (OSI).

Protocolos TCP/IP	Servicio
Protocolo Internet (IP)	Proporciona servicios para la entrega de paquetes (encaminamiento) entre nodos.
Protocolo de control de mensaje Internet (ICMP)	Regula la transmisión de mensajes de error y control entre los host y las gateways.
Protocolo de resolución de direcciones (ARP)	Asigna direcciones Internet a direcciones físicas.
Protocolo de resolución de direcciones invertidas (RARP)	Asigna direcciones físicas a direcciones Internet.
Protocolo de control de transmisión (TCP)	Proporciona servicios de envío de flujos fiables entre los clientes.
Protocolo de datagrama de usuario (UDP)	Proporciona servicio de entrega de datagramas no fiable entre clientes.
Protocolo de transferencia de archivos (FTP)	Proporciona servicios de nivel de aplicación para la transferencia de archivos.
TELNET	Proporciona un método de emulación de terminal.
Protocolo de información de encaminamiento (RIP)	Permite el intercambio de información de encaminamiento de vectores de distancia entre routers.
Protocolo Abrir la vía más corta primero (OSPF)	Permite el intercambio de información de encaminamiento de estado del enlace entre routers.
Protocolo Gateway externo (EGP)	Permite el intercambio de información de encaminamiento entre routers externos.

***Tabla N° 2.2: Protocolos TCP/IP
Elaborado por: David Montesdeoca***

2.4.9.1 Modelo OSI

El modelo OSI describe un sistema de redes ideal que permite establecer una comunicación entre procesos de capas distintas y fáciles de identificar. En el host, las capas prestan servicios a capas superiores y reciben servicios de capas inferiores. En la figura N° 2.9 se puede apreciar las capas del modelo TCP/IP y el modelo OSI.

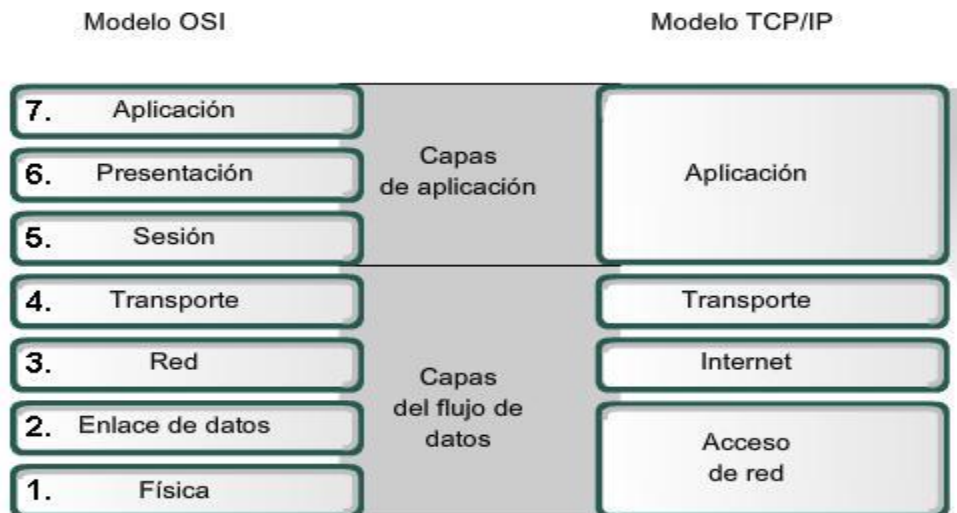


Figura N° 2.9 Capas del Modelo TCP/IP y del Modelo OSI

<http://expertocna.blogspot.com/2008/06/introduccion-tcpip-comparacion-entre-el.html>

2.4.10 Protocolo IP

El protocolo IP es el estándar actual de Internet para identificar dispositivos conectados a esta red. Implementa dos funciones básicas direccionamiento y fragmentación. Los módulos IP 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. Este protocolo usa cuatro mecanismos clave para prestar su servicio, así tenemos

- **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 el internet.
- **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.

2.4.10.1 Protocolo IPv4

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.

Direcciones IPv4

Las direcciones IPv4 están representadas por cuatro dígitos decimales separados por puntos, que equivalen al valor de cada uno de los cuatro bytes. 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

En la actualidad el protocolo IPv4 presenta los siguientes problemas:

- El direccionamiento, para lo cual existe una solución, la reasignación de dicho espacio de direcciones, pero el 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.
- El crecimiento de Internet lleva hacia el agotamiento de las direcciones IPv4, y se ha convertido en el factor impulsor en la creación y adopción de nuevas tecnologías, incluidas las redes classful, las direcciones CIDR e IPv6.

- 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.

2.4.10.2 Protocolo IPv6

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

Las principales características del protocolo IPv6 son 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.
- Mientras el uso de IPSec 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.

Direccionamiento IPv6

Dado que la característica más representativa del protocolo 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 largo que una dirección IPv4.

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 interfaces. Con la topología apropiada para ruteo multicast, los paquetes direccionados a una dirección multicast son entregados a todas las interfaces que son identificadas por la dirección.

- **Anycast:** Una dirección anycast es aquella que identifica múltiples interfaces. 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.

2.4.10.3 Protocolo MPLS

El protocolo MPLS (multi-protocolo de conmutación mediante etiquetas), es una evolución de numerosas tecnologías propias de conmutación IP, todas ellas condujeron a la adaptación del estándar conocido como REC 3031 IETF, creado por la IETF (Fuerza de Tareas de Ingeniería de Internet). Este protocolo opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red del modelo OSI.

El protocolo MPLS se basa en el etiquetado de los paquetes en base a criterios de prioridad y/o calidad (QoS) realizando la conmutación de los paquetes o datagramas en función de las etiquetas añadidas en capa 2 y etiquetar dichos paquetes según la clasificación establecida. Por tanto MPLS permite ofrecer QoS, independientemente de la red sobre la que se implemente.

El etiquetado en capa 2 permite ofrecer servicio multiprotocolo y portable sobre varias tecnologías de capa de enlace, como pueden ser: ATM, Frame Relay, líneas dedicadas, LANs. 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.

2.4.11 Internet

Internet es una red de redes interconectadas entre sí. Incluye universidades, instituciones de investigación, redes comerciales y militares. Es una red que une más de 50 países y su expansión no se puede predecir. La información que es enviada es dividida en pequeños paquetes que recorren caminos independientes

en la red hasta llegar a su destino final. Donde son organizados y reunificados como un todo al ser recibidos.

2.4.11.1 Servicios de internet

En muchas ocasiones se tiende a identificar internet con la navegación, las visitas a páginas web. La World Wide Web (WWW) es sólo uno de los servicios que ofrece Internet, aunque sin lugar a dudas es el más conocido y popular, junto con el servicio de correo electrónico. A continuación repasaremos algunos de los servicios más utilizados en Internet.

DNS (Domain Name System)

El Domain Name System (DNS), o Sistema de Nombres de Dominio, comprende personas, instituciones reguladoras, archivos, máquinas y software trabajando conjuntamente. El servidor de DNS es traducir tu nombre de dominio en una dirección IP. El servicio de DNS permite, una vez configurado, que tu web y tu correo electrónico sea localizado desde cualquier lugar del mundo mediante tu nombre de dominio. Es una base de datos distribuida, con información que se usa para traducir los nombres de dominio, fáciles de recordar y usar por las personas, en números de protocolo de Internet (IP) que es la forma en la que las máquinas pueden encontrarse en Internet.

World Wide Web [WWW]

Las páginas web son la parte más visual de toda la red. La combinación de texto, gráficos, sonido, animaciones, vídeo, convierte este servicio en todo un espectáculo para nuestros sentidos. La WWW se basa en la capacidad de enlazar la información que contiene una web mediante hipertexto, obra del científico europeo Tim Berners-Lee, autor del lenguaje HTML.

Correo electrónico

Junto con la WWW, el correo electrónico es otro de los servicios más utilizados en Internet. Gracias a él, es posible enviar mensajes a cualquier persona del mundo que disponga de una cuenta en Internet. Un mensaje puede contener, a parte del propio texto, imágenes e incluso ficheros adjuntos. De hecho, algunos

de los virus más extendidos han utilizado esta vía para introducirse en las máquinas de los usuarios.

Transferencia de ficheros (FTP)

En Internet es posible encontrar grandes cantidades de programas y ficheros almacenados en ordenadores accesibles mediante el protocolo FTP. Para acceder a estos ficheros es necesario utilizar una aplicación que utilice este protocolo, como el Explorador de Windows, el conocido Cute FTP o el WSFTP.

Grupos de Noticias [News groups]

Bajo el nombre de “Grupos de Noticias” se encuentran miles de grupos de discusión sobre los temas más dispares. Cada uno de estos grupos está formado por personas que desean intercambiar mensajes entre sí sobre una temática determinada.

IRC [Internet Relay Chat]

Las charlas conversaciones mediante el teclado en tiempo real, es otro de los servicios de Internet que causa furor, y no sólo en el sector más joven de usuarios. Gracias a programas de IRC como el extendido mIRC, es posible “hablar” con personas de todo el planeta, siempre y cuando se conecten a los servidores dispuestos a tal efecto.

2.5 HIPÓTESIS

El mal aprovechamiento tecnológico en las redes de comunicación inalámbrica influye al no contar con un servicio de internet y sus diversas aplicaciones que se puede ofrecer tales como: seguridad, control de acceso remoto, entre otros en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

Variable Independiente: Red de comunicación inalámbrica.

Variable Dependiente: Servicio de internet.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación del diseño de la red de comunicación inalámbrica mesh para proveer servicios de internet en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato, tuvo un enfoque cuali-cuantitativo, ya que se basó en las interacciones de los objetivos para poder saber las necesidades en cuanto a los servicios de telecomunicaciones.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se contextualizo en la modalidad de campo y documental – bibliográfica.

De campo ya que se realizó un estudio sistemático de los hechos en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato en donde se producen los acontecimientos y documental bibliográfica porque se tiene como propósito detectar, profundizar y ampliar diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios en todo lo relacionado a sistemas de comunicación.

3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

La investigación tubo un nivel **exploratorio** pues se reconoce las variables que nos competen a las cuales se da una mayor amplitud y dispersión. Un nivel **descriptivo** que permitió dar pronósticos básicos, para lo cual se requiere un conocimiento suficiente de la situación. El nivel **explicativo** detectando las causas de determinados comportamientos, explicando los factores precisos de ciertos procedimientos. Por último la **asociación de variables** también estuvo presente evaluando las variables de comportamiento, midiendo el grado de relación entre las mismas.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

La población en la que se llevó a cabo el presente trabajo y según información proporcionada en el parque se tiene un aproximado de dos mil visitantes por semana.

Muestra:

Se realizó un muestreo de un aproximado de mil visitantes en el cual incluye 5 personas que laboran en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.

$$n = \frac{NZ^2(p)(q)}{(N - 1)e^2 + Z^2(p)(q)}$$

Dónde:

n = Número de encuestas

N = Tamaño de población (1000 visitantes)

Z² = 95% de confianza = 1.96

e = Error admitido = 0.05

p = Probabilidad de éxito 0.5

q = Probabilidad de fracaso 0.5

$$n = \frac{1000(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(1000 - 1)0.05^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = 277.74 \cong 278$$

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3.1. Operacionalización de la variable independiente: Red de comunicación inalámbrica mesh.

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS INSTRUMENTALES
Red de comunicación mesh: Es un proceso mediante el cual se puede <u>transmitir</u> información desde un punto de <u>emisión</u> hacia el <u>receptor</u> mediante la mezcla de <u>redes wi-fi</u> .	Transmisión Emisor Receptor Redes Wi-fi	Calidad de servicio Equipos Medios utilizados Capacidad tecnológica	<p>¿El Parque de la Familia cuenta con un sistema de comunicación?</p> <p>¿Cuenta el parque con instalaciones físicas adecuadas para la implementación de un sistema de comunicación?</p> <p>¿Necesita tener el parque una red de comunicación que solvete las necesidades de su personal?</p> <p>¿Cree usted que el parque debería contar con los servicios de internet?</p> <p>¿Al contar el parque con servicios de internet impulsará el turismo?</p>	Encuesta con un cuestionario dirigida a los empleados del Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato

Elaborado por: David Montesdeoca

Tabla 3.2. Operacionalización de la variable dependiente: Servicio de internet en el Parque de la Familia de la ciudad de Ambato.

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS INSTRUMENTALES
<p>Internet:</p> <p>Es un conjunto descentralizado de <u>redes de comunicación</u> interconectadas que utilizan la familia de <u>protocolos TCP/IP</u>, garantizando que las <u>redes físicas</u> heterogéneas que la componen funcionen como una <u>red lógica</u> única, de alcance mundial.</p>	<p>Redes de comunicaciones</p> <p>Protocolos TCP/IP</p> <p>Redes físicas</p> <p>Red lógica</p>	<p>Red</p> <p>Estándares</p> <p>Conexión</p> <p>Arquitectura</p>	<p>¿Le gustaría que el parque cuente con servicio de internet?</p> <p>¿Cree usted que al contar con internet en el parque mejoraría su atención?</p> <p>¿El internet y sus varias aplicaciones ayudarían para brindar mayor seguridad y control en el parque?</p> <p>¿Al contar el parque con servicios de internet impulsará el turismo?</p>	<p>Encuestas con un cuestionario dirigida a los visitantes del Parque de la Familia de la ciudad de Ambato</p>

Elaborado por: David Montesdeoca

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Las técnicas que se emplearon en la presente investigación fue: la encuesta.

Encuesta.- La encuesta a diferencia de la entrevista, la recolección de información será por escrito, para lo cual los informantes responden a preguntas previamente realizadas.

3.7 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Plan de recolección de información

La información fue recolectada una vez realizado el análisis del problema, cuya información será proporcionada por el personal que labora en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato y visitantes del mismo, para elaborar un estudio de la mejor manera posible.

3.8 PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

Plan que se empleará para procesar la información recogida

Lo primero que se realizó antes de recopilar la información fue conocer con exactitud el problema y una vez recopilados los datos se estudió el problema, de esa manera se aseguró que los datos sean reales para procesarlos y obtener los resultados.

Plan de análisis e interpretación de resultados

Los datos que se obtuvieron de la recolección de información constituyeron a tener un conocimiento completo del problema para obtener todos los factores posibles que permitan realizar el estudio de la red inalámbrica mesh que ayudo para un mejor atractivo turístico del parque.

CAPÍTULO IV

ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1 ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1.1 Resultados de las encuestas # 1

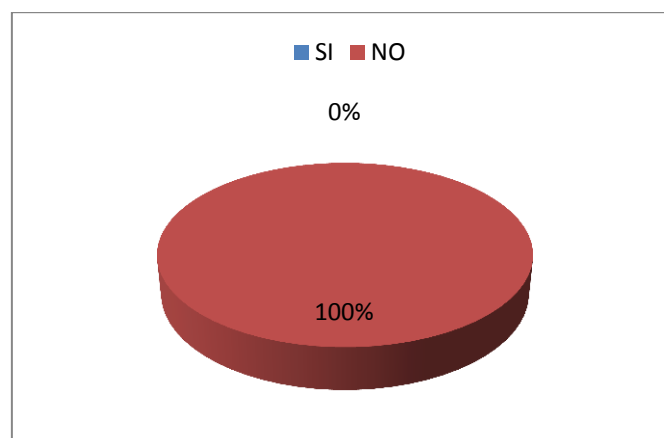
Las encuestas que se emplearon para la recolección de información (Anexo A), fue dirigido al personal que laboran en el Parque Provincial de la Familia.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

1) ¿El parque cuenta con un sistema de comunicación?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
SI	0	0%
NO	5	100%
	5	100%

*Tabla N^o 4.1 Pregunta 1
Elaborado por: David Montesdeoca*



*Figura N^o 4.1 Pregunta 1
Elaborado por: David Montesdeoca*

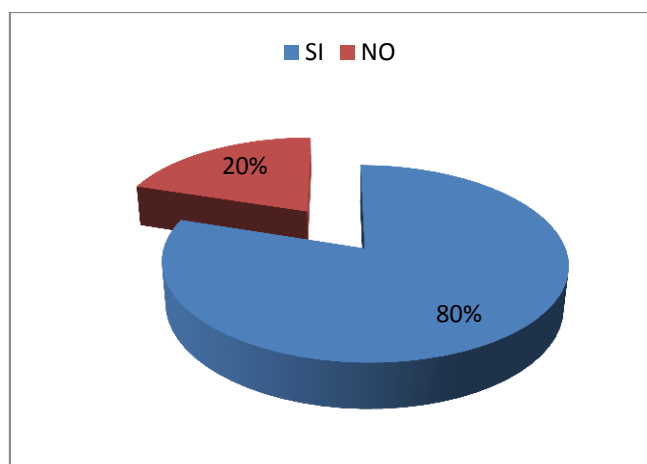
Interpretación:

De los encuestados el 100% confirman que el parque no cuenta con un sistema de comunicaciones.

2) ¿Cuenta el parque con instalaciones físicas adecuadas para la implementación de un sistema de comunicación?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
SI	4	80%
NO	1	20%
	5	100%

*Tabla N^o 4.2 Pregunta 2
Elaborado por: David Montesdeoca*



*Figura N^o 4.2 Pregunta 2
Elaborado por: David Montesdeoca*

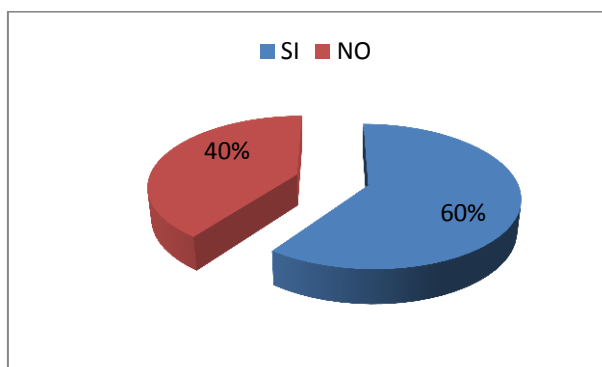
Interpretación:

De los encuestados el 80% dice que sí, el parque cuenta con las instalaciones físicas adecuadas para la implementación de un sistema de comunicaciones, mientras que el 20% dice que no.

3) ¿Necesita tener el parque una red de comunicación que solvete las necesidades de su personal que labora en él?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
SI	3	60%
NO	2	40%
	5	100%

*Tabla N^a 4.3 Pregunta 3
Elaborado por: David Montesdeoca*



*Figura N^a 4.3 Pregunta 3
Elaborado por: David Montesdeoca*

Interpretación:

De los encuestados un 60% de los encuestados dice que el parque si necesita una red de comunicación para ayudar en las necesidades diarias de labores de su personal mientras que el 40% opina que no es necesario.

4) ¿Cree usted que el parque debería contar con servicios de internet?

Ítem	Número	Porcentaje
SI	5	100%
NO	0	0%
	5	100%

*Tabla N^a 4.4 Pregunta 4
Elaborado por: David Montesdeoca*

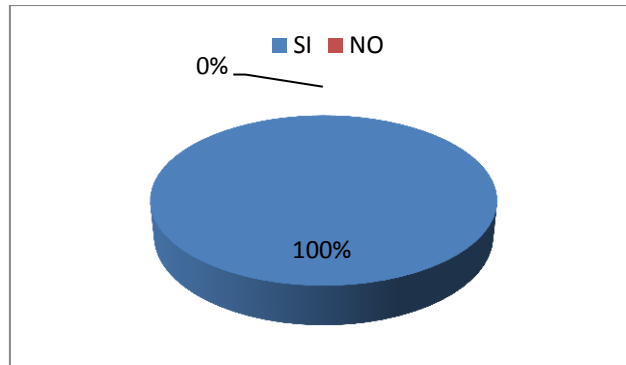


Figura N^a 4.4 Pregunta 4
Elaborado por: David Montesdeoca

Interpretación:

De acuerdo a los encuestados el 100% dice que sí, ya que en la actualidad el internet no es un lujo, es una necesidad.

5) ¿Al contar el parque con servicios de internet impulsaría el turismo?

Ítem	Número	Porcentaje
SI	5	100%
NO	0	0%
	5	100%

Tabla N^a 4.5 Pregunta 5
Elaborado por: David Montesdeoca

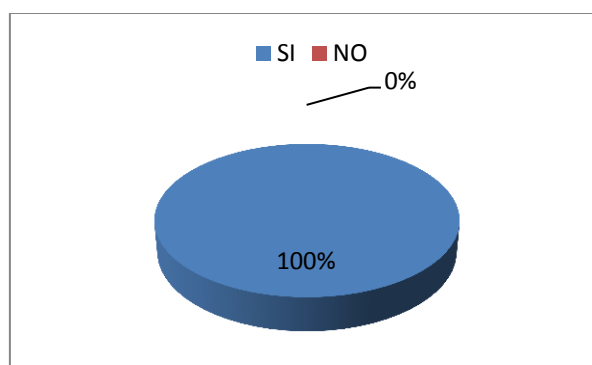


Figura N^a 4.5 Pregunta 5
Elaborado por: David Montesdeoca

Interpretación:

De acuerdo a los encuestados el 100% dice que si el parque contara con internet se fomentaría mayormente el turismo.

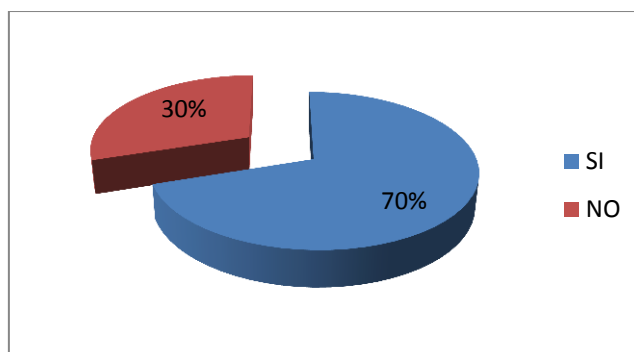
4.1.2 Resultados de las encuestas # 2

Las encuestas que se emplearon para la recolección de información (Anexo B), fue dirigido a las personas que visitan el Parque Provincial de la Familia

1) ¿Le gustaría que el parque cuente con servicios de internet?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
SI	191	70%
NO	82	30%
	273	100%

*Tabla N^o 4.6 Pregunta 1
Elaborado por: David Montesdeoca*



*Figura N^o 4.6 Pregunta 1
Elaborado por: David Montesdeoca*

Interpretación:

De acuerdo a los encuestados un 70% está de acuerdo con que el parque cuente con un servicio de internet, mientras que un 30% dice que no es necesario.

