



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## **EXTENSIÓN - LATACUNGA**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA**

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA PUNTO-  
MULTIPUNTO PARA LA BASE DE ENTRENAMIENTO “EL  
MAIZAL” DE LA ESFORSE VENCEDORES DEL CENEPA”.**

**CBOP. DE COM. HURTADO CHANGO EDWIN GEOVANNY**

**CBOS. DE COM. CACUANGO QUIMBIAMBA CESAR AUGUSTO**

**Monografía presentada como requisito previo a la  
obtención del Título de:**

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**AÑO 2014**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**

**EXTENSIÓN LATACUNGA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, CBOP. DE COM. HURTADO CHANGO EDWIN GEOVANNY Y  
CBOS. DE COM. CACUANGO QUIMBIAMBA CESAR AUGUSTO.

**DECLARO QUE:**

El proyecto de grado denominado **“ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA PUNTO-MULTIPUNTO PARA LA BASE DE ENTRENAMIENTO “EL MAIZAL” DE LA ESFORSE VENCEDORES DEL CENEPA”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Febrero del 2014

**HURTADO CH. EDWIN G.**

**CBOP. DE COM.**

**CACUANGO Q. CESAR A.**

**CBOS. DE COM.**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE  
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA**

**CERTIFICADO**

ING. PATRICIO NAVAS (DIRECTOR)

ING. DAVID RIVAS (CODIRECTOR)

**CERTIFICAN:**

Que el trabajo titulado **“ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA PUNTO-MULTIPUNTO PARA LA BASE DE ENTRENAMIENTO “EL MAIZAL” DE LA ESFORSE VENCEDORES DEL CENEPA”** realizado por los señores: **CBOP. DE COM. HURTADO CHANGO EDWIN GEOVANNY Y CBOS. DE COM. CACUANGO QUIMBIAMBA CESAR AUGUSTO**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de la Fuerzas Armadas a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, Si recomiendan su publicación. El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autorizan a los señores: **CBOP. DE COM. HURTADO CHANGO EDWIN GEOVANNY Y CBOS. DE COM. CACUANGO QUIMBIAMBA CESAR AUGUSTO** que lo entregue al **ING. JOSÉ BUCHELI ANDRADE**, en su calidad de Director de la Carrera.

Latacunga, Febrero del 2014

ING. PATRICIO NAVAS  
**DIRECTOR**

ING. DAVID RIVAS  
**CODIRECTOR**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE  
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA**

**AUTORIZACIÓN**

Nosotros, CBOP. DE COM. HURTADO CHANGO EDWIN GEOVANNY Y  
CBOS. DE COM. CACUANGO QUIMBIAMBA CESAR AUGUSTO.

Autorizamos a la UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMANDAS-ESPE la  
publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **“ESTUDIO  
Y DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA PUNTO-MULTIPUNTO PARA  
LA BASE DE ENTRENAMIENTO “EL MAIZAL” DE LA ESFORSE  
VENCEDORES DEL CENEPa”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de  
nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Febrero del 2014

**HURTADO CH. EDWIN G.  
CBOP. DE COM.**

**CACUANGO Q. CESAR A.  
CBOS. DE COM.**

## DEDICATORIA

A ti Dios mío, por darme la oportunidad de existir, por iluminarme, darme fuerzas y caminar por tu sendero.

A ti amor de mi vida Lina, por la inmensidad de tu amor, por tu cariño y comprensión, porque sé que siempre contaré contigo. Por qué has sido fiel amiga y compañera, que me has ayudado a continuar, haciéndome vivir los mejores momentos de mi vida junto a mis hijos Dilan y Antonio. Porque si hay alguien que está detrás de todo este trabajo, eres tú mi Negrita, que has sido, eres y serás el pilar de mi vida.

A mi madre Gladys, porque de una u otra forma, con su apoyo moral me han incentivado a seguir adelante, a lo largo de toda mi vida.