2) ¿Cree usted que al contar con internet en el parque mejoraría su atención?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
SI	145	53%
NO	128	47%
	273	100%

*Tabla N^o 4.7 Pregunta 2
Elaborado por: David Montesdeoca*

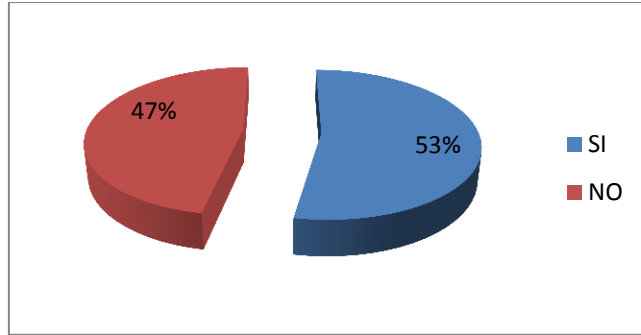


Figura N^o 4.7 Pregunta 2
Elaborado por: David Montesdeoca

Interpretación:

De acuerdo a los encuestados en un 53% dice que si, a pesar que la atención es buena mejoraría mucho en su atención y en muchos aspectos más, mientras que el 47 % opina que no sería necesario.

3) ¿El internet y sus varias aplicaciones ayudarían para brindar mayor seguridad y control en el parque?

Ítem	Número	Porcentaje
SI	224	82%
NO	49	18%
	273	100%

Tabla N^o 4.8 Pregunta 3
Elaborado por: David Montesdeoca

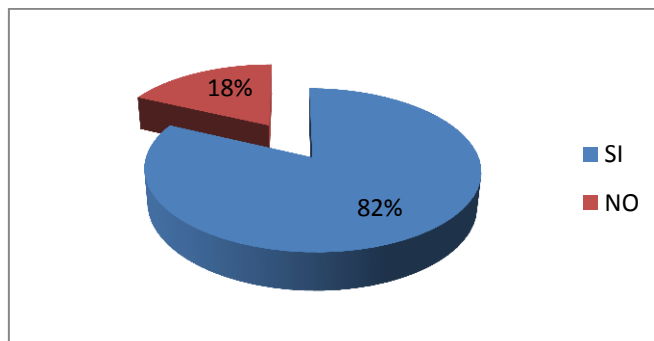


Figura N^o 4.8 Pregunta 3
Elaborado por: David Montesdeoca

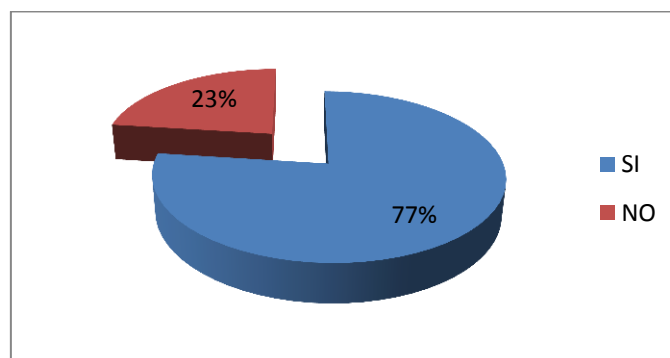
Interpretación:

De acuerdo a los encuestados el 82% opina que si ayudaría en un gran porcentaje en la seguridad y control tanto para los trabajadores como para los visitantes del parque, mientras que el 18% opina que no.

4) ¿Al contar el parque con servicio de internet impulsaría el turismo?

Ítem	Número	Porcentaje
SI	210	77%
NO	63	23%
	273	100%

*Tabla N^a 4.9 Pregunta 4
Elaborado por: David Montesdeoca*



*Figura N^a 4.9 Pregunta 4
Elaborado por: David Montesdeoca*

Interpretación:

De acuerdo a los encuestados el 77% dice que si el parque pudiese contar con el servicio de internet, eso permitiría impulsar al turismo del parque y de la provincia, mientras que el 23% opina que no ayudaría para el desarrollo turístico.

4.2 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTO

En la ciudad de Ambato uno de los atractivos turísticos y el más visitado es el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato, ya que debido a su gran extensión y a sus diversas áreas activas como son las áreas deportivas de fútbol y básquet, zona de bares, parqueaderos y las áreas pasivas como el Centro de Convenciones, la Glorieta de lectura, la Plaza cívica, la Plaza para ferias artesanales entre otras las cuales tienen una gran acogida para congresos y eventos culturales, sociales, etc.

Uno de los aspectos a tomar en cuenta y de acuerdo con los resultados que reflejan las encuestas, el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato no cuenta con el acceso de servicios digitales, únicamente lo tiene en el área de la Plaza de Distribución, el cual beneficia únicamente a la administración del parque.

Debido a la investigación de campo que se ha realizado en el parque y al requerimiento de las autoridades que administran y cuidan el parque se ven con la necesidad de contar con un sistema de comunicación que permita brindar mayores beneficios como prioridad para el personal que labora, para las actividades que en el parque se realizan y para los visitantes.

Con estas observaciones se da cuenta que el parque es un lugar apto para el estudio del diseño de una red mesh que sirva para proveer servicio de internet inalámbrico en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato, contando con la previa aprobación y apoyo del H. Gobierno Provincial de Tungurahua mediante el área de Tecnologías Informáticas y la Administración del Parque Provincial de la Familia.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Para el desarrollo de un proyecto el punto más importante es conocer el lugar en el cual se va a desarrollar dicho proyecto, esto se pudo lograr teniendo un contacto directo con los involucrados, en este caso con los estudios realizados a los visitantes y al personal que trabaja en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato, con el fin de conocer sus necesidades en cuanto a comunicaciones se refiere.
- La importancia de este proyecto propone beneficiar a los visitantes y al personal que labora en el parque, y tomando en cuenta las diversas aplicaciones que en un futuro se puede llegar a adquirir, brindaran mayores beneficios en eventos como congresos y diversas actividades sociales y culturales que se realizan.
- El desarrollo de este proyecto se basa en políticas de regulación controladas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT, el aval del H. Gobierno Provincial de Tungurahua mediante el departamento de Área de Tecnologías Informáticas y los reglamentos de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es muy importancia tener en consideración las necesidades de las áreas en los cuales vamos a desarrollar el presente proyecto, involucrándonos directamente con los visitantes y el personal que labora en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.
- Es recomendable tomar en consideración el diseño de la red mesh para el Parque Provincial de la Familia, donde cumpla todas las necesidades y requerimientos de las personas que trabajan y sus visitantes permitiendo brindar mayores y nuevos servicios.
- Se recomienda que todas las investigaciones y análisis de resultados adquiridos mediante las encuestas realizadas se las efectúe siguiendo las normas políticas y legales establecidas por los entes administrativos y ministerios encargados en comunicaciones, tomando en cuenta las necesidades y requerimientos del parque.

CAPITULO VI

LA PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

TITULO

“Red de comunicación inalámbrica mesh para proveer servicios de internet en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.”

INSTITUCIÓN EJECUTORA

H. Gobierno Provincial de Tungurahua

DIRECTOR DE TESIS

Ing. René Terán

BENEFICIARIO

Personal que labora y visitantes del Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.

UBICACIÓN

Sector de Palama perteneciente a la Parroquia Ambatillo, en el Km 7 vía a Quisapincha.

TIEMPO ESTIMADO DE LA EJECUCIÓN

Fecha de Inicio: A partir de la aprobación Mayo del 2012

Fecha de finalización: Julio del 2013

EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE

Investigador: Ángel David Montesdeoca Salas

Directora Administrativa de Parque Provincial de la Familia: Mónica Altamirano

Área de Tecnologías Informáticas del H. Gobierno Provincial de Tungurahua:

Ing. Marcelo Toalombo

COSTO

El costo del proyecto sin tomar en cuenta el interés es de \$ 15.323,00 dolares

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Debido a la evolución tecnológica que se tiene en la actualidad, el H. Gobierno Provincial de Tungurahua ha visto la necesidad de implementar nuevos servicios en el Parque Provincial de la Familia, por lo que se pretende innovar el servicio de internet inalámbrico.

De esta manera prestará un nuevo servicio a los empleados del parque así como también a los visitantes ya que se considera como una necesidad para la comunicación, control de información y un aporte tecnológico, fomentando adicionalmente el turismo de la ciudad.

Sin embargo, la inexistencia de una infraestructura adecuada exige el estudio de una tecnología que preste los servicios deseados con eficacia, en todas las áreas que se considere implementarlos, como también instalar la infraestructura para nuevos servicios de control y seguridad.

Con la investigación sobre la situación actual del servicio de internet en el Parque Provincial de la Familia, se ha logrado determinar que la población encuestada considera que existe la necesidad de implementar los servicios de internet inalámbrico en el parque.

6.3 JUSTIFICACIÓN

Recurso Tecnológico - Equipos

Actualmente, existe una gran variedad de productos, para implementar una red inalámbrica permitiendo contar con la ayuda necesaria para realizar el diseño de la

red que permita brindar el servicio de internet. Con la tecnología mesh se podrá cubrir la mayor parte del área que utilizan los visitantes en el parque ya que si uno de los puntos de conexión falla, la red automáticamente buscará la mejor ruta permitiendo cubrir el área afectada, brindando un servicio de calidad y con estándares de control de última generación.

El H. Gobierno Provincial y su personal técnico del área de Tecnologías Informáticas serán el responsable de su propio Proxy Server que actúa como intermediario entre el ordenador de un usuario e internet, por lo que se puede asegurar una mínima seguridad, control de administración, y un servicio de cache (memoria de alta velocidad que se usa para acelerar los procesos que se ejecutan y reducir el tiempo de acceso a la memoria principal).

Este servidor esta normalmente asociado a un “gateway” o pasarela que separa la red corporativa de la red externa, y a un Firewall que protege la red corporativa de intrusiones provenientes de otras redes.

Recurso Humano

Se cuenta con el personal adecuado para la investigación dentro del cual se cuenta con el Ing. Marcelo Toalombo del Área de Tecnologías Informáticas del H. Gobierno Provincial, Ing. Mónica Altamirano Directora Administrativa del Parque Provincial de la Familia, Ing. Rene Terán tutor de la tesis y Sr. Ángel David Montesdeoca Salas investigador que tienen el interés en el desarrollo del proyecto.

Recurso Económico

El H. Gobierno Provincial de Tungurahua cuenta con los recursos económicos para la implementación del proyecto desarrollado en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.

Infraestructura

Actualmente el parque no cuenta con la infraestructura acorde a sus necesidades, por lo cual se estudia el diseño de una red que puede proveer de servicios de internet inalámbrico en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.

Información

En base a la información científica que se ha encontrado en la investigación se tiene los fundamentos necesarios para el desarrollo del proyecto.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 Objetivos Generales

Diseñar una red de comunicación inalámbrica con tecnología mesh para brindar servicios de internet gratuito en el Parque de la Familia de la ciudad de Ambato.

6.4.2 Objetivos Específicos.

- Realizar un estudio investigativo acerca del diseño de una red mesh.
- Definir la ubicación geográfica de las estaciones de enlace mediante la topología de la red.
- Analizar la factibilidad del desarrollo de un sistema de comunicación inalámbrica para el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

6.5.1 Factibilidad Técnica

Se realizó un análisis de las diversas tecnologías de comunicación disponibles en la actualidad, mediante el cual se ha recolectado información sobre los requerimientos tecnológicos que deben ser adquiridos para la implementación y puesta en marcha del sistema en cuestión.

El diseño propuesto del sistema de comunicación inalámbrico en malla o red mesh es factible debido a que existen los equipos necesarios y documentación respectiva para su estudio, permitiendo escoger el más apropiado y el que mejor se adapte a las necesidades del Parque Provincial de la Familia.

Como resultado de este estudio técnico se determinó que la propuesta a desarrollar, tomando en consideración los parámetros necesarios que garantice la seguridad en transmisión y recepción de información, son totalmente accesibles.

6.5.2 Factibilidad Operativa

Desde el punto de vista operativo la propuesta es factible debido a que el Parque Provincial de la Familia cuenta con una infraestructura físicamente adecuada, que basándose en las encuestas e información de los directivos y personal involucrado se manifestó que estos no presentan ninguna oposición al proyecto, ya que se considera necesario contar con un sistema que permita el intercambio de información, el libre acceso a los servicios digitales y de los beneficios de las aplicaciones que se podrá desarrollar a futuro, por tal razón es factible y de gran importancia para el turismo de la provincia.

6.5.3 Factibilidad Económica

El H. Gobierno Provincial de Tungurahua y el personal encargado de la administración del parque, ha demostrado un total interés en este proyecto. Es por ello que han manifestado que la propuesta de una red de comunicación inalámbrica mesh que permita proveer de servicios de internet en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato si es factible económicamente, es decir están dispuestos a brindar el apoyo económico necesario para la adquisición de los equipos y materiales que serán utilizados en una futura implementación del sistema de comunicación.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 Que son las redes mesh

Las redes mesh se definen como el conjunto de puntos de acceso interconectados mediante enlaces inalámbricos. Estas configuraciones son dinámicas, y basadas en un algoritmo de optimización de enrutado. Con lo cual la ruta establecida optimiza el tráfico en la mayor medida posible, y se establecen rutas alternativas en caso de fallo entre enlaces.

El objetivo de las redes mesh es mejorar y ampliar la cobertura de las redes inalámbricas, cubriendo aquellas zonas en las que no es posible instalar cableado para proporcionar conectividad de red a los puntos de acceso.

Una red mesh solo necesita que uno de los puntos pertenezca a una red cableada como se muestra en la figura N° 6.1

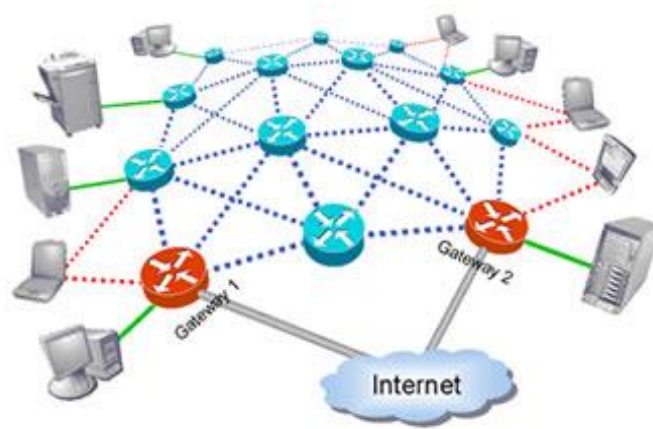


Figura N° 6.1 Red Mesh
<http://www.writelbolivia.com/redes-mesh.html>

6.6.2 Ventajas de las redes mesh

- Topología de una red dinámica: Los enlaces se configuran de manera automática un punto de acceso en el momento que detecta que no tiene conexión con la red cableada comienza un procedimiento de descubrimiento del resto de puntos de acceso a través de los cuales alcanza la red cableada.
- Facilidad de configuración, instalación y escalabilidad de la red: A medida que se incorporen nuevos puntos de acceso a la red, los cambios y las rutas se actualizan automáticamente, no es necesario re-configurar manualmente los equipos.
- Tolerancia a fallos: se realiza un testeo continuo de los enlaces, analizando la eficiencia de las posible rutas alternativas en caso de caídas de los enlaces.
- Disponibilidad de caminos redundantes alternativos: Tiene la finalidad de determinar cuál es la ruta óptima en cada momento en función de la carga de tráfico, la velocidad del enlace, el nivel de señal, etc.
- Seguridad: La información transmitida se encuentra expuesta a la amenaza de viajar a través de un medio compartido. El estándar define una subcapa de seguridad para proteger la información de los usuarios y evitar el acceso de usuarios no autorizados.

- Carencia de modelos de dimensionamiento apropiados: El modelo de capacidad de redes de datos está orientado a determinar la capacidad del enlace ante procesos de multiplexación de la información de los usuarios. El modelo de capacidad de las redes enmalladas de múltiples saltos es un problema abierto, Las redes enmalladas proveen, sin embargo, condiciones que permiten el acceso a usuarios en regiones apartadas.
- Soporte de mayor número de saltos entre punto de acceso que en las redes con topología WDS (Wireless Distribution System).

En la tabla N° 6.1 se indica características de las redes mesh según su movilidad.

	Estática	Baja Movilidad	Alta Movilidad
Descubrimiento de la red	Pasivo / Activo	Pasivo / Activo	Activo
Enrutamiento	Actualizaciones poco frecuentes. Rendimiento altamente estable.	Actualizaciones poco frecuentes. Rendimiento altamente estable.	Actualizaciones frecuentes. Bajo overhead.
Seguridad	Infrecuentes re-autenticaciones.	Infrecuentes re-autenticaciones.	Frecuentes autenticaciones.
QoS	Mecanismos estáticos/lentos.	Mecanismos lentos.	Mecanismos dinámicos/rápidos.
Consumo de energía	Principalmente dispositivos conectados a la red eléctrica.	Una mezcla pero dominan los dispositivos conectados a la red eléctrica.	Principalmente dispositivos basados en el uso de baterías.

Tabla N° 6.1 Características de redes inalámbricas enmalladas según la movilidad de los nodos

Elaborado por: David Montesdeoca

6.6.3 Arquitectura

6.6.3.1 Arquitectura de red distribuida

Es una arquitectura apoyada en nodos, no existe un único elemento principal como se observa en la figura N° 6.2, sino que cada subsistema gestiona una tarea de control en particular y van relacionados directamente con los elementos básicos. Los sistemas distribuidos facilitan la reconfiguración, incidiendo directamente en el grado de flexibilidad.

La simplicidad es una de sus ventajas en el momento de una instalación de este tipo, permitiendo un considerable ahorro de cableado y una tecnología de fácil conexión. Existen sistemas que presentan una arquitectura distribuida en cuanto a la capacidad que tienen para los procesos, pero no necesariamente tienen el mismo concepto en el diseño de la red o distribución de los diferentes elementos de control y viceversa.

Estos sistemas se comunican por medio de un bus, en el cual existe un protocolo de comunicaciones, implementado en cada uno de los subsistemas con unas técnicas de direccionamiento definidas, para mantener el intercambio de información entre los diferentes elementos.

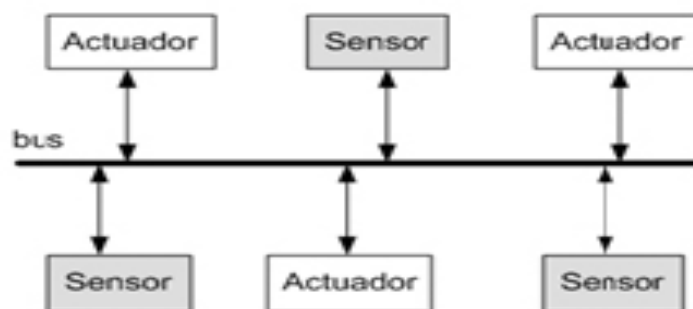


Figura N° 6.2 Arquitectura Distributiva

<http://es.scribd.com/doc/76896249/22/Arquitectura-de-red-Distribuida>

6.6.3.2 Arquitectura centralizada

Está orientada a entornos empresariales y redes WLAN públicas o host posts con determinados requerimientos de calidad de servicio y seguridad. Esta arquitectura incorpora un nuevo elemento conocido como Wireless controller o

Wireless Switch. Este controlador gestiona y monitoriza los puntos de acceso de la red. En la figura N° 6.3 se observa una red con arquitectura centralizada.

En el mercado existen soluciones basadas en arquitectura centralizada como son:

- Meru Networks
- Aruba Wireless Networks
- Airspace (adquirida por Cisco)



Figura N° 6.3 Arquitectura Centralizada

<http://cinthyapaolacordova.edublogs.org/files/2010/10/wdshfbfingrt-u6aepc.jpg>

6.6.4 Estándar IEEE 802.11

Se define el estándar que se sitúa en los niveles más bajos de la pila OSI, más concretamente en la capa física y en el subnivel MAC de la capa de enlace, q se muestra en la figura N° 6.4

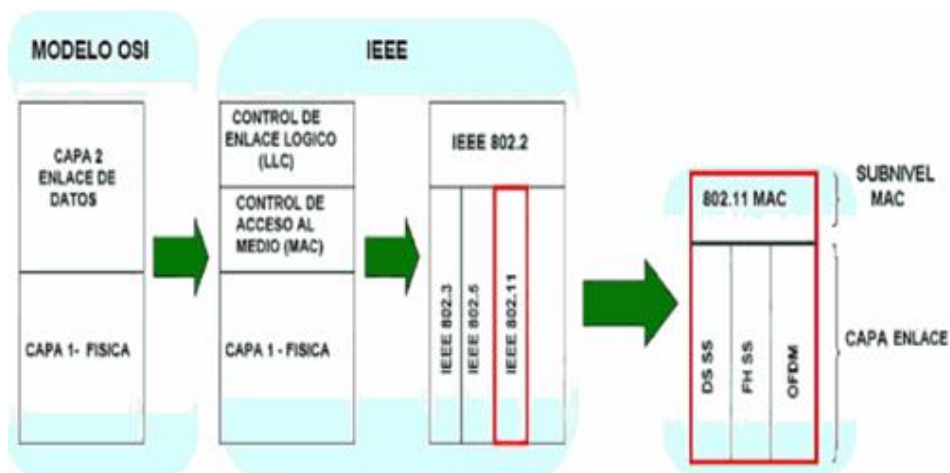


Figura N° 6.4 Modelo OSI y el Protocolo 802.11

Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN

Los estándares inalámbricos de la capa física y de enlace están compuestas de familias IEEE802.11, este estándar funciona en la banda de 2.4GHz con velocidades de transmisión de 1Mbps y 2Mbps, dependiendo de la distancia entre el punto de acceso y la estación inalámbrica y de las condiciones de utilización del canal.