A todas las personas que de una u otra forma estuvieron conmigo, porque cada una aportó con un granito de arena; les dedico todo el esfuerzo, sacrificio y tiempo que entregué a mi trabajo.

Edwin Geovanny Hurtado Chango.

## **DEDICATORIA**

Este triunfo va dedicado a Mi Esposa ENMA GRACIELA, Mi Hija MADELINE SARAHI, y Mis Padres que me dieron el ser, quienes sin escatimar esfuerzo alguno, me brindaron día a día todo el apoyo requerido y a todo momento confiaron en mí.

Cesar Augusto Cacuango Quimbiamba.

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi director y codirector de tesis, Ing. Patricio Navas e Ing. David Rivas por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación han hecho posible que pueda terminar mis estudios con éxito.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Edwin Geovanny Hurtado Chango.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, a la noble institución que me honro pertenecer, EL EJÉRCITO, y a la casa del saber ESPE- LATACUNGA, por la grata oportunidad que me han dado para continuar estudiando y ser un ente útil a la sociedad. De igual manera mis más sinceros agradecimientos a mis profesores, y a todas esas personas que de una u otra manera contribuyeron y prestaron su valiosa ayuda en la elaboración del presente trabajo.

Cesar Augusto Cacuango Quimbiamba.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

CARATULA .....	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	ii
CERTIFICADO .....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
1. GENERALIDADES DE REDES.....	6
1.1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1.1. Concepto de Redes.....	6
1.2. Clases de Redes.....	7
1.2.1. LAN (Local Área Network).....	8
1.2.2. WAN (Wide Área Network).....	9
1.2.3. MAN (Metropolitan Área Network).....	11
1.3. Topologías de Redes.....	12
1.3.1. Topología Punto a punto.....	12
1.3.2. Topologías de Estrella.....	13
1.3.3. Topología en anillo.....	13
1.3.4. Topologías de Árbol.....	14
1.3.5. Topologías de Bus.....	14

1.3.6.	Topologías de Malla.....	15
1.4.	Medios de Transmisión.....	15
1.4.1.	Clasificación.....	16
1.4.2.	Medios Guiados (Alámbricos).....	16
1.4.3.	Medios No Guiados (Inalámbricos).....	19
1.5.	Modelos de Referencia.....	20
1.5.1.	Modelo de referencia OSI (Open System Interconnection).....	20
1.5.2.	Beneficios de usar un Modelo de Capas.....	21
1.5.3.	Modelo TCP/IP.....	23
CAPÍTULO II.....		25
2.	REDES INALÁMBRICAS.....	25
2.1.	INTRODUCCIÓN.....	25
2.2.	Red Inalámbrica.....	26
2.2.1.	Clasificación.....	26
2.4.	Aplicaciones de las Redes Inalámbricas.....	28
2.5.	Estándares para Redes WLAN.....	29
2.5.1.	Arquitectura del Estándar 802.11.....	29
2.5.2.	Topología de Red en 802.11.....	30
2.5.3.	Próxima generación de Redes Inalámbricas con el 802.11n.....	34
2.6.	Configuración de las Redes Inalámbricas.....	35
2.6.1.	Redes Punto a Punto.....	35
2.6.2.	Redes Punto-Multipunto.....	36
	Figura 2.4: Red Punto a Multipunto.....	36
2.6.3.	Redes Multipunto-Multipunto.....	36
2.7.	Componentes de la Red WLAN.....	37
2.7.1.	La Estación (STA).....	37
2.7.2.	Punto de Acceso (AP-ACCESS POINT).....	38
2.8.	Seguridad de las Redes Inalámbricas.....	39
2.8.1.	Políticas de Seguridad.....	41