Modulación

El estándar 802.11 utiliza las siguientes modulaciones en la capa de enlace:

- FHSS (Frequency Hoping Spectrum)
- DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

En la capa física las modulaciones que utiliza son:

- DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying)
- GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)

IEEE 802.11a

Llega a alcanzar velocidades de hasta 54 Mbps gracias a la utilización de OFDM con 52 subportadoras. Trabaja con ocho canales de radio en la banda de frecuencia de 5 GHz.

IEEE 802.11b

Es el estándar más utilizado en las redes WLAN europeas, extiende el uso del DSSS obteniendo velocidades de transmisión de datos de 11Mbps (6 Mbps en la práctica), tiene un alcance de hasta 300 metros en un espacio abierto, funcionando en la banda de frecuencia de 2.4 GHz con tres canales de radio disponibles.

IEEE802.11g

Garantiza la compatibilidad de los dispositivos IEEE 802.11b y ofrece velocidades de hasta 54 Mbps (pero de 30 Mbps en la práctica), al igual que el estándar IEEE 802.11a. Funciona dentro de la banda de frecuencia de 2.4 GHz con modulación DSSS (Secuencia Directa de Propagación del Espectro) y

OFDM (Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales), con esquema de modulación CCK (Conjunto de Secuencias Complementarias).

IEEE 802.11j

Es una mejora de estándar IEEE 802.11 para operar en las bandas de 4.9 y 5 GHz.

IEEE 802.11k

Es un complemento que permite la gestión de recursos radio en las redes WLAN. Un hand-off se basa en una gestión óptima de los recursos radio. La gestión óptima de los recursos radio implica que el punto de acceso descubra los siguientes parámetros.

- Los puntos de acceso vecinos
- La distancia a la que se encuentra el usuario que está conectado a los puntos de acceso vecinos.
- La carga de tráfico de los puntos de acceso vecinos.
- La estación inalámbrica se mueve de su punto de acceso (A) a otro punto de acceso (B), por lo q del punto de acceso (A) advierte a la estación de que se prepara para re-asociarse a otro punto de acceso.
- La estación inalámbrica le pide al punto de acceso (A) la lista de puntos de acceso a los que se puede conectar
- El punto de acceso (A) le envía la lista de acuerdos a una serie de medidas:
 - Decisión de hand-off
 - Medida de canales radio
 - Nodos ocultos
 - Estadísticas de número de clientes o carga de tráfico
 - Potencia transmitida
- Teniendo todas esas medidas, la estación se re-asocia al punto de acceso (B)

IEEE 802.11m

Es un complemento de mantenimiento del estándar IEEE 802.11 para llevar a cabo correcciones técnicas y aclaración sobre los distintos estándares.

IEEE 802.11n

Fue ratificado por la organización IEEE en el 2009 con una velocidad de 600 Mbps en la capa física con una frecuencia de 24 GHz.

IEEE 802.11p

Modificación de la capa MAC del estándar IEEE 802.11 para comunicaciones en la banda de 5GHz a velocidades vehiculares en un radio de 300m.

IEEE 802.11r

Permite el traspaso rápido de usuario entre punto de acceso, su objetivo es reducir al mínimo el tiempo de traspaso de usuario evitando fallos en la conexión y pérdidas de paquetes. Este estándar es aplicable en arquitecturas ESS (Conjunto de Servicio Extendido).

IEEE 802.11s

En el estándar de malla 802.11s, los nodos pueden formar una red multi-hop donde todos los enlaces de la red son inalámbricos. Esto significa que no hay infraestructura de cable.

Los puntos de acceso están conectados entre sí mediante una red cableada como Ethernet, pero los usuarios pueden conectarse a los puntos de acceso a través de una conexión inalámbrica.

Terminología

IEEE 802.11s define tres tipos de nodos:

- Mesh Point (MP)

Un punto de malla (MP) es compatible con un protocolo de gestión de enlace que se utiliza para descubrir nodos vecinos y realizar un seguimiento de ellos. Considerando que el descubrimiento de los nodos vecinos se limita únicamente a

los nodos que están en el rango de un punto de malla. Para comunicarse con los nodos que están más lejos de un salto, un punto de malla también soporta Hybrid Wireless Mesh Protocolo (HWMP). Es híbrido, ya que soporta dos tipos de protocolos de selección de ruta. A pesar que estos protocolos son muy similares a los protocolos de enrutamiento, pero hay que tener en cuenta que en caso de IEEE 802.11s éstos utilizan las direcciones MAC de "routing", en lugar de direcciones IP.

- Mesh Portal (MPP)

Una red IEEE 802.11s malla podría ser utilizado para una variedad de propósitos. Uno de ellos es el acceso a Internet barato. En este caso, al menos un nodo y potencialmente algunos de los nodos están conectados a la Internet. Los usuarios conectados a la red de malla puede acceder a Internet a través de las puertas de enlace (gateway) llamadas portales de malla (MPP) que están conectados tanto a la red de malla y al internet. Considerando que un MPP debe superar al menos dos interfaces para proporcionar la funcionalidad del gateway.

- Punto de Acceso Mesh (MAP)

Un punto de acceso mesh es un tradicional punto de acceso aumentada con la funcionalidad de la malla. Por lo tanto, puede sirve como un punto de acceso y ser parte de la red de malla, al mismo tiempo.

Todos los nodos tienen la capacidad de reenvío de información y por lo tanto puede enviar tramas que se originan en un nodo y destinados a algún otro.

En resumen de los estándares inalámbricos más usados para las redes wi-fi lo podemos observar en la siguiente tabla N°6.2

Estándar inalámbrico	Frecuencia de funcionamiento	Velocidad de datos (típica)	Velocidad de datos (máx)	Ambiente cerrados	Ambientes abiertos
802.11a	5 GHz	25 Mbps	54 Mbps	70 metros	70 metros
802.11b	2.4 GHz	6.5 Mbps	11 Mbps	100 metros	200 metros
802.11g	2.4 GHz	25 Mbps	54 Mbps	50 metros	400 metros
802.11n	2.4 GHz	200 Mbps	500 Mbps	50 metros	500 metros

Tabla N° 6.2 Comparación de estándares inalámbricos

<http://www.slideshare.net/DAVIDNOSFERATUS/estandares-protocolo-80211>

6.6.5 Infraestructura de las WMN (Wireless mesh network)

La diferencia entre topologías y su funcionamiento de los dispositivos inalámbricos es importante por lo que detallamos a continuación, así tenemos:

6.6.5.1 Topología Ad-hoc

En la topología ad hoc los equipos inalámbricos se comunican entre ellos. Se los conoce también como red Peer to Peer (igual a igual), modo IBSS, modo independiente o modo PC a PC, para lo cual se necesita el SSID igual para todos los nodos. Tomando en cuenta que a mayor dispersión geográfica de cada nodo más dispositivos pueden formar parte de la red, aunque algunos no lleguen a verse entre sí como se muestra en la figura N° 6.5

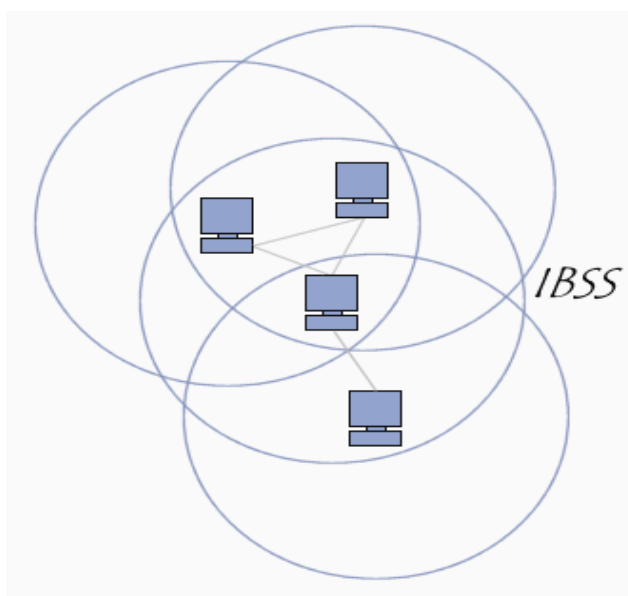


Figura N° 6.5 Topología Ad-hoc

<http://static.commentcamarche.net/es.kioskea.net/pictures/wifi-images-adhoc>

Al hablar de Ad-hoc y mesh o también conocidas como redes MANET (Mobile Ad-hoc NETWORK), ya que ad-hoc es una capa de enlace ideal para redes mesh y permite la comunicación directa con los nodos próximos y por medio del enrutamiento permite la conexión con los equipos lejanos, como se observa en la figura N° 6.6

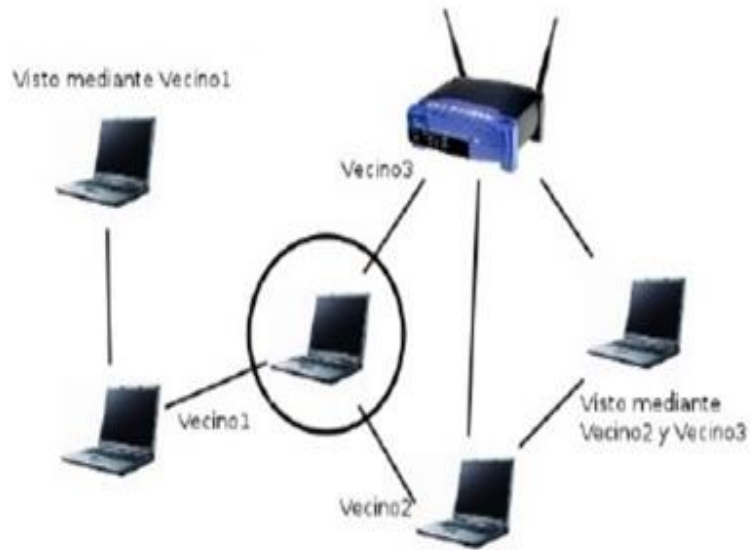


Figura N^o 6.6 Ad-hoc y mesh
http://www.slideshare.net/itsas_ehu/f4hc-2011-mesh

6.6.5.2 Topología infraestructura

En el modo de infraestructura, cada estación informática (EST) se conecta a un punto de acceso a través de un enlace inalámbrico. La configuración formada por el punto de acceso y las estaciones ubicadas dentro del área de cobertura se llama conjunto de servicio básico o BSS. Cada BSS se identifica a través de un BSSID (identificador de BSS) que es un identificador de 6 bytes (48 bits). En el modo infraestructura el BSSID corresponde al punto de acceso de la dirección MAC.

Es posible vincular varios puntos de acceso juntos o con más exactitud, varios BSS con una conexión llamada sistema de distribución o (SD) para formar un conjunto de servicio extendido o ESS. El sistema de distribución también puede ser una red conectada, un cable entre dos puntos de acceso o incluso una red inalámbrica, como se puede observar en la figura N^o 6.7

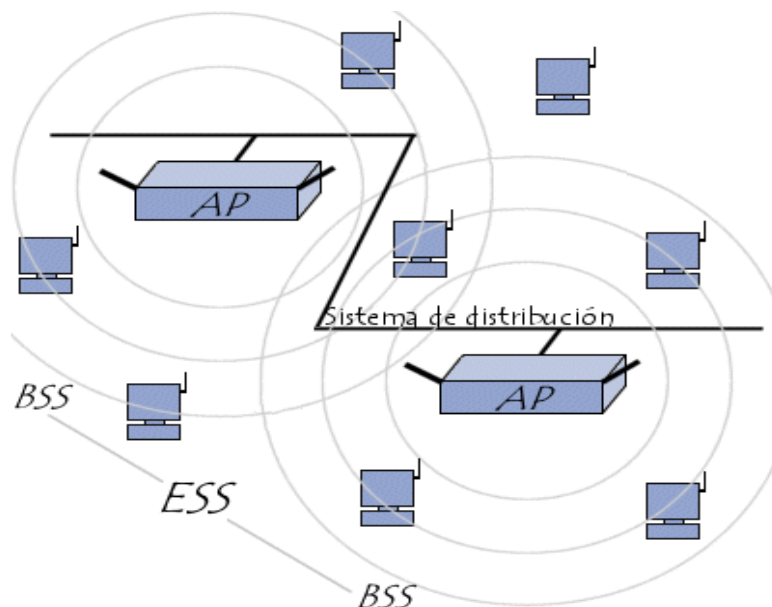


Figura N° 6.7 Topología Infraestructura

<http://static.commentcamarche.net/es.kioskea.net/pictures/wifi-images-ssid.gif>

Un ESS se identifica a través de un ESSID (identificador del conjunto de servicio extendido), que es un identificador de 32 caracteres en formato ASCII que actúa como su nombre en la red. El ESSID, a menudo abreviado SSID, muestra el nombre de la red y de alguna manera representa una medida de seguridad de primer nivel ya que una estación debe saber el SSID para conectarse a la red extendida.

Cuando un usuario itinerante va desde un BSS a otro mientras se mueve dentro del ESS, el adaptador de la red inalámbrica de su equipo puede cambiarse de punto de acceso, según la calidad de la señal que reciba desde distintos puntos de acceso. Los puntos de acceso se comunican entre sí a través de un sistema de distribución con el fin de intercambiar información sobre las estaciones y, si es necesario, para transmitir datos desde estaciones móviles. Esta característica que permite a las estaciones moverse "de forma transparente" de un punto de acceso al otro se denomina itinerancia.

6.6.6 Ruteo MESH

Estas redes al ser de topología dinámica y auto configurables necesitan una serie de protocolos para transmitir datos a bajo costo de transmisión, estableciendo

rutas más adecuadas con menos saltos, para lo cual dependen de los siguientes elementos:

- Descubrimiento del nodo: cada dispositivo debe encontrar los distintos nodos que se encuentran a su alcance. La topología al variar con frecuencia debe tener una comprobación constante.
- Descubrimiento de la frontera: encuentra los límites de una red, la frontera de la malla, que generalmente es donde se conecta a Internet.
- Calidad de enlace: mide la calidad de los enlaces, como por ejemplo, calculando el número de paquetes perdidos.
- Cálculo de rutas: calcula la ruta óptima que se debe establecer en una comunicación basándose en algún criterio escogido.
- Manejo de direcciones IP: asigna y controla direcciones IP, lo cual en redes mesh es bastante delicado cuando se tratan de IPs privadas.
- Manejo de la red troncal: maneja conexiones a redes externas.

En redes mesh hay una serie de protocolos de enrutamiento divididos en dos clases: proactivos y reactivos.

Los proactivos mantienen actualizadas sus tablas de enrutamiento en todo momento y la comunicación se establece prácticamente al instante.

Los reactivos en cambio, se ejecutan tras una demanda de datos y por tanto, se requiere un cálculo inicial antes de que se establezca la comunicación. No obstante, los proactivos tienen un inconveniente: se requiere una carga adicional en la red debido a la transmisión constante de mensajes de control con el fin de actualizar las tablas.

Aquí un listado de los protocolos más destacados.

- *OLSR (Optimized Link State Routing Protocol)*
Es un protocolo de enrutamiento por IP para redes móviles o inalámbricas ad-hoc. Actualmente es uno de los protocolos más prometedores siendo la base de la mayoría de las redes mesh instaladas. Es un protocolo proactivo, que

envía de forma distribuida mensajes de “Hello” para conocer los nodos a su alcance y una vez los tiene, envía mensajes de TC (Topology Control) a un subconjunto de estos para establecer las conexiones. El OLSR-ETX usa como criterio el número de pérdidas de una ruta, seleccionando así las de mayor calidad de enlace.

- *MMRP (MobileMesh)*

Este protocolo, también proactivo, ha sido desarrollado por Mitre, el software es libre y contiene tres protocolos separados, cada uno destinado a una función específica:

Mobile Mesh Link Discovery Protocol (MMLDP): descubrir los enlaces disponibles, con un mensaje “hello”.

Mobile Mesh Routing Protocol (MMRP): protocolo de verificación de estado de enlaces para enrutamiento.

Mobile Mesh Border Discovery Protocol (MMBDP): descubre bordes y habilita túneles externos para conectar con otras redes.

- *AODV (Ad-hoc On Demand Distance Vector)*

Como su propio nombre indica, es un protocolo de enrutamiento de vector distancia. Es un protocolo reactivo, por lo que la tabla de enrutamiento sólo se actualiza tras una demanda y la información recuperada permanece almacenada el tiempo necesario para que se realice la comunicación. Cuando un nodo demanda información, envía mensajes de “route request” (RREQ) y espera a que los nodos adyacentes contesten con un “route reply” (RREP) para formar la ruta. Una vez creada la ruta, si uno de los nodos falla, se envía un error (RERR) al nodo que demanda y vuelve a buscar una ruta óptima.

- *HSLs (Hazy Sighted Link State Routing Protocol)*

Se trata de un protocolo proactivo a la par que reactivo para limitar las actualizaciones de enrutamiento en espacio y tiempo. Ha sido desarrollado

por CUWiN y se diseñó para operar en redes de más de mil nodos. Consiste en desechar los enlaces de baja calidad.

- *OSPF (Open Shortest Path First)*

En este protocolo proactivo los nodos envían llamadas, verifican el estado de los enlaces y transmiten la información recopilada a todos los enrutadores de una misma área jerárquica. Los enrutadores calculan el camino más corto usando el algoritmo SPF (Shortest Path First), el cual genera un árbol seleccionando siempre la ruta más corta, y almacenan la información. Este protocolo además funciona como LSA (Link-State Advertisement) y avisa a las interfaces presentes, informa del tipo de medición usada y otras variables. Compite con otros protocolos de enrutamiento de vectores de distancia como RIP (Routing Information Protocol) o IGRP (Interior Gateway Routing Protocol).

- *TBRPF (Topology Broadcast based on Reverse Path-Forwarding)*

Este protocolo proactivo escoge la ruta más corta en saltos generando un árbol por cada nodo que se calcula mediante una modificación del algoritmo de Dijkstra. Para minimizar la sobrecarga en la red, cada nodo enviará información a sus vecinos de un subconjunto de nodos de su árbol.

6.6.7 Tecnologías en seguridad

El potencial de una red WMNs no puede ser explotada sin considerar la seguridad. Las amenazas básicas comunes de las redes cableadas e inalámbricas: los mensajes pueden ser interceptados, modificados, duplicados, etc. Una red que posee recursos importantes, se podría acceder sin autorización. Los servicios de seguridad que por lo general tratan de combatir estas amenazas son:

- **Confidencialidad:** Los datos se revelan solamente en las entidades o personas interesadas.

- **Autenticación:** Una entidad tiene de hecho la identidad que demanda tener, es decir, reconocimiento de los usuarios dueños del servicio.
- **Control de acceso:** Se asegura de que solamente las acciones autorizadas puedan ser realizadas.
- **No negación:** Protege las entidades que participan en un intercambio de la comunicación puede negar más adelante algo falso que ocurrió el intercambio.
- **Disponibilidad:** Se asegura de que las acciones autorizadas puedan tomar lugar.

Estas tecnologías son utilizadas dentro de una red mesh para autenticar los nodos Mesh (MNs) y para establecer las claves de la sesión que protegen la confidencialidad y la integridad del tráfico intercambiado entre MNs.

Los datos pueden ser protegidos por diversas capas (capa de enlace, capa de red, capa de transporte y capa de aplicación): especialmente en sistemas inalámbricos, (IEEE 802.11 WLAN, Bluetooth, 802.16 WiMax). Utilizan diversos esquemas de encapsulación de tramas, diversos protocolos de autenticación, y diversos algoritmos criptográficos.

Las Redes de área local inalámbricas (WLAN) basada en IEEE 802.11i, WPA2 (Acceso Protegido Wi-Fi 2) soporta dos modos de seguridad: puede ser shared key (clave compartida) que es configurada en los dispositivos WLAN ([PSK = preshared key] claves pre-compartidas), que es de uso frecuente en las redes domésticas, los usuarios pueden ser autenticados con un servidor autenticador (servidor AAA). Para este propósito, se utiliza el protocolo extensible de autenticación (extensible authentication protocol) (EAP). La autenticación real ocurre entre la estación móvil (MS) y el servidor AAA. Usando EAP como lo muestra la figura N° 6.8. El EAP es transportado entre el MS y el punto de acceso (AP) que usan EAPOL (encapsulación EAP sobre LAN), y entre el AP y el servidor AAA por el protocolo RADIUS (Servicio de Autenticación Remota Telefónica de Usuario). Si es habilitado el nodo, una sesión maestra de claves (MSK) es utilizada, el cual se envía desde el servidor de la autenticación (AS) al WLAN AP. Se utiliza como entrada al WLAN.

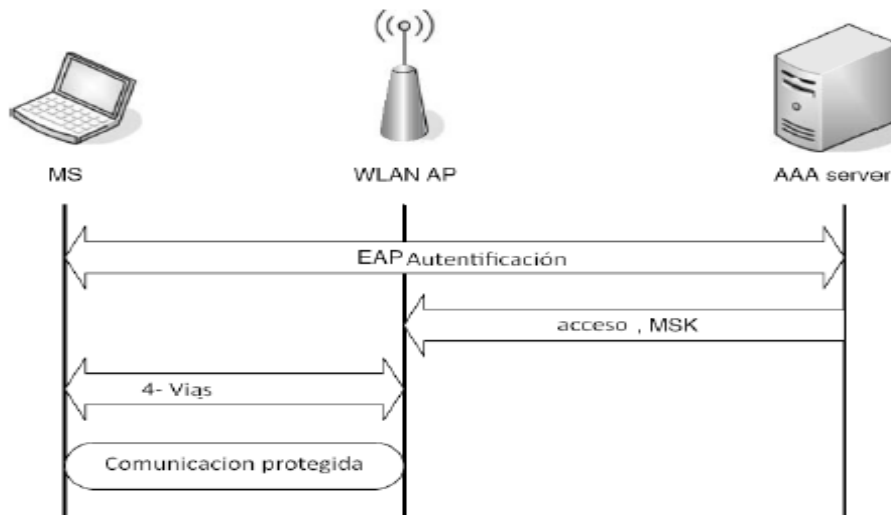


Figura 6.8 Acceso a WLAN basada en EAP
Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN

Hay 4 maneras de establecer una sesión de clave temporal para proteger el enlace inalámbrico. Esta clave se utiliza realmente para proteger el tráfico del usuario, usando cualquier protocolo de integridad de clave temporal (TKIP, que es parte de WPA) o AES-basado en CCMP (CTR con el protocolo de CBC-MAC, parte de WPA2). Los varios métodos de EAP existen para una autenticación basada en los certificados digitales, las contraseñas, o los protocolos móviles reusing de la autenticación de la red (EAP-SIM, EAP-AKA).