2.9.	Antenas. ....	42
2.9.1.	Tipos de Antenas. ....	42
2.9.2.	Selección de las Antenas.....	45
2.9.3.	Polarización. ....	48
2.9.4.	Diagrama de Radiación o patrón de radiación. ....	49
2.9.5.	Ancho de Banda.....	50
2.10.	Calidad de Servicio (QoS) en Redes Inalámbricas. ....	50
CAPÍTULO III.....		53
3.	DESCRIPCIÓN DE ARQUITECTURA Y EQUIPOS A UTILIZAR EN EL PROYECTO.....	53
3.1.	Descripción de la Arquitectura. ....	55
3.1.1.	Área de Cobertura. ....	56
3.2.	Descripción de los Equipos utilizados en el proyecto.....	57
3.2.1.	Tecnología Mikrotik. ....	58
3.2.2.	Software Routeros Mikrotik. ....	58
3.2.3.	Características de RouterOS Mikrotik:.....	59
3.2.4.	Licencia de Routeros. ....	60
3.2.5.	Hardware RouterBOARD.....	61
3.2.6.	Access Point.....	62
3.2.7.	Antena. ....	63
3.3.	Características Sobresalientes.....	64
CAPÍTULO IV .....		67
4.	CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS DE ENRUTAMIENTO. ....	67
4.1.	Instalación del Router Mikrotik. ....	67
4.1.1.	Requerimientos para la Instalación del Router Mikrotik.....	67
4.2.	Conectándose al Mikrotik vía winbox. ....	73
4.2.1.	WINBOX. ....	73

4.2.2.	Iniciando Winbox.....	74
4.2.3.	Descripción de los Botones y campos del Winbox.....	77
4.3.	WINBOX POR DENTRO. ....	78
4.3.1.	Opciones Generales.....	78
4.3.2.	Área de trabajo y ventanas en el Winbox. ....	80
4.4.	Preparando y Configurando las Ethernet en Routerboard Rb411ar y x86.....	81
4.4.1.	Pasos para realizar la configuración del ethernet en el Routerboard rb411ar manualmente.....	81
4.4.2.	Quitar la Configuración por Defecto. ....	84
4.5.	Configuración de las Tarjetas de Red LAN y WLAN para tener internet desde el mikrotik. ....	87
4.5.1.	Realizar un NAT con la Interface de salida. ....	88
4.6.	Implementación del Sistema en el área planificada. ....	91
4.7.	Análisis de Resultados. ....	98
4.8.	Tabla de Presupuesto. ....	99
CAPÍTULO V .....		102
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	102
5.1.	CONCLUSIONES. ....	102
5.2.	RECOMENDACIONES. ....	104
BIBLIOGRAFÍA .....		105
GLOSARIO.....		107
ANEXOS.....		113
ANEXO 1.....		114
ANEXO 2.....		115
ANEXO 3.....		116
ANEXO 4.....		118

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Medios guiados.....	18
Tabla 2.1: Tecnologías WLAN.....	28
Tabla 2.2: Cuadro comparativo de los principales Estándares IEEE 802.11.....	34
Tabla 3.1: Coordenadas de los puntos de enlace vía GPS .....	54
Tabla 3.2: Marcas de los proveedores de Hardware. ....	57
Tabla 3.3: Diferencias de licencias de RouterOS. ....	60
Tabla 3.4: Características de RouterBOARD.....	62
Tabla 3.5: Costos de Access Point 2.4 Ghz. ....	63
Tabla 3.6: Costos de Antenas de 12, 14 y 15dbi. ....	63
Tabla 4.1: Tabla de Presupuesto.....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Componentes de una Red. ....	7
Figura 1.2: Red de Área Local Inalámbrica.....	9
Figura 1.3: Red de área extensa (WAN).....	10
Figura 1.4: Red de área metropolitana (MAN).....	11
Figura 1.5: Topología punto a punto.....	13
Figura 1.6: Topología estrella. ....	13
Figura 1.7: Topología anillo. ....	14
Figura 1.8: Topología árbol. ....	14
Figura 1.9: Topología de bus. ....	15
Figura 1.10: Topología en malla completa.....	15
Figura 1.11: Par trenzado. ....	17
Figura 1.12: Cable coaxial. ....	17
Figura 1.13: Fibra óptica. ....	18
Figura 1.14: Circuito transmisor receptor. ....	20
Figura 1.15: Modelo OSI de Red. ....	21
Figura 2.1: Nodos Inalámbricos. ....	30
Figura 2.2: Access Point. ....	31
Figura 2.3: Red inalámbrica en modo Ad-Hoc.....	35
Figura 2.4: Red Punto a Multipunto. ....	36
Figura 2.5: Red Multipunto a Multipunto.....	37
Figura 2.6: Punto de Acceso.....	38
Figura 2.7. Antena Dipolo. ....	43
Figura 2.8. Antena Omnidireccional.....	43
Figura 2.9. Antena Panel. ....	44
Figura 2.10. Antena de Grilla. ....	45
Figura 2.11. Patrón de radiación en el plano vertical.....	46
Figura 2.12. Patrón de radiación en el plano horizontal.....	47
Figura 2.13: Polarización.....	48