El acceso EAP-basado en WLAN se utiliza particularmente para las redes de la empresa y los hot-spots públicos donde está disponible una base de datos del usuario. El tráfico de la comunicación se puede también proteger en la capa enlace. IPsec protege tráfico IP en la capa de la red (IP). La arquitectura de IPsec especifica dos protocolos de seguridad: ENCAPSULATION SECURITY PAYLOAD (ESP) y AUTHENTICATION HEADER (AH). En el caso de ESP, ella encapsula solamente la carga útil (payload) del paquete del IP (modo del transporte) o del paquete entero del IP (modo del túnel). Una IPsec security association (SA) define las claves (keys) y los algoritmos criptográficos para utilizar. Un SA es identificado por 3 cosas consistentes en: un IP address de la destinación, un identificador del protocolo (AH o ESP), y un índice del parámetro de la seguridad.

La ayuda para preshared o compartir las llaves (PSK-TLS) también fue introducida. Es también posible proteger el tráfico en capas más altas. Esto permite realizar operaciones y aplicaciones específicas de la seguridad. Por ejemplo, los E-mails pueden ser encriptados (protección a la confidencialidad) y/o ser señalados como (autenticación, la integridad, y no compartido del origen) que usa S/MIME o el PGP.

6.7 MODELO OPERATIVO

6.7.1 Recopilación de información

6.7.2 Parque Provincial de la Familia de Ambato

Antecedentes

El presente proyecto fue planteado en Abril del 2012 el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato, tiene un espacio de 57 hectáreas, creado por el H. Gobierno Provincial de Tungurahua, entidad que ha logrado convertirlo en el atractivo turístico de aprendizaje, recreación y entretenimientos múltiples, visitado por turistas nacionales e internacionales.

Se encuentra ubicado en el sector de Palama perteneciente a la Parroquia Ambatillo, en el Km 7 vía a Quisapincha, aproximadamente a 20 minutos en vehículo.

El parque ofrece a sus visitantes varias áreas como son:

- Jardines y huertos frutales
- Glorieta de lectura
- Plaza Cívica
- Laguna
- Juegos infantiles
- Campinc y Picnic
- Granja Agroecológica

- Centro de Convenciones
- Plaza para ferias artesanales
- Centro de atención al visitante
- Centro de souvenirs

Misión: El Parque de la Familia es un espacio creado por el H. Gobierno Provincial de Tungurahua que ofrece múltiples áreas recreativas y áreas ecológicas, para el entretenimiento, distracción, aprendizaje interactivo de la familia tungurahuesa, turistas nacionales y extranjeros.

Visión: El Parque Provincial de la Familia se constituye en el espacio turístico de recreación múltiple más visitado por las familias tungurahuesas y es una de las mejores alternativas de entretenimiento, distracción, aprendizaje interactivo, agro-ecológico y cultural del país.

6.7.3 Red actual del Parque de la Familia de la ciudad de Ambato

El Parque de la Familia de la ciudad de Ambato actualmente cuenta con una red LAN Ethernet únicamente en el área de la Plaza de Distribución, como se identifica en la figura N° 6.9 para el uso del personal en sus actividades laborales.



Figura 6.9 Plaza de Distribución única área con Internet
 Elaborado por: David Montesdeoca

6.7.4 Conexión a internet

El servicio de internet es contratado de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT, como se muestra en el diagrama de conexión de la figura N° 6.10, actualmente cuenta con un paquete de internet Fast Boy fijo con una velocidad de bajada de 3 Megas y con una velocidad de subida de 500 Kbps, el modem utilizado es un modem de marca HG530, cuyas especificaciones se muestra en la tabla N° 6.3.

6.7.4.1 Características y especificaciones del modem HG350

Como se ha mencionado existe una sola conexión para usa administrativo únicamente en el parque usando un modem HG350, equipo provisto por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT, el cual se indica sus especificaciones y características técnicas en la tabla N° 6.3

Ítem		Especificación
Fuente de alimentación para el HG530		12 Vcc; 0,5 A
Consumo de energía		< 6 W
Temperatura ambiente de operación		0° C a 40° C
Humedad relativa para funcionamiento		5 % a 95 % (sin condensación)
Dimensiones (largo - ancho - alto)		156,4 mm x 52 mm x 124,3 mm
Peso		245 g aproximadamente
Normas	Norma ADSL	ITU G.992.1 (G.dmt)
		ITU G.994.1 (G.hs)
		ANSI T1.413, Versión 2
	Norma ADSL 2	ITU G.992.3 (G.dmt.bis)
	Norma ADSL2+	ITU G.992.5
Norma WLAN	802.11b, 802.11g, 802.11n (2.4 GHz)	
Velocidad de transmisión DSL	G.dmt T1.413	Velocidad downlink máxima: 8 Mbit/s Velocidad uplink máxima: 896 Kbit/s
	G.992.5 (ADSL2+)	Velocidad downlink máxima: 24 Mbit/s Velocidad uplink máxima: 1024 Kbit/s
Velocidad de transmisión inalámbrica	802.11b	1 Mbit/s, 2 Mbit/s, 5.5 Mbit/s y 11 Mbit/s
	802.11g	6 Mbit/s, 9 Mbit/s, 12 Mbit/s, 18 Mbit/s, 24 Mbit/s, 36 Mbit/s, 48 Mbit/s y 54 Mbit/s
	802.11n	6.5 Mbit/s, 13 Mbit/s, 13.5 Mbit/s, 19.5 Mbit/s, 26 Mbit/s, 27 Mbit/s, 39Mbit/s, 40.5 Mbit/s, 52 Mbit/s, 54 Mbit/s, 58.5 Mbit/s, 65 Mbit/s, 81 Mbit/s, 108 Mbit/s, 117 Mbit/s, 121.5 Mbit/s y 135 Mbit/s

Tabla N° 6.3 Especificaciones y características técnicas del Modem HG530

<http://www.huaweidevice.com/tcpsdownload/downloadCenter?category=&flay=document&downloadID=NDAXNDY>

6.7.4.2 Diagrama de conexión actual

En la figura N° 6.10 se puede observar una representación gráfica de la conexión actual en el Parque Provincial de la Familia, en la cual el modem está ubicado en la Plaza de Distribución, con sus respectivos equipos.



*Figura N° 6.10 Diagrama de conexión actual
Elaborado por: David Montesdeoca*

6.7.5 Diseño de la red propuesta

En el presente proyecto se pretende diseñar una conexión de tipo inalámbrica con topología en malla la cual tiene por nombre de su SSID “Parque la Familia”, en el Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.

Las redes mesh es una alternativa en la cual se cuenta con varias puntos de acceso interconectados mediante enlaces inalámbricos, configuraciones y protocolos dinámicos de enrutamiento. Permitiendo ofrecer servicios de internet y todas las aplicaciones posibles, en zonas que sea imposible realizar instalaciones cableadas.

El área de cobertura de los nodos o puntos de acceso trabajan como una red llamada “nube mesh”. La principal característica es su capacidad de comunicarse, es decir: si un nodo deja de funcionar los demás nodos no lo harán gracias a que los enlaces son dinámicos y permiten que automáticamente el enlace sea por la ruta más adecuada de tal manera que ningún nodo pierda conectividad.

6.7.6 Arquitectura de la red

Para el diseño de esta red y por el estudio realizado se ha tomado en cuenta el modo ad-hoc en el cual existe conexión establecida entre varios puntos de acceso los que deben estar configurados con un mismo SSID y en el mismo canal, de manera que cuando un dispositivo se quiera comunicar con otro que este fuera de su rango de alcance envía un mensaje a los dispositivos cercanos que actuaran como repetidores hasta llegar al dispositivo deseado.

En este diseño al usar redes mesh y modo ad-hoc, se utiliza el protocolo de enrutamiento, que se encarga de encontrar un camino desde el nodo emisor al nodo receptor sin saturar la red, tomando en cuenta que es necesario que los dispositivos para una red en modo ad-hoc deben ser configurados para su correcto funcionamiento mediante una interfaz web.

6.7.7 Obtención de parámetros del diseño

Uno de los parámetros a tomar en cuenta son los parámetros geográficos para el diseño de esta red que se describe en la tabla N° 6.4, de acuerdo a los requerimientos solicitados por la administración del Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.

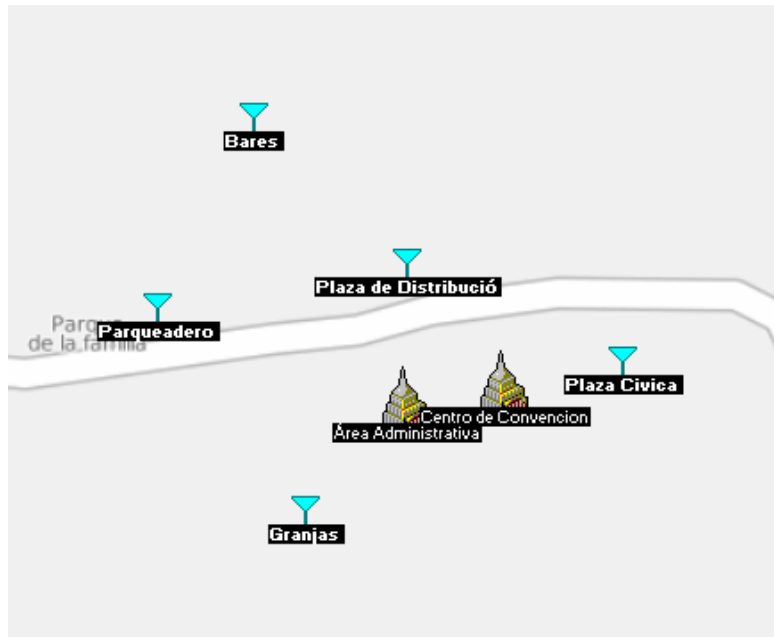
Área	Latitud	Longitud
Plaza de Distribución	1°14'45.63''S	78°39'26.60''O
Área Administrativa	1°14'47.99''S	78°39'26.20''O
Centro de Convenciones	1°14'47.71''S	78°39'24.82''O
Plaza Cívica	1°14'47.46''S	78°39'22.77''O
Bares	1°14'42.95''S	78°39'29.38''O
Parqueadero	1°14'46.44''S	78°39'31.15''O
Granjas	1°14'50.12''S	78°39'28.45''O

*Tabla N° 6.4 Parámetros geográficos para el diseño
Elaborado por: David Montesdeoca*

6.7.8 Análisis topológico

Para el diseño de esta red contaremos con la ayuda del software RADIO MOBILE y sus Mapas Digitalizados que cuenta en su Base de Datos, el cual nos permite analizar la topografía del Parque Provincial de la Familia de la ciudad de

Ambato, como se muestra en la figura N° 6.11 permitiéndonos realizar los enlaces deseados.



*Figura N° 6.11 Áreas del Parque Provincial de la Familia
Elaborado por: David Montesdeoca*

6.7.9 Descripción de parámetros de enlaces

Las comunicaciones inalámbricas hacen uso de las ondas electromagnéticas para enviar señales a largas distancias y como una etapa previa al diseño de la misma, se realiza el cálculo del balance de los enlaces radioeléctricos.

Tenemos que tener en cuenta estos parámetros pueden varias debido a múltiples factores en la propagación del espacio libre como son:

- **Perdidas en el espacio libre FSL**

Se trata de la dispersión de la potencia en un espacio sin obstáculo a medida que la onda se esparce sobre una superficie. La pérdida de potencia en las ondas electromagnéticas en el espacio libre es proporcional al cuadrado de la distancia y también proporcional al cuadrado de la frecuencia.

La atenuación en el espacio libre se la estima en decibeles dB, viene dada por:

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

Dónde:

d = distancia

f = frecuencia

K = 92,4 constante para unidades en distancia (km) y frecuencia (GHz)

Cuanto más larga es la longitud de onda, más lejos llega

Cuanto más larga es la longitud de onda, mejor viaja a través y alrededor de obstáculos. Cuanto más corta es la longitud de onda, se puede transportar más datos

- **Línea de vista**

Línea de vista se refiere a un camino (path) limpio, sin obstrucciones, entre las antenas transmisoras y receptoras. Para que exista la mejor propagación de las señales RF de alta frecuencia, es necesaria una Línea de vista sólida (limpia - sin obstrucciones).

- **Zona de Fresnel**

Al diseñar un enlace inalámbrico es importante considerar varios factores importantes entre ellos los obstáculos que pueden existir entre el Emisor y Receptor de Señales de Radio. Para lo cual es importante el cálculo de la Zona de Fresnel, que define un valor idóneo para una correcta comunicación.

La zona de Fresnel consiste en el volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética y el receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180°. La fase mínima se produce para el rayo que une en línea recta emisor y receptor, como se observa en la figura N° 6.12

Existen varias Zonas de Fresnel:

- Considerando el valor de fase como cero, la primera zona de Fresnel abarca hasta que la fase llegue a 180°, adoptando la forma de un elipsoide de revolución.

- La segunda zona abarca hasta un desfase de 360°, y es un segundo elipsoide que contiene al primero.
- Para las zonas superiores el análisis es similar.

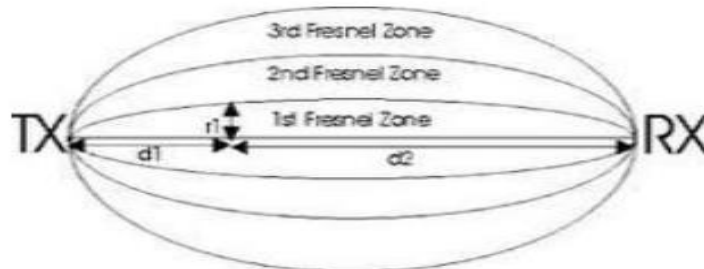


Figura N° 6.12 Zona de Fresnel

<http://xentron.blogspot.com/2010/12/estudio-de-la-zona-fresnel-en-las.html>

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel y la obstrucción mínima recomendada es el 20%. Para el caso de radiocomunicaciones depende del Factor K (curvatura de la tierra) considerando que para un $K = 4/3$ la primera zona de Fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para un estudio con $K = 2/3$ se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel.

Para establecer las zonas de Fresnel, primero debemos determinar la línea de vista de RF (Radio Frecuencia), esta es la línea recta que une los focos de las antenas transmisora y receptora.

r = radio en metros (m).

d = distancia en kilómetros (km).

f = frecuencia transmitida en megahercios (MHz).

La fórmula genérica de cálculo de las zonas de Fresnel es:

$$Fn = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

Donde:

rn = radio de la n ésima zona de Fresnel. ($n=1,2,3\dots$).

d_1 = distancia desde el transmisor al objeto en km.

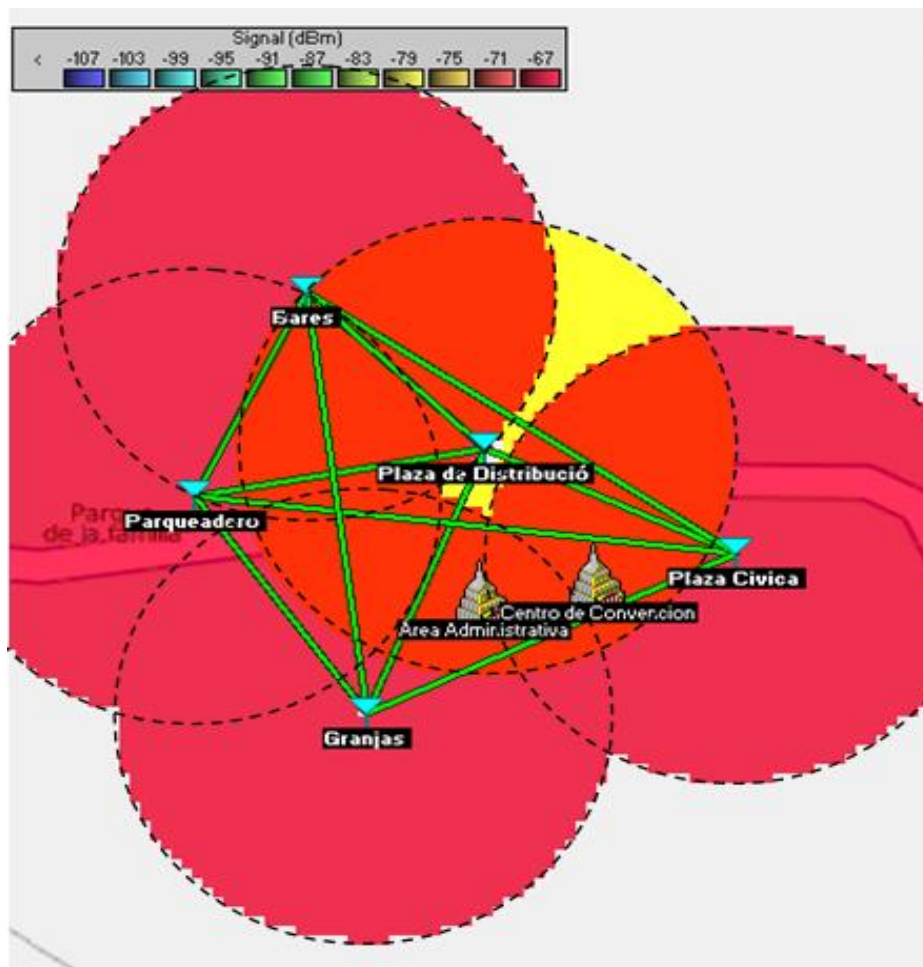
d_2 = distancia desde el objeto al receptor en km.

d = distancia total del enlace en km. $d = d_1 + d_2$.

f = frecuencia en MHz.

6.7.10 Enlaces de red

En la figura N° 6.13 se puede apreciar el diseño de la red y las áreas que cubrirán cada uno de los equipos que se mencionaran posteriormente con sus respectivas características, estos parámetros se han logrado determinar con la ayuda del software Radio Mobile.



*Figura N° 6.13 Enlaces y cobertura de los equipos
Elaborado por: David Montesdeoca*

6.7.11 Enlaces Radio Mobile

6.7.11.1 Enlace Plaza de Distribución – Bares

El perfil del terreno del radio enlace se muestra en la figura N° 6.14 y en la tabla N° 6.5 se detalla los parámetros del mismo.

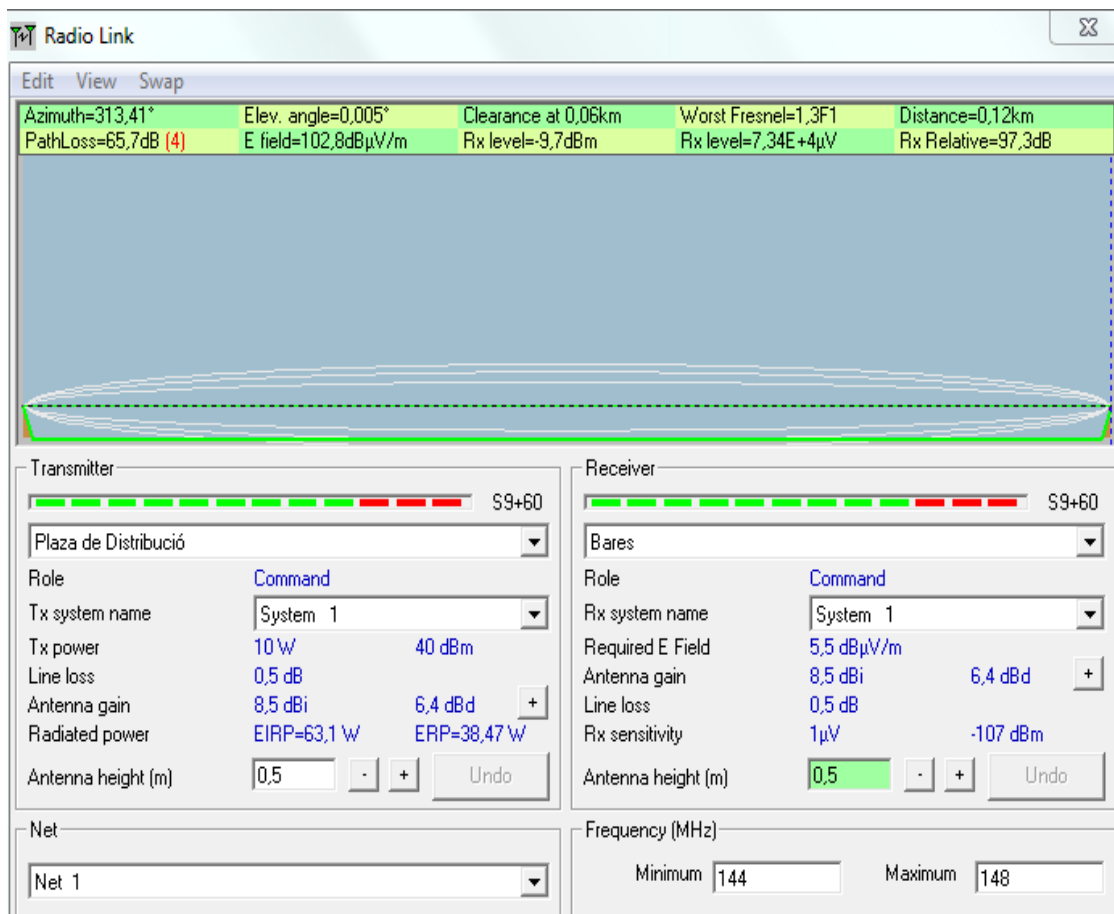


Figura N° 6.14 Enlace Plaza de Distribución - Bares
Elaborado por: David Montesdeoca

Descripción	Detalles
Distancia entre Plaza de Distribución y Bares	118.31 metros
Modo de propagación en línea de vista, espacio mínimo	1.3F1
Frecuencia media	146 MHz
Espacio libre	57.2 dB
Obstrucción	4.3 dB
Estadísticas	4.2 dB
Pérdida total de propagación	65.7 dB
Sistema de ganancia de la plaza de Distribución y Bares	163 dB

Tabla N° 6.5 Enlace Plaza de Distribución - Bares
Elaborado por: David Montesdeoca

6.7.11.2 Enlace Plaza de Distribución – Parqueadero

El perfil del terreno del radio enlace se muestra en la figura N° 6.15 y en la tabla N° 6.6 se detalla los parámetros del mismo.