Figura 2.13: Diagrama de Radiación. ....	49
Figura 3.1: Base “EL MAIZAL” .....	53
Figura 3.2: Foto Satelital del lugar de implementación. ....	54
Figura 3.3: Esquema de la arquitectura propuesta. ....	55
Figura 3.4: Ampliaciones a las áreas de cobertura .....	56
Figura 3.5: RouterOS Mikrotik. ....	59
Figura 3.6: Router Mikrotik. ....	61
Figura 3.7: Antena Hyperlink Omnidireccional.....	64
Figura 4.1: Página web de descarga. ....	68
Figura 4.3: Interface de grabación Nero. ....	69
Figura 4.4: Configuración del Bios. ....	70
Figura 4.5: Instalación de Mikrotik.....	71
Figura 4.6: Creación de la partición para el sistema. ....	72
Figura 4.7: Login del Mikrotik.....	73
Figura 4.8: Interface Mikrotik.....	73
Figura 4.9: Descarga del Winbox. ....	74
Figura 4.10: Mikrotik en el navegador. ....	75
Figura 4.11: Interface Winbox.....	75
Figura 4.12: Escáner de Dispositivos. ....	76
Figura 4.13: Plataforma Winbox.....	78
Figura 4.14: Ventanas secundarias de Winbox. ....	80
Figura 4.14: Interfaces Mikrotik. ....	81
Figura 4.15: Reset Mikrotik.....	82
Figura 4.16: Selección de direcciones. ....	83
Figura 4.17: Selección MAC. ....	83
Figura 4.18: Configuración por defecto.....	84
Figura 4.19: Interface de códigos. ....	85
Figura 4.20: Interface de códigos. ....	86
Figura 4.21: Interface Ethernet y Wireless.....	86
Figura 4.22: DHCP Cliente. ....	87

Figura 4.23: Esquema de la Red. ....	88
Figura 4.24: Esquema de la Red. ....	88
Figura 4.25: Designación de la IP manual. ....	89
Figura 4.26: DHCP Server. ....	90
Figura 4.27: Configuración Wireless. ....	90
Figura 4.28: Pagina de Navegación. ....	91
Figura 4.29: Conexión a internet. ....	92
Figura 4.30: RouterBOARD. ....	92
Figura 4.31: Tarjeta Mikrotik. ....	93
Figura 4.32: POE y LAN colocados. ....	94
Figura 4.33: Instalación del cableado. ....	94
Figura 4.34: Instalación de la antena. ....	95
Figura 4.35: Instalación del Equipo Mikrotik en el Edificio. ....	95
Figura 4.36. Testeo de velocidad. ....	96
Figura 4.37: Resultado del Test. ....	96
Figura 4.38: Testeo de velocidad más lejano. ....	97
Figura 4.39: Resultado del Test más lejano. ....	97
Figura 4.39: Personal Militar y Aspirantes utilizando el internet. ....	98



## RESUMEN

El desarrollo y optimización de la información a través de las redes Wi-Fi, ha sido uno de los métodos más rápidos, económicos, concretos y fiables de los últimos tiempos. Razón por la cual se ha optado en la implementación del mismo a través del dispositivo Mikrotik, cuyo desempeño será la obtención y repartición de internet inalámbricamente.