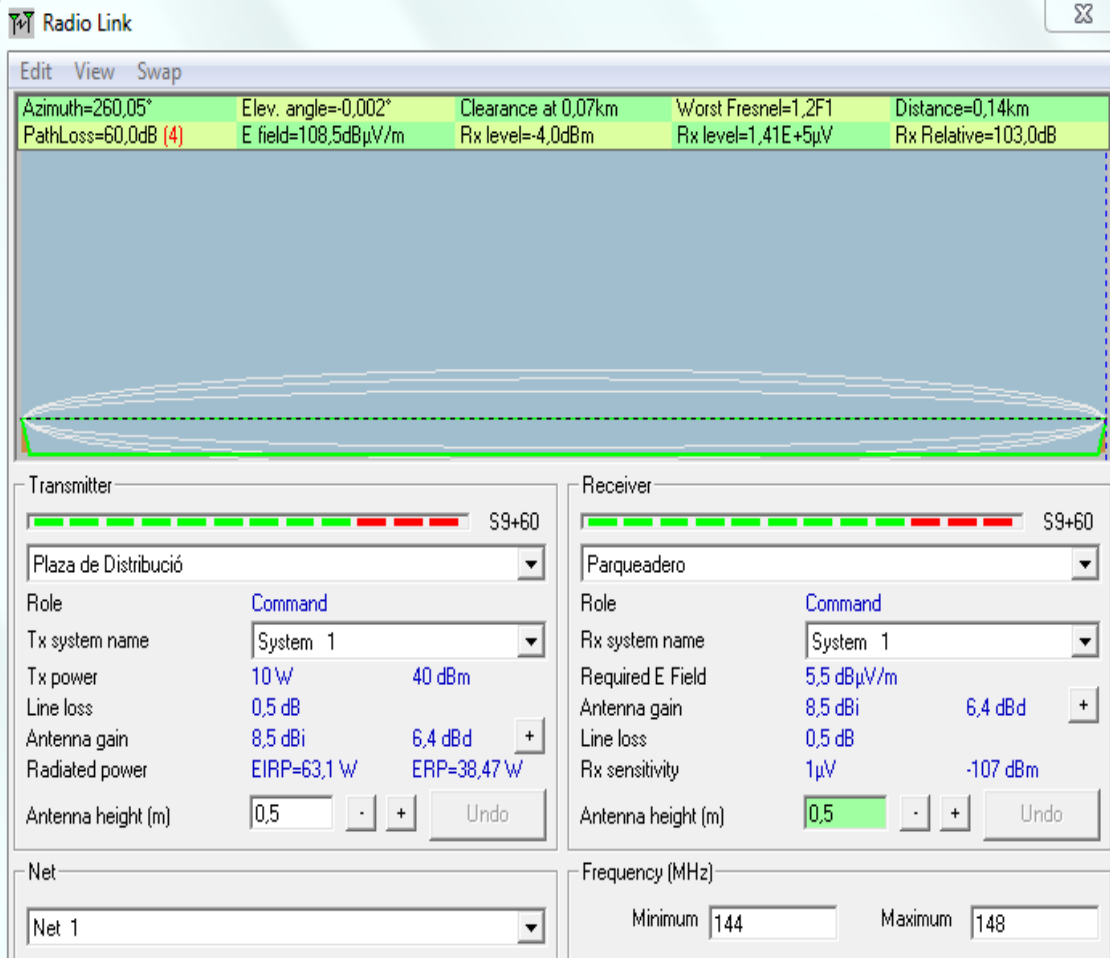


Figura N° 6.15 Enlace Plaza de Distribución -Parqueadero
Elaborado por: David Montesdeoca

Descripción	Detalles
Distancia entre Plaza de Distribución y Parqueadero	142.16 metros
Modo de propagación en línea de vista, espacio mínimo	1.2F1
Frecuencia media	146 MHz
Espacio libre	58.8 dB
Obstrucción	-3 dB
Estadísticas	4.2 dB
Pérdida total de propagación	60 dB
Sistema de ganancia de la plaza de Distribución y Parqueadero	163 dB

Tabla N° 6.6 Enlace Plaza de Distribución - Parqueadero
Elaborado por: David Montesdeoca

6.7.11.3 Enlace Plaza de Distribución – Granjas

El perfil del terreno del radio enlace se muestra en la figura N° 6.16 y en la tabla N° 6.7 se detalla los parámetros del mismo.

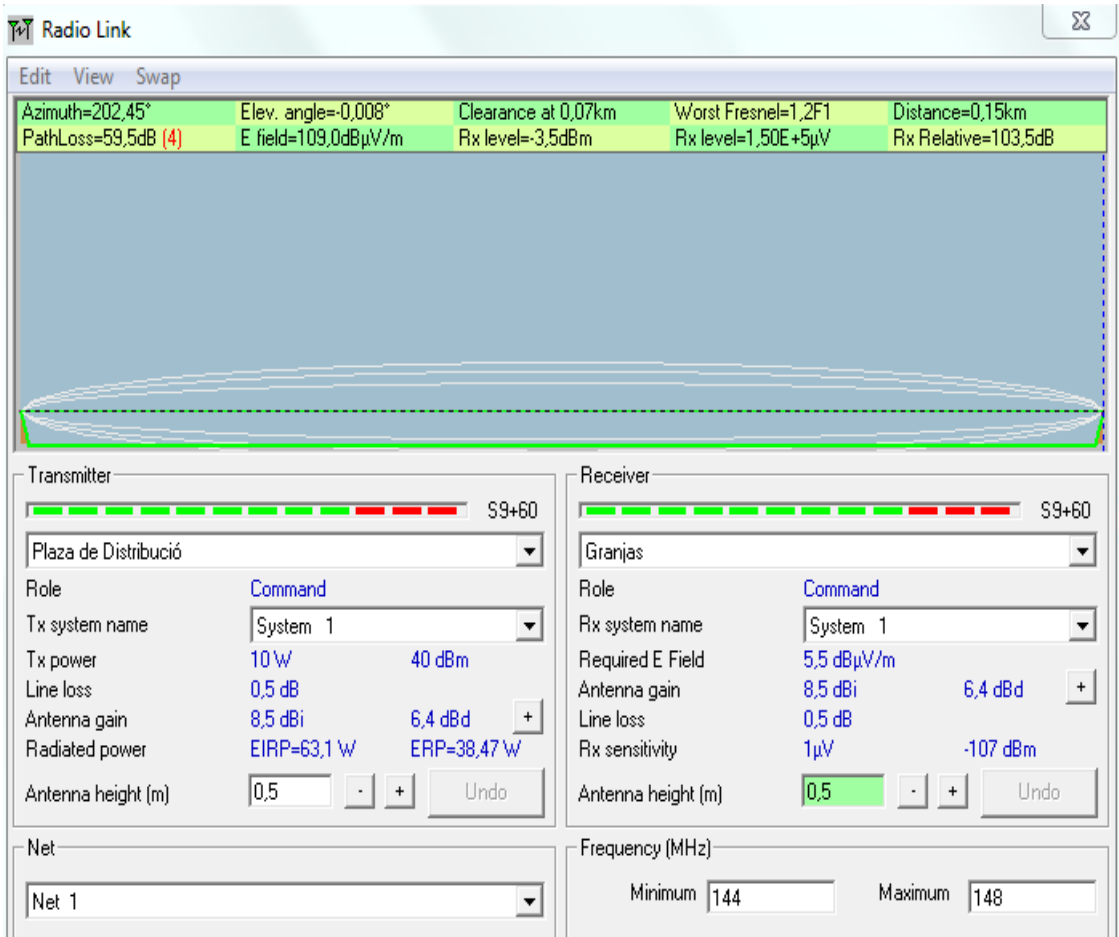


Figura N° 6.16 Enlace Plaza de Distribución - Granjas
Elaborado por: David Montesdeoca

Descripción	Detalles
Distancia entre Plaza de Distribución y Granjas	150.03 metros
Modo de propagación en línea de vista, espacio mínimo	1.2F1
Frecuencia media	146 MHz
Espacio libre	59.3 dB
Obstrucción	-4 dB
Estadísticas	4.2 dB
Pérdida total de propagación	59.5 dB
Sistema de ganancia de la plaza de Distribución y Granja	163 dB

Tabla N° 6.7 Enlace Plaza de Distribución – Granjas
Elaborado por: David Montesdeoca

6.7.11.4 Enlace Plaza de Distribución – Plaza Cívica

El perfil del terreno del radio enlace se muestra en la figura N° 6.17 y en la tabla N° 6.8 se detalla los parámetros del mismo.

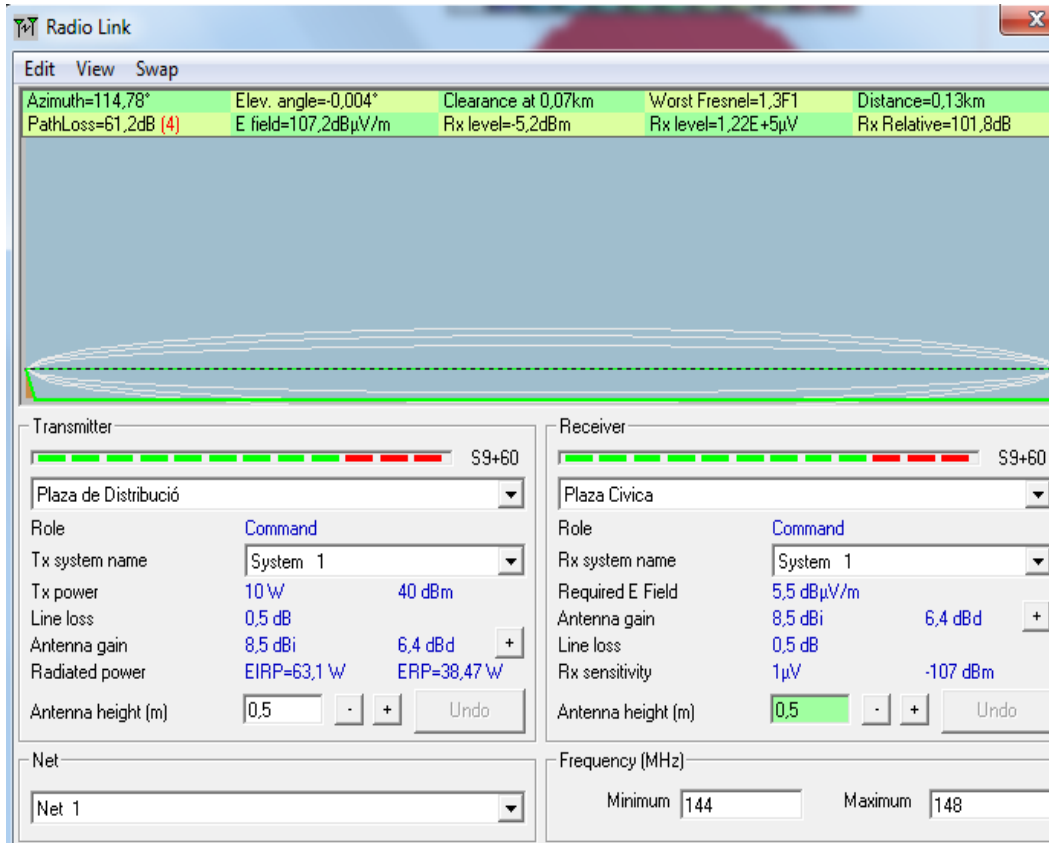


Figura N° 6.17 Enlace Plaza de Distribución – Plaza Cívica
Elaborado por: David Montesdeoca

Descripción	Detalles
Distancia entre Plaza de Distribución y Plaza Cívica	133.02 metros
Modo de propagación en línea de vista, espacio mínimo	1.3F1
Frecuencia media	146 MHz
Espacio libre	58.1 dB
Obstrucción	-1.1 dB
Estadísticas	4.2 dB
Pérdida total de propagación	61.2 dB
Sistema de ganancia de la plaza de Distribución y Plaza Cívica	163 dB

Tabla N° 6.8 Enlace Plaza de Distribución - Plaza Cívica
Elaborado por: David Montesdeoca

6.7.11.5 Enlace Parquadero – Bares

El perfil del terreno del radio enlace se muestra en la figura N° 6.18 y en la tabla N° 6.9 se detalla los parámetros del mismo.

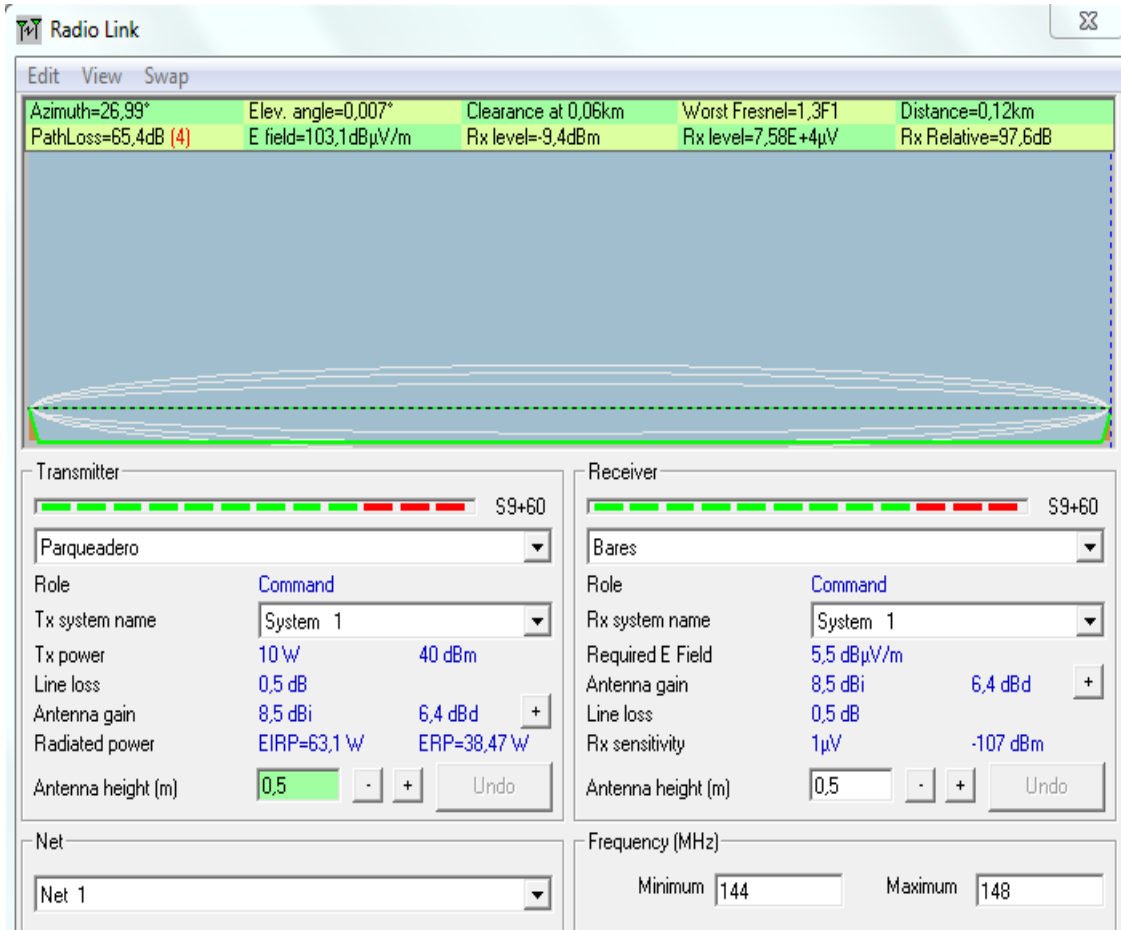


Figura N° 6.18 Enlace Parquadero - Bares
Elaborado por: David Montesdeoca

Descripción	Detalles
Distancia entre Parquadero y Bares	122.15 metros
Modo de propagación en línea de vista, espacio mínimo	1.3F1
Frecuencia media	146 MHz
Espacio libre	57.2 dB
Obstrucción	4 dB
Estadísticas	4.2 dB
Pérdida total de propagación	65.4 dB
Sistema de ganancia de la Parquadero y Bares	163 dB

Tabla N° 6.9 Enlace Parquadero y Bares
Elaborado por: David Montesdeoca

6.7.11.6 Enlace Parquadero – Granjas

El perfil del terreno del radio enlace se muestra en la figura N° 6.19 y en la tabla N° 6.10 se detalla los parámetros del mismo.

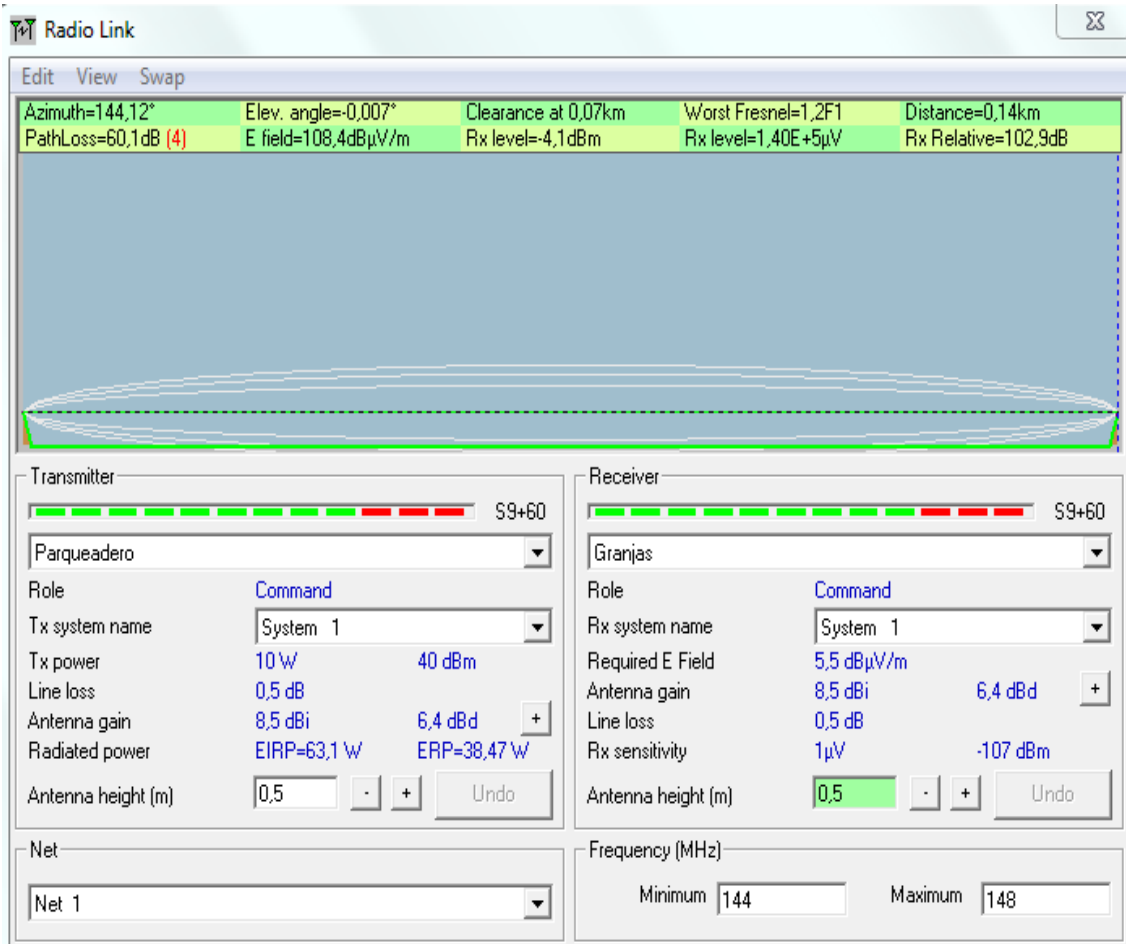


Figura N° 6.19 Enlace Parquadero - Granjas
Elaborado por: David Montesdeoca

Descripción	Detalles
Distancia entre Parquadero y Granjas	140.09 metros
Modo de propagación en línea de vista, espacio mínimo	1.2F1
Frecuencia media	146 MHz
Espacio libre	58.7 dB
Obstrucción	-2.8 dB
Estadísticas	4.2 dB
Pérdida total de propagación	60.1 dB
Sistema de ganancia de la Parquadero y Granjas	163 dB

Tabla N° 6.10 Enlace Parquadero y Granjas
Elaborado por: David Montesdeoca

6.7.11.7 Enlace Granja – Plaza Cívica

El perfil del terreno del radio enlace se muestra en la figura N° 6.20 y en la tabla N° 6.11 se detalla los parámetros del mismo.

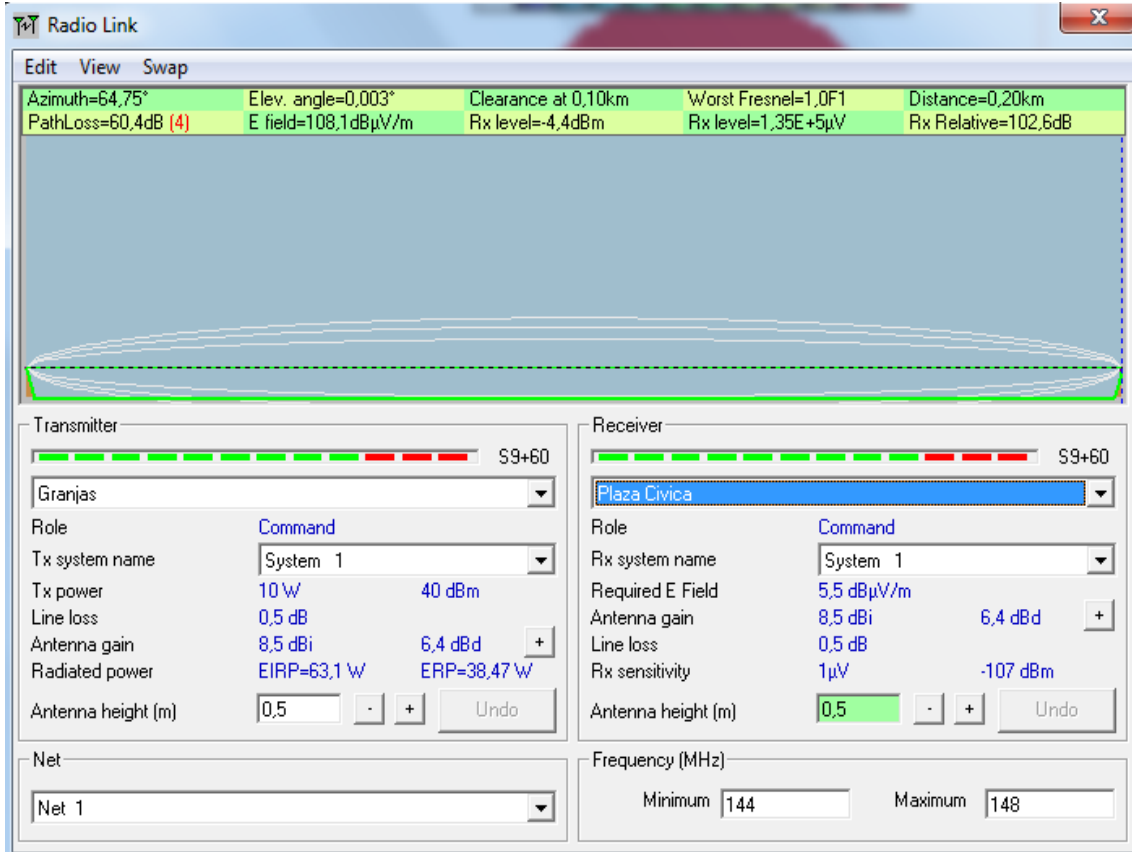


Figura N° 6.20 Enlace Granjas – Plaza Cívica
Elaborado por: David Montesdeoca

Descripción	Detalles
Distancia entre Granjas y Plaza Cívica	206.04 metros
Modo de propagación en línea de vista, espacio mínimo	1.0F1
Frecuencia media	146 MHz
Espacio libre	61.6 dB
Obstrucción	-5.9 dB
Estadísticas	4.8 dB
Pérdida total de propagación	60.4 dB
Sistema de ganancia de la Granjas y Plaza Cívica	163 dB

Tabla N° 6.11 Enlace Granjas – Plaza Cívica
Elaborado por: David Montesdeoca

6.7.12 Selección de equipos y características









FABRICANTE	TIPO DE ANTENA	NUMERO MAXIMO DE NODOS	NUMERO MAXIMO DE SALTOS	EQUIPOS UTILIZADOS	ALCANCE	INTERFACES RADIO
	Outdoor	-	-	WLAN Controller + Cisco Aironet 1510	-	-
	Outdoor	3 - 4 conectados BackBone	5	BelAir200 Mesh Ap + Access AP BelAir200	-	2 o más radios 2.4 GHz y 5GHz
	Indoor/ Outdoor	11 nodos	4 a 5	SkyGateway SkyConnector SkyExtender SkyExtenderDual	12 a 16Km entre nodos	2 radios, 2,4 GHz y 5GHz
	Indoor/ Outdoor	-	-	Punto de Acceso Inteligente Moto Mesh + Enrutador Inalámbrico	500 metros entre nodos	2 o más radios 2,4 GHz y 5GHz
	Indoor/ Outdoor	90/Gateway	3	NOSS Server + Wireless Gateway + AP7220	200 a 800 metros en Aps	2 radios, 2,4 GHz y 5GHz
	Indoor/ Outdoor	120	4 a 5	MR66, MR62, MR12, MR16, MR24	200 a 350 metros entre nodos	2 o más radios 2,4 GHz y 5GHz
	Indoor/ Outdoor	-	10	OWS Strix	50 metros entre nodos	2 radios, 2,4 GHz y 5GHz
	Indoor/ Outdoor	20 nodos	3 a 4	Routers Gateway, Routers Clientes	7 metros entre routers y usuarios	2 radios, 2,4 GHz y 5GHz

Tabla N° 6.12 Comparación entre equipos mesh
Elaborado por: David Montesdeoca

Una vez realizado la comparación de equipos que soporten el protocolo de enrutamiento para redes en malla como se observa en la tabla N° 6.12, que de acuerdo a los estudios realizados deberán contar con dos radios uno para el enlace de tránsito (comunicación entre nodos 802.11a, 5GHz) y otro para el enlace de acceso (servicio 802.11b/g, 2.4GHz).

Otro de los aspectos considerados es la distancia entre cada uno de los puntos de acceso lo cual nos llevó a considerar la utilización de los equipos de marca Meraki que gracias al análisis técnico y de fácil adquisición en el mercado se seleccionó los siguientes elementos a utilizar, los cuales se detallan a continuación con sus características técnicas.

RouterBOARD 433

Está compuesto por las ranuras de extensión y varios puertos así como tres puertos Ethernet, soporte transversal automático / corrección de cable recto (Auto MDI / X), por lo que se pueden utilizar cables rectos o cruzado para conectar a otros dispositivos de red.

El primer puerto Ethernet admite 10 - 28 VDC alimentación de un pasivo PoE inyector. Los otros dos puertos Ethernet no son compatibles con PoE alimentación, tiene tres puertos MiniPCI Tipo IIIA / IIIB con señalización de 3.3V y consta de un puerto serial DB9 RS232C asíncrono, como se observa en la figura N° 6.21.

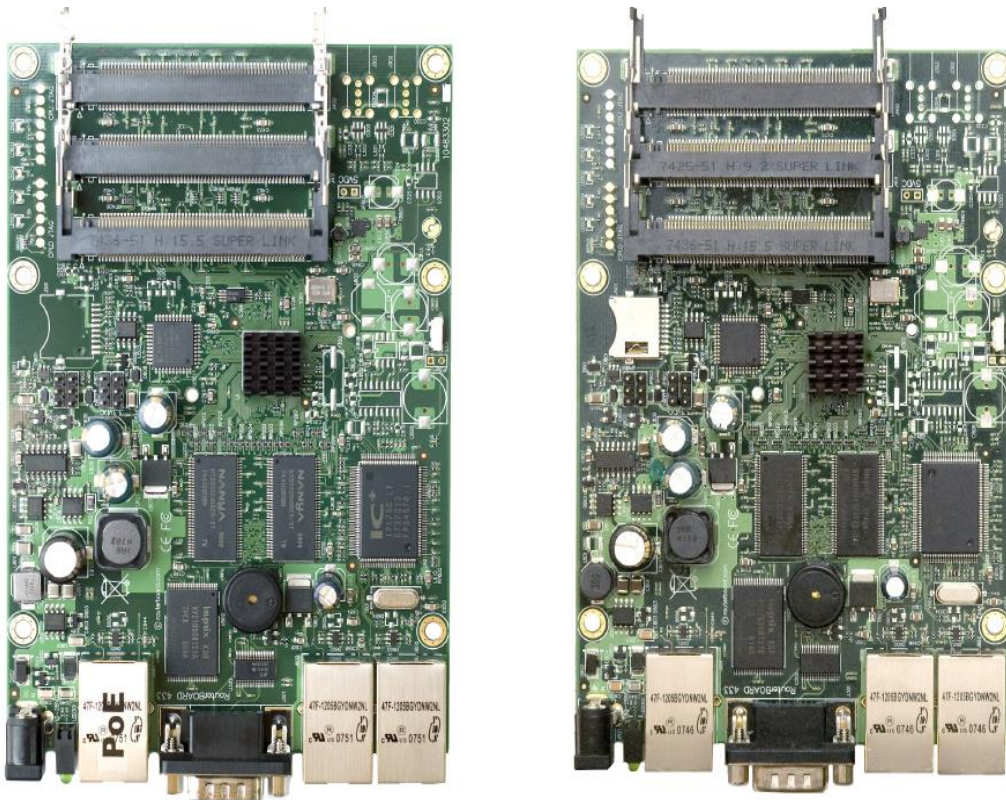


Figura N° 6.21 RouterBOARD 433
<http://routerboard.com/RB433>

En la tabla N° 6.13 que se muestra a continuación se puede observar las características técnicas de la tarjeta Router Board 433.

RouterBOARD 433	
CPU	Atheros AR7130 300MHz / 680MHz AR7161
Memoria	64/128MB DDR SDRAM memoria interna
Gestor de arranque	Router BOOT
Almacenamiento de datos	64MB a bordo de chip de memoria NAND
Ethernet	Tres puertos 10/100 Fast Ethernet Mbit / s de apoyo Auto-MDI / X
MiniPCI slot	Tres slots MiniPCI Tipo IIIA / IIIB
puerto serie	Un puerto serie DB9 RS232C asíncrono
LEDs	Alimentación y los LED usuario
Localizador	Presente
Potencia	Alimentación a través de Ethernet: 10 .. 28V DC (excepto el poder sobre líneas de datos)
Conector de alimentación	10 - 28 V DC
El control del ventilador	Dos cabezales de potencia de salida del ventilador DC con sensor de rotación y el ventilador automático conmutación (corriente máxima de salida - total de 500 mA)
Dimensiones	105 mm x 150 mm
Peso	140g
Temperatura de funcionamiento	-20 ° C a +65 ° C (-4 ° F a 149 ° F)
Humedad de funcionamiento	hasta 70% de humedad relativa (sin condensación)
Consumo de energía	~ 3W sin tarjetas de extensión, máxima - 25W (18W de salida de las tarjetas de extensión)

Figura N° 6.13 RouterBOARD 433

<http://routerboard.com/RB433>

Radio R52Hn Mikrotik

Mikrotik trabaja con estándares 802.11a/b/g/n de alta potencia en tarjetas MiniPCI - chipset Atheros AR9220 320MW de salida. El poder más elevado (~320mW con RouterOS), que cuenta con tarjeta inalámbrica Mini-PCI para aplicaciones especiales.

El R52Hn como se observa en la figura N° 6.22 es un adaptador de red Mini-PCI proporciona un rendimiento líder en 802.11a/b/g/n tanto en bandas 2 GHz y 5 GHz, que soporta hasta 300Mbps de velocidad de datos físicos y hasta 200 Mbps de rendimiento real del usuario, tanto en el enlace ascendente y el enlace descendente. 802.11n en su dispositivo inalámbrico proporciona una mayor eficiencia en las actividades diarias tales como transferencias locales de archivos

de red, navegación por Internet y streaming de medios de comunicación. R52Hn tiene un transmisor de alta potencia y sensibilidad superior.



*Figura N° 6.22 Radio R52Hn Mikrotik
<http://routerboard.com/R52Hn>*

Especificaciones Técnicas

- Banda Dual estándar IEEE 802.11a/b/g/n
- Potencia de salida de hasta 25dBm @ a / g / n Band
- Soporta hasta 2x2 MIMO con multiplexación espacial
- Cuatro veces el rendimiento de 802.11a / g
- Atheros AR9220, chipset
- Alto rendimiento (hasta 300Mbps de velocidad y 200Mbps de rendimiento real del usuario de datos físicos), con bajo consumo de energía
- Dos MMCX antenna Conectores
- Modulaciones: OFDM: BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM DSSS: DBPSK, DQPSK, CCK
- Temperaturas de funcionamiento: -40 ° C a +70 ° C
- Inactivo 0.4W consumo de energía
- Consumo máximo de energía 7W
- MiniPCI IIIA + diseño (3 mm más larga que MiniPCI IIIA)
- Disipador de calor de 1,5 mm de espesor escudo RF 3mm
- Protección ESD en los puertos de RF

Antena omnidireccional 12 dbi, 5.8GHz Hyperlink hg5812u-pro

Esta antena permite proveer servicios de Internet inalámbrico Ideal para WISP, radio bases Wi-Fi y Hot Spot, opera en todo tipo de clima Ideal para aplicaciones multipunto de largo alcance outdoor compatible con todas las marcas de Access Point, Routers que trabajen con 802.11^a, WiFi, & Public Wireless Hotspot. Construida para trabajar bajo cualquier condición climática.

HG5812U-PRO es una antena omnidireccional muy compacta y de alto desempeño diseñada para la banda de 5.8 GHz. Es perfectamente conveniente para aplicaciones móviles y multipunto donde se requiere alta ganancia y una amplia cobertura robusta y resistente a la intemperie.

Como se observa en la figura N° 6.23, la construcción de esta antena tiene como características una duradera cúpula de radar de fibra de vidrio, para proporcionar durabilidad y además es estética. El sistema de montaje consiste de un resistente soporte de acero y un par de herrajes en U para mayor resistencia



Figura N° 6.23 Antena omnidireccional 12 dbi, 5.8GHz Hyperlink
http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-402689932-antena-omnidireccional-hyperlink-hg5812u-pro-12-dbi-58-ghz-_JM

Especificaciones técnicas

En la siguiente tabla N° 6.14 se puede apreciar las especificaciones técnicas de la Antena omnidireccional 12 dBi, 5.8GHz Hyperlink, así también en la figura N° 6.24 se observa los patrones de ganancia.

Frecuencia	5725-5850 MHz
Ganancia	12 dBi
Ancho de onda Horizontal	360°
Ancho de onda Vertical	6°
Impedancia	50 Ohm
Máxima entrada de energía	150 Watts
VSWR	< 1.5:1 avg
Conector	Tipo N hembra
Peso	0.7 Kg
Dimensiones /Diámetro	700/20 mm
Montaje	50.8 mm de diámetro máximo del tubo

Tabla N° 6.14 Especificaciones técnicas de la antena HG5812U-PRO
http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-402689932-antena-omnidireccional-hyperlink-hg5812u-pro-12-dbi-58-ghz-_JM

Patrones de ganancia de la antena

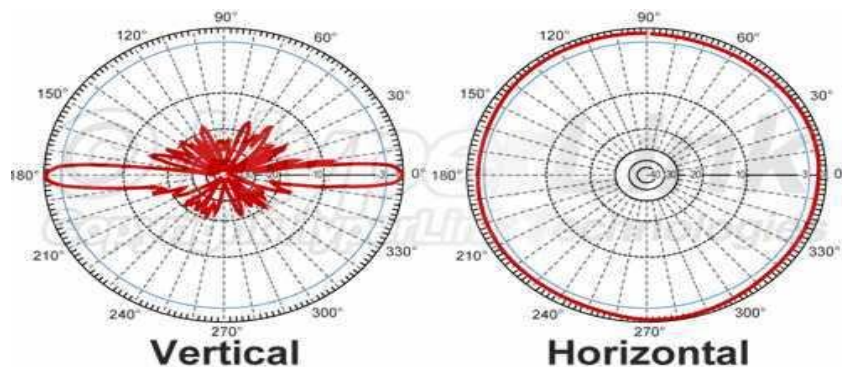


Figura N° 6.24 Patrones de ganancia de la antena HG5812U-PRO
http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-402689932-antena-omnidireccional-hyperlink-hg5812u-pro-12-dbi-58-ghz-_JM

Outdoor Access Points MR66 Meraki

Es un Access Point reforzado de alta capacidad 802.11n, con radios duales para ambientes exteriores e industrial de alto rendimiento usado idealmente en ambientes hostiles, robusto y al aire libre, tiene un despliegue de alta densidad para voz, video y redes de rendimiento intensivo.

El MR66 como se lo conoce mayormente, mide 24 pulgadas sin las antenas no hay diferencia estética entre los dos puntos de acceso, pero el MR66 cuenta con radios duales, una de 2,4 GHz y 5 GHz para mayor alcance, como se puede observar en la figura N° 6.25.



Figura N° 6.25 Outdoor Access Points MR66 Meraki

<http://blog.halotechconsulting.com/2011/11/meraki-wireless-ap-review-part-two.html>

Características del equipo

- Características de hardware: probado para el polvo, shock, vibración y la humedad, con un radio dual 802.11n hasta 600Mbps y un puerto gigabit Ethernet 802.3af PoE compatible.
- Control de tráfico: clasifica cientos de aplicaciones, crea límites de ancho de banda por aplicación, tiene prioridad a aplicaciones de productividad y restringe el tráfico recreativo.
- Gestión de la nube: tiene la red de visibilidad y control, autoabastecido para el despliegue rápido, realiza informes automáticos y realiza actualizaciones Seamless de firmware.
- Malla: tiene una auto-configuración, optimización automática de malla, alto rendimiento multi-radio protocolos de enrutamiento, amplía la cobertura a las zonas difíciles de alambre y auto-cura después de fallas de cable o el interruptor. Seguridad de la empresa: tiene una integración de Active Directory 802.1X y nativas, tiene un Air Marshal (WIPS en tiempo real con análisis forense), controla el estado en la capa 3-7 del firewall, tiene

directivas de grupo basadas en identidad y esta construido en Análisis antivirus (NAC).

- Gestión de dispositivos: crear reglas de firewall específicas del dispositivo, implemente aplicaciones y actualizaciones y soluciona problemas con una función de RDP (Remote Desktop Protocol / Protocolo de escritorio remoto).

Especificaciones técnicas

Radios	1 × 802.11b/g/n radio	1 × 802.11a/n radio
	Auto-selección de óptima banda 2.4 GHz o 5 GHz	
	Tasa de Radio Max de 300 Mbps por radio	
	2.4 GHz + 26 dBm de potencia de transmisión pico	
	5 GHz + 24 dBm de potencia de transmisión pico	
Capacidades 802.11n	2x2 de entrada múltiple, salida múltiple (MIMO) con dos transferencias espaciales	
	Combinación de relación máxima (MRC)	
	Conformación del haz	
	Agregación de paquetes	
	Apoyar la diversidad desplazamiento cíclico (CSD)	
Potencia	Alimentación a través de Ethernet: 24 a 57 V (802.3af)	
	Consumo de energía: 10.5 W max	
	Alimentación a través de Ethernet del inyector se vende por separado	
Montaje	Se monta en paredes y postes horizontales, verticales y en ángulo	
	Hardware de montaje incluido	
Seguridad Física	Tornillo de seguridad incluido	
	Cable anti-sabotaje	
	Placa de montaje empotrado	
medio ambiente	Temperatura de funcionamiento: -4 ° F a 122 ° F (-20 ° C a 50 ° C)	
	Clasificación ambiental IP67 (sellado contra agua y polvo)	
Dimensiones físicas	10.5 "x 7.6" x 2.2 "(267 mm x 192 mm x 57 mm) sin incluir montaje	
	Peso: 1,9 libras (862 g)	
Interfaces	Uno 100/1000 Mbps puerto Ethernet cruzado automático	
	Cuatro conectores tipo N externos	
	Intensidad de la señal LED	
Seguridad	Firewall integrado de políticas (Policy Manager Identidad)	
	Air Marshal: WIPS en tiempo real con análisis forense	
	Aislamiento Invitado	
	WEP, WPA	
	WPA2-PSK	
	WPA2-Enterprise con 802.1X	
	Cifrado TKIP y AES	
Etiquetado VLAN (802.1Q)		
Calidad de Servicio	Calidad de servicio inalámbrico (WMM/802.11e)	
	DSCP (802.1p)	
Movilidad	PMK y apoyo credencial OKC para la Capa 2 itinerancia rápida	
	L3 itinerancia	
Indicadores LED	4 señal de potencia	
	Conectividad Ethernet 1	
	1 de alimentación / arranque el estado de actualización / firmware	

Tabla N° 6.15 Especificaciones técnicas del Outdoor Access Points MR66 Meraki
<http://www.meraki.ec/#!/product/prd2/196653411/mr-66>

Antena grilla hyperlink HG5827G 27 dBi 5.8 GHz direccional



Figura N° 6.26 Antena grilla hyperlink HG5827G 27 dBi 5.8 GHz direccional
http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-402673647-antena-grilla-hyperlink-hg5827g-27-dbi-58-ghz-direccional-_JM

Esta antena puede ser conectada directo a routers, access points o tarjetas inalámbricas, aumenta la calidad de recepción, especialmente diseñada para captura y recepción de señales WiFi débiles y lejanas de mas de 15km, implementa telefonía por IP (VOIP), asi como también vigilancia y monitoreo remoto con cámaras IP.

La Antena grillas con reflector de alto desempeño HyperGain HG5827G provee 27 dBi de ganancia con un lóbulo de irradiación de 6 grados para aplicaciones direccionales de larga distancia. Como se observa en la figura N° 6.26, esta antena tiene reflector de rejilla de aluminio fundido inoxidable para excelente fortaleza y ligera en peso. Las 2 piezas del reflector de rejilla de la antena la hacen simple para ensamblar y reducen significativamente los costos de envío. La superficie de la rejilla tiene una capa de polvo ultravioleta (UV) para durabilidad y estética. El diseño de aberturas en el cuerpo de la rejilla minimiza la carga al viento.

Ventajas

- Conexiones Inalámbricas de más de 15 kilómetros de distancia.
- Opera en todo tipo de clima.
- Amplitud de onda 6°

- Ideal para aplicaciones punto a punto, multipunto de largo alcance.
- Fácil de armar.
- Compatible con todas las marcas de Access Point 802.11a

Especificaciones Eléctricas

- Frecuencia: 5725 - 5850 MHz
- Ganancia: 27 dBi
- -3 dBi Ancho de onda: 6 grados
- Front to Back Ratio: 25 dB
- Impedancia: 50 Ohm
- Máxima Potencia de entrada: 100 Watts

Especificaciones Mecánicas

- Peso: 5.3 lbs. (2.4 kg)
- Dimensiones , rejilla: 400 mm) x 600 mm
- Montaje: 2 in. (50.8 mm) max. diámetro mástil
- Angulo de elevación: 0 a +10 grados
- Temperatura de operación: -40° C to 85° C (-40° F to 185° F)

Patrones de ganancia RF de la Antena

En la figura N° 6.27 se puede observar la ganancia RF en forma vertical y horizontal de la antena grilla hyperlink HG5827G 27 dBi 5.8 GHz direccional

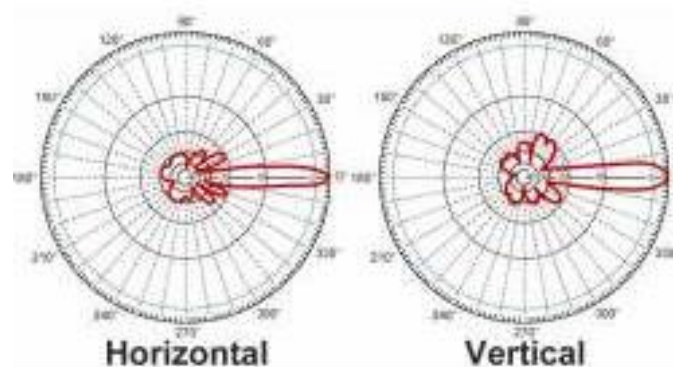


Figura N° 6.27 Patrones de ganancia RF de la antena grilla hyperlink
http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-402673647-antena-grilla-hyperlink-hg5827g-27-dbi-58-ghz-direccional-_JM

Antenas N de tipo Omni Antenas de 2.4GHz Meraki

Son antenas de Cisco Meraki que permiten mejorar el alcance y la conectividad de una red mediante el aumento de potencia de la señal entre los repetidores y los clientes.

Especificaciones técnicas

- **Eléctrico**

- Tipo de antena: omnidireccional
- Rango de frecuencia: 2,400 a 2,500 ghz
- Ganancia: 5, 7, 8.5 dBi
- Polarización: vertical (lineal)
- La mitad de ancho de banda de potencia / horizontal: 360 °
- La mitad de ancho de banda de potencia / vertical: 30 °

- **Física y Ambiental**

- Dimensiones: 0.9 "x 7.0" (22 mm x 178 mm)
- Peso: 0.15 lbs (70 g)
- Material: plástico ABS
- Temperatura: -40 ° F a 131 ° F (-40 ° C a 55 ° C)
- Conector: N-type

- **Montaje**

- Directamente a la unidad (no requiere cable)

- **Contenido de la caja**

- Dos Meraki ANT-10 antenas Cisco

- **Regulador**

- Certificado para su uso con el MR62, MR66 y MR58

En las siguientes figura N° 6.28, se podrán observar los patrones de ganancia de las antenas meraki omnidireccionales de 2.4 GHz.

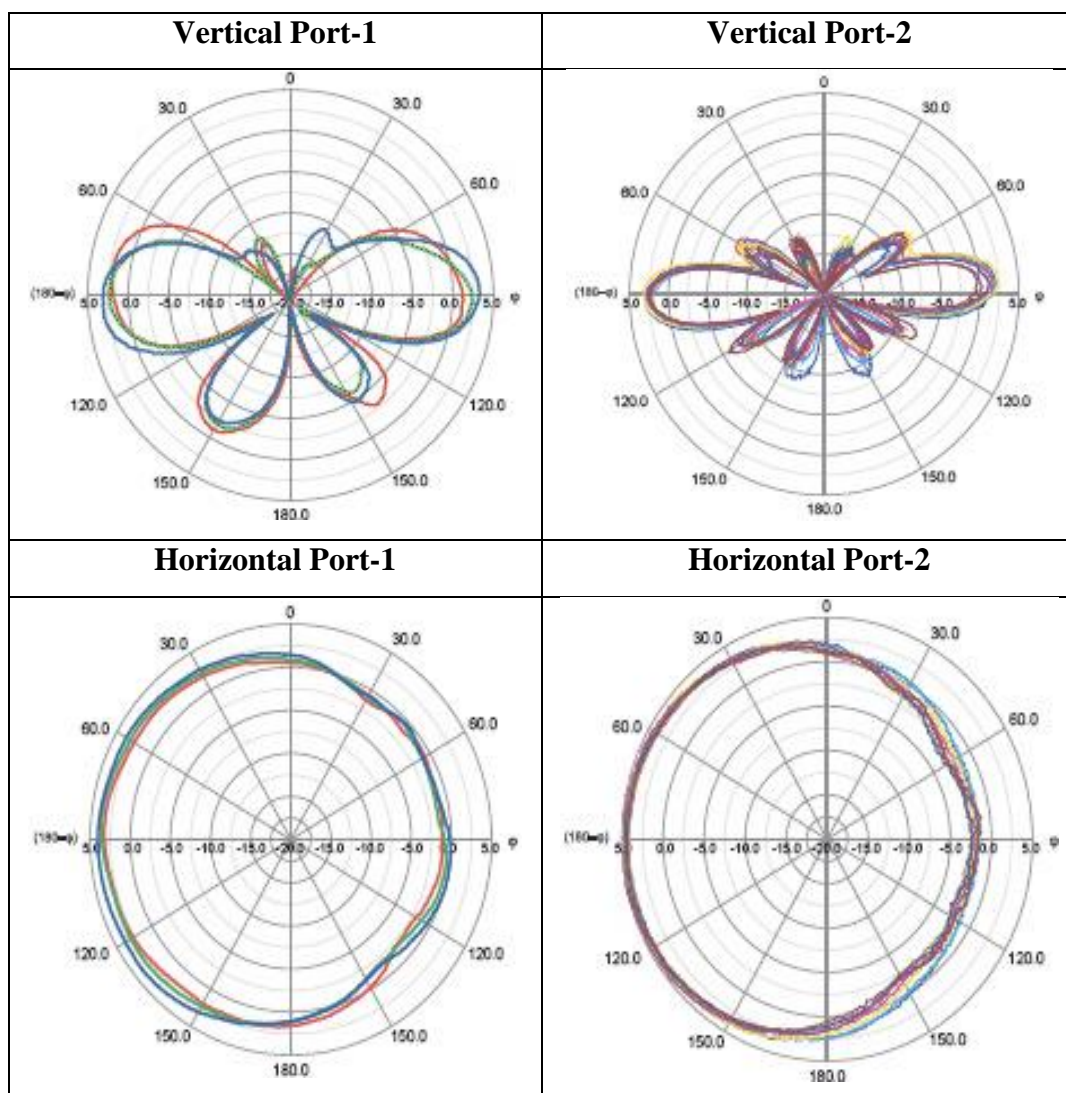


Figura N° 6.28 Patrones de ganancia de antena omnidireccional Meraki 2.4 GHz
<http://www.meraki.ec/#/product/prd2/196653601/antena-5%2F7-dbi-dual/>

Inyector PoE

El inyector PoE como se observa en la figura N° 6.x, es bastante innovador, compatible con 802.3af y ofrece full duplex Gigabit Ethernet, y también cuenta con protección over-voltage/current y corto, con la siguientes características.

InPut: 100 – 240 VA 0.95A

OutPut: 56 VC 0.35A



Figura N° 6.29 Inyector PoE

<http://blog.halotechconsulting.com/2011/11/meraki-wireless-ap-review-part-two.html>

UPS (Uninterruptible Power Supply).

Es una fuente de alimentación ininterrumpible, es la energía de seguridad que se emplea cuando la energía eléctrica de la línea se interrumpe o baja a un nivel de voltaje inaceptable. Los pequeños sistemas UPS proveen energía de baterías durante unos minutos según la UPS utilizada, en la figura 6.30, se puede observar la “APC SMART UPS SC 620VA 390W SC620” que se toma para este sistema de protección.



Figura N° 6.30 APC SMART UPS SC620

<http://excessups.com/smartups-sc620-p-255.html>

Las especificaciones técnicas de esta UPS se muestran en la tabla N° 6.16

Salida	
Capacidad de Potencia de Salida	390 Vatios / 620 VA
Máxima potencia configurable	390 Vatios / 620 VA
Tensión nominal de salida	120 V
Frecuencia de salida (sincronizada a red eléctrica principal)	47 - 53 Hz para 50 Hz nominal, 57 - 63 Hz para 60 Hz nominal
Entrada	
Voltaje nominal de entrada	120 V
Frecuencia de entrada	50/60 Hz + / - 3 Hz (detección automática)
Rango de tensión de entrada para operaciones principales	82-144 V
Rango de voltaje ajustable para operaciones principales	75 - 154V
Baterías y tiempo de ejecución	
Batería libre de mantenimiento sellada al plomo con electrolito suspendido	A prueba de filtración
Cartucho de batería de repuesto	SC620 batería
Tiempo de respaldo típico a media carga	16 minutos (195 Watts)
Tiempo de respaldo típico a plena carga	5,5 minutos (390 Vatios)

Tabla N° 6.16 Especificaciones Técnicas de APC SMART UPS SC620
Elaborado por: David Montesdeoca

Una vez terminado todo el análisis de los equipos a utilizar se puede observar en la figura N° 6.31 y 6.32 el diagrama físico y el diagrama lógico respectivamente:

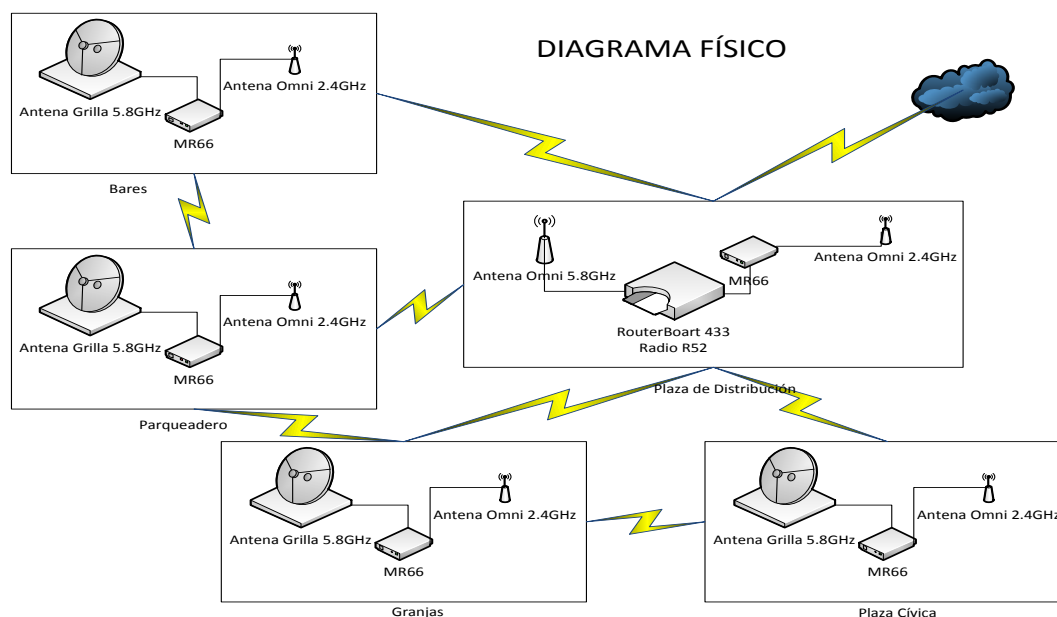


Tabla N° 6.31 Diagrama físico de la red mesh
Elaborado por: David Montesdeoca

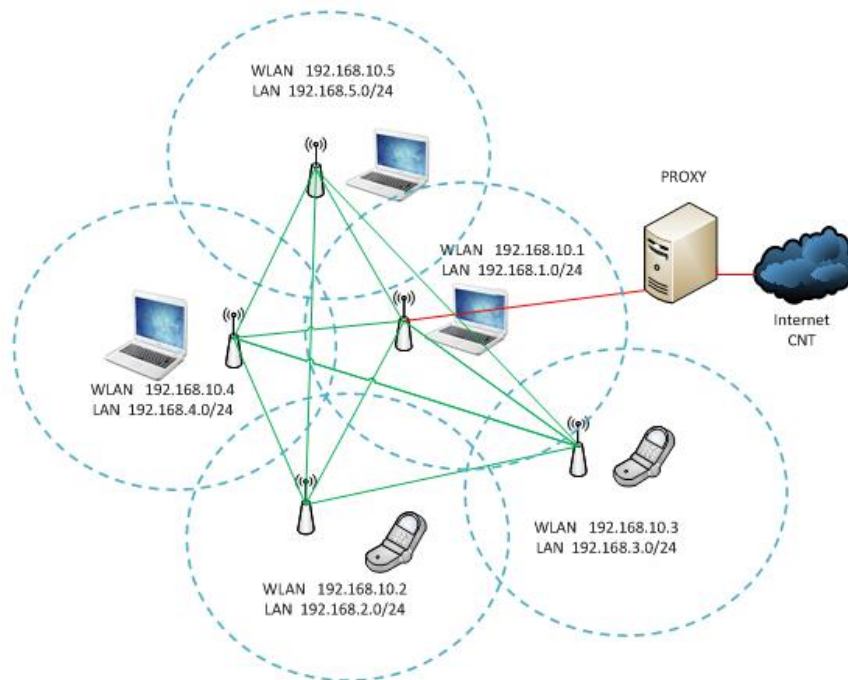


Tabla N° 6.32 Diagrama lógico de la red mesh
Elaborado por: David Montesdeoca

En el diagrama lógico de la red mesh se le ha asignado IPs a cada nodo para identificar los radios en los que trabaja el equipo y tener mayor apreciación del trabajo de la red.

Para lo cual en el radio de los 5GHz permite a los equipos conectarse entre ellos y en la banda de 2.4GHz provee internet a los usuarios en cada una de las áreas que se encuentre.

6.7.13 Infraestructura

Cada área identificada anteriormente para el diseño de la red corresponde a la ubicación de los postes de alumbrado eléctrico los cuales serán utilizados para colocar los equipos, ya que de estos postes se proveerá de energía eléctrica.

De la misma manera se considerado la adquisición de UPS para cada uno de los equipos ya que serán protectores y generadores de energía para los equipos, permitiendo tener conectividad permanente en el parque. Los equipos irán dentro de una caja metálica recubierta con pintura electrostática anticorrosiva. En las siguientes imágenes se mostrará específicamente los postes en los cuales serán

ubicados los equipos, estos están debidamente identificados ya q cuentan con una numeración específica para cada uno de los postes de alumbrado electrico.

Plaza de distribución

En la figura N° 6.33 se identifica el poste con número 117306, localizado junto a la plaza de distribución y al parqueadero.



*Figura N° 6.33 Poste Plaza de Distribución
Elaborado por: David Montesdeoca*

Bares

En el área de los bares y las canchas se encuentra el poste con número 130689 el cual se muestra en la figura N° 6.34



Figura N° 6.34 Poste entre el Bar y las Canchas
Elaborado por: David Montesdeoca

Garaje o Parqueadero

En la figura N° 6.35, se encuentra ubicado del poste con número 119715 en la entrada del parqueadero.



Figura N° 6.35 Poste del Parqueadero
Elaborado por: David Montesdeoca

Granjas

En el área de las granjas el equipo se colocara en el poste con número 133792 el cual se observa en la figura N° 6.36



*Figura N° 6.36 Poste de las Granjas
Elaborado por: David Montesdeoca*

Plaza Cívica

En la plaza cívica se lo colocara en el poste con número 122572, ya que del mismo se permitirá obtener la alimentación eléctrica como se observa en la figura N° 6.37



*Figura N° 6.37 Poste de la Plaza Cívica
Elaborado por: David Montesdeoca*

6.7.14 Propuesta Económica

6.7.14.1 Costo de equipos

Como hemos podido observar en este proyecto vamos a utilizar una serie de equipos en varios puntos ya identificados y estudiados, también se adquirirá varias cajas metálicas que servirán de protección para los equipos.

En la siguiente tabla N° 6.17 de muestra el costo de los equipos antes mencionados.

Cantidad	Equipo	Valor Unitario	Valor Total
5	Meraki MR66	\$ 1400,00	\$ 7000,00
1	RouterBOARD 433	\$ 420,00	\$ 420,00
1	Radio R52Hn Mikrotik, 5.8GHz	\$ 150,00	\$ 150,00
1	Antena omni 5.8GHz Hyperlink	\$ 175,00	\$ 175,00
4	Antena grilla 5.8GHz	\$ 120,00	\$ 480,00
5	Antena meraki de 8.5 dBi 2.4GHz	\$ 106,00	\$ 530,00
6	APC SMART UPS SC620	\$ 150,00	\$ 900,00
5	Pigtail	\$ 35,00	\$ 175,00
5	Cable RF de 5.8GHz	\$ 50,00	\$ 250,00
5	Fuente Meraki PoE 12w	\$ 65,00	\$ 325,00
5	Fuente Meraki PoE 50w	\$ 85,00	\$ 425,00
5	Cajas metálicas	\$ 60,00	\$ 300,00
TOTAL SIN IMPUESTOS			\$ 11130,00

*Tabla N°6.17 Costos totales de equipos
Elaborado por: David Montesdeoca*

6.7.14.2 Costos de instalación

Para los costos de instalación se toman en cuenta la instalación de equipos y la instalación eléctrica de deberá llevarse para cada equipo ya que se dotará de un tomacorriente para mejorar la instalación de los equipos en cada uno de los postes mencionados anteriormente. Así como se muestran en la siguiente tabla N° 6.18

Detalles	Cantidad	Costos Unit.	Costo Total
Configuración de equipos	5	\$ 250,00	\$ 1250,00
Configuración de software	1	\$ 800,00	\$ 800,00
Instalación eléctrica	5	\$ 30,00	\$ 150,00
Material eléctrico		\$ 200,00	\$ 200,00
Combustible y viáticos		\$ 400,00	\$ 400,00
TOTAL SIN IMPUESTOS			\$ 2.800,00

*Tabla N°6.18 Costos de instalación
Elaborado por: David Montesdeoca*

6.7.14.3 Costos Totales

El costo total de implementación del presente proyecto se detalla en la siguiente tabla N° 6.19, tomando en cuenta todas las consideraciones hechas anteriormente.

Descripción	Valores
Total de Equipos	\$ 11130,00
Total instalaciones y configuración	\$ 2.800,00
Imprevistos 10%	\$ 1393,00
TOTAL SIN IMPUESTOS	\$ 15.323,00

*Tabla N° 6.19 Costo total del diseño de la red
Elaborado por: David Montesdeoca*

6.8 CONCLUSIONES

- Una vez realizada la investigación de la Red Mesh, se puede concluir que es una tecnología a través de la cual se tiene una mayor disponibilidad para la transmisión de datos que ayudara a la comunicación del personal que trabaja y los visitantes del Parque Provincial de la Familia de la ciudad de Ambato.
- El diseño de la red inalámbrica ofrece un gran beneficio ya que al ser una red en malla se logra tener una mayor cobertura y en caso de falla o pérdida de un punto de conexión, automáticamente mediante su capacidad de enrutamiento la red buscara la mejor manera o ruta de cubrir esa área afectada.
- Con la disponibilidad de este servicio en futuros proyectos se podrá desarrollar con mayor facilidad ya que al contar con internet en el parque se aprovechara de mejor manera todas sus aplicaciones no solo en el parque sino también a sus

alrededores, permitiendo brindar un aporte tecnológico beneficiando los congresos, conferencia y todo acto de carácter social, cultural, etc.

- Finalmente en este proyecto se puede concluir que los objetivos planteados se ha podido cumplir satisfactoriamente mediante el estudio que se demuestra en el presente proyecto.

6.9 RECOMENDACIONES

- Se recomienda establecer políticas de seguridad por parte de los administradores del parque, el cual permitirá un mejor control del servicio que se presta de acuerdo a necesidades que en el parque por medio de la red mesh.
- Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo de los equipos para ayudar en su funcionamiento y durabilidad de los mismos, obteniendo un servicio de calidad evitando así gastos innecesarios por daño de los mismos.
- Al ser un equipo compatible con varios sistemas operativos permitirá tener una mayor facilidad para futuras extensiones de la red de ser necesario, tanto en su instalación como en la configuración de los mismos.

6.10 BIBLIOGRAFÍA

- HENRY MENDIBURU DÍAZ. Telecomunicaciones y telefonía celular.2006
- Instituto Salesiano de Estudios Superiores. Transmisión de datos. Compilación y armado Sergio Pellizz
- KAROL CASTRO CHAVES Paquete Básico de Computación para cursos en Línea
- PABLO GIL, JORGE POMARES, FRANCISCO CANDELAS. Redes y Transmisión de Datos.
- TOMASI WAYNE. Sistema de Comunicaciones Electrónicas. Cuarta Edición. 2003
- IZASKUN PELLEJERO, FERNANDO ANDREU, AMAIA LESTA. Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN

6.11 LINKOGRAFÍA

- Ingeniería de Telecomunicación. Publicado el 17 de Julio del 2012
http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_telecomunicaci%C3%B3n
- Los Sistemas de Comunicación. Producto Santillana. Publicado el 21/08/2007
http://www.kalipedia.com/informatica/tema/componentes-sistema-comunicacion.html?x=20070821klpinginf_50.Kes&ap=0
- Red de Comunicación. Producido por Alegsa, Santa Fe, Argentina
<http://www.alegsa.com.ar/Dic/red%20de%20telecomunicaciones.php>
- José Luis Gonzáles Santana. Enlaces ethernet 1000 Mbps y cables. 2007
http://www.inaltel.es/imagenes/formacion/LINKS_ETHERNET_100_MBPS_A_ND_CABLE_CATEGORY_6_ing.pdf
- Estándar 802. <http://www.e-mas.co.cl/categorias/informatica/estandares.htm>

- La fibra óptica monomodo y multimodo. Publicada en enero del 2012
<http://apuntesdenetworking.blogspot.com/2012/01/la-fibra-optica-monomodo-y-multimodo.html>
- Redes Inalámbrica vs Alámbricas. Publicado por Mary. Lunes 1 de diciembre 2008. <http://redesinaalam.blogspot.com>
- ¿Por qué una red mesh?
<http://www.nodalis.es/sobre-nodalis-por-que-una-red-mesh-o-mallada.htm>
- Estándar 802.11s. Producido por GIZMODO. Publicado 3 de septiembre 2011
<http://www.gizmodo.es/2011/09/03/802-11s-el-nuevo-estandar-wi-fi-libre-con-video.html>
- Evelio Mtz, Ja García Macías. Redes wi-fi en malla. Viernes 15 de diciembre.
<http://www.eveliux.com/mx/redes-wi-fi-en-malla-wi-fi-mesh-networks.php>
- Tipos de Red
<http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/MonogSO/R EDES02.htm>
- Medios de transmisión. Publicado por Herramientas web.
<http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/fisico/Mtransm.html>
- ¿Qué Servicio Ofrece Internet? Publicado 2007
<http://www.arrakis.com/accesible/8f1a721732245ba2c55579d827a715d9>
- Modos del funcionamiento WiFi. Publicado en diciembre del 2012.
<http://es.kioskea.net/contents/wifi/wifimodes.php3>

6.12 GLOSARIO TÉCNICO

- ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones)
- IEEE (Instituto de Ingenieros en Eléctrica y Electrónica)
- LAN (Local Área Network)
- ISO (Organización Internacional de Estándares)
- LLC (Control de Enlace Lógico)
- MAC (Control de Acceso a Medios)
- SAP (Punto de Acceso a Servicio)
- CSMA/CD (Acceso Múltiple con Detección de Colisiones)
- MAP (Protocolo de Automatización de Manufactura)
- FDDI (Interface de Datos en Fibra Distribuida)
- ASC (Comité de Acreditación de Estándares)
- MAN (Redes de Área Metropolitana)
- DQDB (Bus Dual de Cola Distribuida)
- SMDS (Servicio de Datos de Multimegabits Switcheados)
- ISDN (Red Digital de Servicio Integrado)
- IVD (Datos y Voz Integrados)
- HFC (cables híbridos fibra óptica/coaxial)
- WPAN (Wireless Personal Área Networks)
- WIMAX (Redes de acceso metropolitanas sin hilos de banda ancha)
- QoS (Calidad de servicio)
- SONET/SHD (Red óptica síncrona / Jerarquía digital síncrona)
- MBWA (Mobile broadband wireless access)
- WRAN (Wireless regional area network)
- WI-FI (Wireless Fidelity)
- VoIP (llamadas de voz sobre el protocolo IP)
- TR (tarjeta de red)
- PA (Punto de acceso)
- OSPF (Open Shortest Path First)
- IGP (Interior Gateway Protocol)
- OLSR (Optimized Link State Routing)
- MPR (Protocolo de relevadores multipunto)

- ETX (Expected Transmission Count)
- AODV (Ad Hoc On-Demand Distance Vector)
- RREQ (route request)
- RREP (route reply)
- HWMP (Hybrid Wireless Mesh Protocol)
- PDN (Red pública de datos)
- SX (Transmisión simplex)
- HDX (Transmisión semidúplex)
- FDX (Transmisión dúplex total)
- F/FDX (Transmisión dúplex total/general)
- POTS (Servicio Telefónico Ordinario Antiguo)
- RDSI (Red Digital de Servicios Integrados)
- VHF (Very High Frequency)
- UHF (Ultra High Frequency /frecuencia ultra alta)
- TCP (Transmission Control Protocol)
- IP (Internet Protocol)
- ICMP (Protocolo de control de mensaje Internet)
- ARP (Protocolo de resolución de direcciones)
- RARP (Protocolo de resolución de direcciones invertidas)
- TCP (Protocolo de control de transmisión)
- UDP (Protocolo de datagrama de usuario)
- FTP (Protocolo de transferencia de archivos)
- RIP (Protocolo de información de encaminamiento)
- OPSF (Protocolo Abrir la vía más corta primero)
- EGP (Protocolo Gateway externo)
- ISO (International Organization for Standardization)
- OSI (Interconexión de sistemas abiertos)
- NAT (Traslación de direcciones de red)
- RTP (protocolo de transporte en tiempo real)
- RTCP (protocolo de control en tiempo real)
- IETF (Fuerza de Tareas de Ingeniería de Internet)
- MPLS (multi-protocolo de conmutación mediante etiquetas)

- RFC (Registro Federal de Contribuyentes)
- VPN (redes privadas virtuales)
- WWW (World Wide Web)
- DNS (Domain Name System)
- IRC (Internet Relay Chat)
- UPS (Sistema de Alimentación Ininterrumpida)
- APS (Sistema de Generación Autónomo)
- WDS (Wireless Distribution System)
- HSS (Frequency Hopping Spectrum)
- DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
- DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying)
- GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
- OFDM (Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales)
- CCK (Conjunto de Secuencias Complementarias)
- ESS (Conjunto de Servicio Extendido)
- MP (Mesh Point)
- HWMP (Hybrid Wireless Mesh Protocolo)
- MPP (Mesh Portal)
- MAP (Mesh Punto de Acceso)
- WMN (Wireless mesh network)
- IBSS (Conjunto de servicio básico independiente)
- SD (sistema de distribución)
- ESSID (Identificador del conjunto de servicio extendido)
- MMLDP (Mobile Mesh Link Discovery Protocol)
- MMRP (Mobile Mesh Routing Protocol)
- MMBDP (Mobile Mesh Border Discovery Protocol)
- AODV (Ad-hoc On Demand Distance Vector)
- HSLS (Hazy Sighted Link State Routing Protocol)
- OSPF (Open Shortest Path First)
- SPF (Shortest Path First)
- LSA (Link-State Advertisement)
- IGRP (Interior Gateway Routing Protocol)

- TBRPF (Topology Broadcast based on Reverse Path-Forwarding)
- EAP (Extensible authentication protocol)
- RADIUS (Servicio de Autenticación Remota Telefónica de Usuario)
- ESP (Encapsulation security payload)
- AH (Authentication header)
- FSL (Perdidas en el espacio libre)
- GNU (General Public License)
- GLP (Licencia Pública General)
- DMZ (Des Militarized Zone)

6.13 ANEXOS

6.13.1 Encuesta 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL (FISEI)

Encuesta dirigida al personal que labora en el Parque de la Familia de la ciudad de Ambato.

OBJETIVO: Recolectar información sobre la importancia de contar con servicio de internet inalámbrico en el Parque de la Familia de la ciudad de Ambato.

INSTRUCTIVO:

- Marque con una X en el paréntesis la alternativa que usted eligió.

1. ¿El parque cuenta con un sistema de comunicación?

1.1 SI () 1.2 NO ()

2. ¿Cuenta el parque con instalaciones físicas adecuadas para la implementación de un sistema de comunicación?

2.1 SI () 2.2 NO ()

3. ¿Necesita tener el parque una red de comunicación que solviente las necesidades de su personal que labora en él?

3.1 SI () 3.2 NO ()

4. ¿Cree usted que el parque debería contar con el servicio de internet?

4.1 SI () 4.2 NO ()

5. ¿Al contar el parque con servicio de internet impulsaría el turismo?

5.1 SI () 5.2 NO ()

¡Agradecemos cordialmente su colaboración!

6.13.2 Encuesta 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL (FISEI)

Encuesta dirigida a los visitantes del Parque de la Familia de la ciudad de Ambato.

OBJETIVO: Recolectar información sobre la importancia de contar con servicio de internet inalámbrico en el Parque de la Familia de la ciudad de Ambato.

INSTRUCTIVO:

- Marque con una X en el paréntesis la alternativa que usted eligió.

1. ¿Le gustaría que el parque cuente con servicio de internet?

1.1 SI () 1.2 NO ()

2. ¿Cree usted que al contar con internet en el parque mejoraría su atención?

2.1 SI () 2.2 NO ()

3. ¿El internet y sus varias aplicaciones ayudaría a brindar mayor seguridad u control en el parque?

3.1 SI () 3.2 NO ()

4. ¿Al contar el parque con servicio de internet impulsara el turismo?

4.1 SI () 4.2 NO ()

¡Agradecemos cordialmente su colaboración!

6.13.3 RadioWorks Instrucciones

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

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

En RadioMobile existen varios tipos de ficheros que guardan para una misma red diferente tipos de información. Los que interesan para entender cómo se cargan los mapas de forma correcta son:

Ficheros .map: ficheros que contienen la elevación de los mapas. Es la base con la que se cargan los perfiles del terreno.

Ficheros .bmp: ficheros que contienen imágenes (imágenes de los mapas asociados a las elevaciones y otro tipo de imágenes o mapas). Son representaciones gráficas, sin información del perfil del que son imagen.

Ficheros .net: ficheros que guardan la información de la red diseñada (unidades, redes, equipos, enlaces establecidos, etc.). Es el “corazón” de la red diseñada.

Estos tres tipos de ficheros están relacionados pero pueden guardarse de forma independiente.

Hay que tener cuidado con la relación entre el mapa cargado (la imagen) y el mapa real de altitudes. Cuando la imagen es mayor que el mapa cargado, o no corresponde con la misma región, no se realizarán cálculos de radio enlaces. Si se pincha en el mapa, en la zona inferior de la imagen, donde aparecen las coordenadas y altitud, aparecerá el mensaje “Out of map bounds”. Si esto sucede deberá procederse a cargar un mapa de

altitudes con las mismas dimensiones del área que se está visualizando y con la que se quiera trabajar.

Cuando se finaliza la sesión, el programa ofrece guardar estos dos tipos de ficheros (**.map** y **.bmp**) asociados al mismo **.net**. Esto hace que la siguiente vez que se abra ese fichero para una red determinada **.net**, se cargue el mismo espacio de trabajo que se utilizó en la sesión anterior. Si no se guardan de esta forma, y se han guardado por separado podrán cargarse sin problemas. Pero esta es la forma más rápida de mantener el trabajo actualizado. El resto de extensiones (**.geo**, **.dat**, etc.) son las que contienen las referencias para que esto sea posible.

En cuanto a la notación de RadioMobile:

Unit: denomina así a los emplazamientos pertenecientes a la red. Es decir, las unidades Unit 1...Unit n contienen las coordenadas y elevación de los emplazamientos, entre los que se establecen los enlaces. Para que resulte sencillo trabajar con ellas, se pueden incluir iconos, el nombre del lugar real, etc.

Network: se refiere a la información de la red. Los enlaces establecidos, los equipos de receptores y transmisores, etc.

Systems: sistemas. Se pueden definir sistemas que guardarán la información de los equipos que se quiere simular en un emplazamiento. Por ejemplo, un Sistema 1 genérico tiene una antena situada a 12m, una tarjeta de potencia 200mW con sensibilidad – 93dBm, pérdidas de los conectores para sus equipos de 3dB, etc. Este sistema a la hora de diseñar la red, se puede asociar a una Unit para que en ese emplazamiento se simule que estarían funcionando equipos con estas características.

Parametros Generales

Frecuencia: el rango de frecuencias nominales para el modelo varía entre 20MHz y 40GHz.

ERP (Effective Radiated Power): potencia efectiva de radiación, se introducen en las unidades que fije el usuario en la opción de configuración del sistema (mW, W, kW, dBm, dBW, dBk).

Antena: se asume antena omni-direccional, a menos que se especifique el uso de una antena directiva.

Altura de la antena: altura a la que se sitúa la antena, medido en pies o metros, (sobre el nivel del mar), para transmitir y recibir. El programa computará las alturas efectivas necesarias para ajustarse a los cálculos del modelo.

Parámetros Específicos

Polarización: debe especificarse si se trabaja con polarización horizontal o vertical. El modelo de Longley-Rice asume que ambas antenas tienen la misma polarización, vertical y horizontal.

Refractividad: la refractividad de la atmósfera determina la cantidad de “bending” o curvatura que sufrirán las ondas radio. En otros modelos, el parámetro de refractividad puede introducirse como la curvatura efectiva de la tierra, típicamente 4/3 (1.333). Para el modelo Longley-Rice, hay tres formas de especificar la refractividad. Se puede introducir el valor de refractividad de superficie directamente, típicamente en el rango de 250 a 400 Unidades de n (correspondiente a valores de curvatura de la tierra de 1.232 a 1.767). Una curvatura efectiva de la tierra de 4/3 (=1.333) corresponde a una refractividad de superficie de valor aproximadamente 301 Unidades de n. Longley y Rice recomiendan este último valor para condiciones atmosféricas promedio. La relación entre los parámetros “k” y “n”, viene dada por la siguiente expresión:

$$N_s = 179.3 \cdot \ln \left[\frac{1}{0.046665 \left(1 - \frac{1}{K} \right)} \right]$$

Permitividad: la permitividad relativa o constante dieléctrica del medio (ϵ), tiene unos valores típicos tabulados.

Conductividad: la conductividad, medida en Siemens por metro, tiene unos valores típicos tabulados.

	PERMITIVIDAD	CONDUCTIVIDAD
Tierra media	15	0.005
Tierra pobre	4	0.001
Tierra rica	25	0.020
Agua fresca	81	0.010
Agua mar	81	5.000

Clima: Hay 7 modelos de clima caracterizados en el modelo: Equatorial (Congo); Continental Subtropical (Sudan); Maritime Subtropical (West coast of Africa); Desert (Sahara); Continental Temperate; Maritime Temperate, over land (United Kingdom and continental west coasts); Maritime Temperate, over sea.

Variabilidad: el modelo de Longley-Rice define cuatro modos de variabilidad. El modo seleccionado determina el significado de la fiabilidad de los valores usados en el modelo. El modo de variabilidad puede ser considerado como la especificación para determinar la fiabilidad de los cálculos. Los modelos de variabilidad definidos son: *Single message mode, Individual mode, Mobile mode, and Broadcast mode.*

El modo individual (“**Accidental**”), para calcular el campo en posiciones individuales se trazaban múltiples puntos a lo largo de varias radiales desde la ubicación del transmisor. Como estamos definiendo exactamente la localización del receptor para cada cálculo, el programa no tiene en cuenta la variabilidad por “localizaciones” o posición.

Los tipos de variabilidad descritos en el modelo Longley-Rice son el tiempo, la posición, y la variabilidad de situación. Estas tres dimensiones de variabilidad, fueron desarrolladas para considerar y clasificar variaciones en los niveles de señal medidos (mediana) La variabilidad de corto plazo del tipo asociado con la propagación de multitrayecto no es cubierta por el modelo.

Variabilidad de tiempo: los parámetros a tener en cuenta para considerar las variaciones de los valores medianos tomados por horas de atenuación, son por ejemplo, cambios de la refracción atmosférica o de la intensidad de turbulencia atmosférica. El campo actual en la posición de receptor se espera que esté por encima de ese valor, durante media de cada hora, y por debajo de ese valor la otra media. La variabilidad de tiempo describe los efectos de estos cambios de tiempo, expresado como un porcentaje entre 0.1 % y el 99.9 %. Este valor da la fracción de tiempo durante la cuál el campo de fuerzas recibido, se espera que sea igual o superior que el valor mediano de campo por hora calculado por el programa. Esta variabilidad permite especificar cómo se desea tratar con la variabilidad de tiempo de los cambios atmosféricos y otros efectos. Tomar un porcentaje mayor en este valor, reduce la variabilidad resultante de estos factores. El resultado calculado por el programa será menor, con lo que se asegura que el valor real medido será igual o superior en un porcentaje más elevado de tiempo.

Variabilidad por localización: Lo que hay que tener en cuenta en los estadísticos de largo plazo entre dos trayectos distintos debido, a por ejemplo, diferencias en los perfiles del terreno o diferencias ambientales entre ellos. La variabilidad por localización para los cálculos, se expresa como un porcentaje de 0.1% a 99.9%. Sucede lo mismo en los resultados que para el caso de la variabilidad de tiempo, pero con la fracción de localizaciones donde el campo recibido se espera que sea igual o superior.

Variabilidad por situación: esta variabilidad tiene en cuenta otro tipo de variables que pueden denominarse “hidden variables”. Este tipo de variables representan efectos que no pueden explicarse o que simplemente se ha decidido no controlar. Sirven para diferenciar casos con iguales equipos y condiciones de entorno similares. Estos cambios se reflejarán en los estadísticos. Y como en casos anteriores puede ser expresado como un porcentaje entre 0.1 % y el 99.9 % para controlar lo mucho o poco que se quiere que afecten

Menú del software

NEW NETWORKS: carga una nueva red, borrando todos los datos anteriores. Permite configuración inicial de la red o configuración por defecto.

OPEN NETWORKS: carga una red anterior seleccionada con el navegador de directorios. En el 5º grupo de opciones de este menú, existen accesos rápidos para 8 redes memorizadas por el programa.

SAVE NETWORKS: salva la configuración para la red actual con la que se está trabajando, permitiendo la asociación del nombre de la red, a los mapas o imágenes asociadas a ésta.

SAVE NETWORKS AS: permite nombrar la red diseñada, salvando sus propiedades o los cambios asociados a ésta.

NETWORKS PROPERTIES: lanza la ventana de configuración de redes.

UNIT PROPERTIES: lanza la ventana de configuración de las unidades.

El 2º grupo de opciones del menú FILE sirve para la gestión de mapas.

OPEN MAP: carga un mapa de altitudes.

SAVE MAPA AS: guarda el mapa de altitudes actualmente cargado con el nombre que se le quiera dar.

MAP PROPERTIES: lanza la ventana de configuración de mapas.

PREVIOUS MAP: carga el mapa anterior al actual, en la secuencia de trabajo de la sesión en la que se está trabajando, si existiera.

NEXT MAP: carga el mapa posterior al actual, en la secuencia de trabajo de la sesión en la que se está trabajando, si existiera.

El 3^{er} grupo de opciones del menú FILE sirve para la gestión de imágenes.

NEW PICTURE: lanza la ventana de configuración de imágenes, para seleccionar las propiedades de una nueva imagen.

OPEN PICTURE: carga una imagen, ya existente, en la ventana en la que estamos trabajando.

SAVE PICTURE AS: guarda la imagen actualmente cargada con el nombre que se le quiera dar.

PICTURE PROPERTIES: lanza la ventana de configuración de imágenes, para realizar modificaciones.

El 4^o grupo consta únicamente de la opción de impresión:

PRINT: imprime el contenido de la imagen de la ventana actual.

En el 5^o grupo de opciones de este menú, existen accesos rápidos para las últimas 8 redes con que se trabajó, memorizadas por el programa.

El 6^o grupo consta únicamente de la opción de salida:

EXIT: permite salir del programa, consultando confirmación y ofreciendo guardar la sesión de trabajo.

Icono General

Los iconos destinados a las funciones generales para cualquier programa, son las que se muestran a continuación:



ICONOS PARA MANEJO DE IMÁGENES:

Los iconos 11-14 permiten gestionar el uso de las imágenes generadas para representar los mapas. Las imágenes pueden ser cualquier tipo de mapa, y no llevan asociada información de las altitudes de éste. Es decir, solamente son mapas de bits de la zona representada, que puede guardarse de forma separada.



Cuando se guarda una imagen, se guarda sólo el dibujo, no el dibujo con la red superpuesta. (Esto se puede lograr con las teclas rápidas 16-17 explicadas a continuación).

El icono 11 abre una imagen ya existente.

Con el icono 12 se puede abrir una imagen ya existente. El 13 permite guardar una ya existente.

El icono 14 permite modificar las propiedades de la imagen.

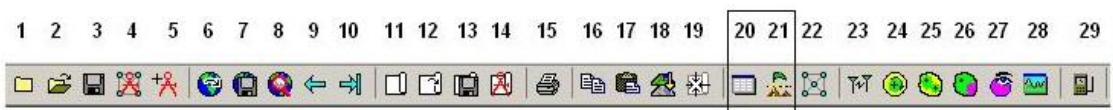
ICONOS PARA REDES Y UNIDADES:



Los iconos 4-5 son los destinados al acceso rápido a la configuración, el primero de las redes con las que se trabaja, y el segundo de las unidades. Esta configuración incluye tanto la inicial, como las posteriores modificaciones, que facilitan la agilización del trabajo.

El icono 22, carga las redes en pantalla, actualizando las posibles modificaciones que se hayan podido realizar en pasos anteriores. Refresca tanto las unidades, como las redes y enlaces entre éstas.

ICONOS PARA MANEJO DE LAS ELEVACIONES:



El icono 20, muestra en pantalla una rejilla con la información a cerca de las altitudes del punto central y los alrededores.

El icono 21 permite encontrar el punto de mayor elevación en una zona. Si no se ha seleccionado ninguna zona, buscará la elevación máxima para EL MAPA CARGADO, QUE NO LA IMAGEN, si se selecciona previo a este paso una región se limitará a encontrar la mayor elevación dentro de esa caja.

Esta funcionalidad será muy útil para la localización de puntos elevados para situar por ejemplo repetidores.

ICONOS PARA MANEJO DE MAPAS:



Los iconos 6-7 sirven para cargar (abrir) un mapa ya existente, o guardar el mapa cargado en ese momento.

El icono 8 muestra la pantalla de configuración para la generación de mapas.

Los iconos 9-10 permiten volver a trabajar con mapas cargados anterior o posteriormente durante el uso del programa en ejecución. Es decir, permite la gestión de la memoria de mapas. Al marcar cualquiera de estas teclas, el programa lanzará la pantalla de configuración de mapas con los datos de mapas anterior o posteriormente al actual. Pulsando **Apply** se regenera el mapa seleccionado.

El icono 18 permite la carga de varios mapas a la vez. (Ver apartado **Merge Pictures**).

El icono 19 **Fit Map to Picture/Selection**, lanza la pantalla de configuración de mapas, con los datos de la ventana seleccionada manualmente, con el ratón. Centrando y ajustando el tamaño a la proporción y zona indicados por el usuario.

ICONOS PARA MANEJO DE LA HERRAMIENTA PERFIL:



El icono 23 lanza la ejecución de la utilidad que nos permite el estudio de los perfiles, cargando por defecto la última selección de emplazamientos y la actualización de los datos, o nuevas modificaciones de la red si existieran.