En el capítulo I Marco Teórico, se realiza una introducción a los conceptos generales necesarios a tomar en cuenta para el diseño de la red inalámbrica y de las características esenciales de los elementos para realizar su implementación.

En el capítulo II, comprende lo que son redes inalámbricas, su clasificación, estándares 802.11, dentro de los estándares se ha estudiado la historia, generalidades, tecnologías existentes, topologías, formas de transmisión y alternativas existentes en cuanto a seguridades dispositivos wireless, funcionamiento de los dispositivos.

En el capítulo III, se trata de la descripción de arquitectura y equipos a utilizar en el proyecto, también se hará un análisis comparativo de los equipos existentes en el mercado como soluciones, tomando en cuenta parámetros indispensables como velocidades, distancias, costos y tráfico de transferencia en la red.

En el capítulo IV, comprende la implementación, configuración de los equipos (Mikrotik), como son: El router y la antena implementados en la Base "El Maizal". Así como también la tabla de presupuesto del proyecto final.

En el capítulo V, se describe las conclusiones y recomendaciones de nuestro trabajo práctico implementado en la Base El MAIZAL de la "ESFORSE"

## **ABSTRACT**

The development and optimization of the information through the nets Wi-Fi, it has been one of the quickest, economic, concrete and reliable methods in the last times. Reason for which has been opted in the implementation of the same one through the device Mikrotik whose acting will be wirelessly the obtaining and distribution of internet.

In the chapter I Theoretical Marco, is carried out an introduction to the general necessary concepts to take into account for the design of the wireless net and of the essential characteristics of the elements to carry out his implementation.

In the chapter II, he/she understands what you/they are wireless nets, their classification, standards 802.11, inside the standards the history has been studied, generalities, existent technologies, topologies, transmission forms and alternative existent as for securities devices wireless, operation of the devices.

In the chapter III, it is from the architecture description and teams to use in the project, a comparative analysis of the existent teams will also be made in the market as solutions, taking into account indispensable parameters as speeds, distances, costs and transfer traffic in the net.

In the chapter IV, he/she understands the implementation, configuration of the teams (Mikrotik), like they are: The router and the antenna implemented in the Base "The Cornfield." As well as the chart of budget of the final project.

In the chapter V, the conclusions and recommendations of our practical work implemented in the Base EI MAIZAL of "ESFORSE" is described

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad las comunicaciones son sumamente importante, ya que en el mundo globalizado la mayoría de la información se encuentra digitalizada y se puede acceder a ella por medio de la red mundial Internet, por ello es importante revisar el crecimiento que ha tenido las Tecnologías de la Información, las cuales nos permiten acceder en cualquier momento, desde cualquier lugar, a los datos que requiramos simplemente haciendo un “clic”.

Se puede observar toda persona con dispositivos móviles, como los celulares, tablees estos ya se convierten en parte fundamentales de la sociedad al punto que se vuelven dependientes, 9 de cada 10 personas tienen teléfono móvil, para poder comunicarse desde cualquier lugar sin necesidad de cables, pasa lo mismo con los computadores.

Hemos pasado de utilizar el servicio de internet desde el computador de la casa con un cable conectado a un modem para tener acceso a la red de redes a salir a cualquier lugar del mundo y conectarnos a la misma red pero sin ningún elemento físico, simplemente con ondas de radio, o sea inalámbricamente. Eso es lo que necesita La Base de entrenamiento de los Aspirantes a Futuros Soldados guardianes de la Patria, no depender solamente del internet cableado, sino que además cuente con el mismo servicio, pero con la ventaja de poder estar conectado en cualquier lugar de la Base de entrenamiento “EL MAIZAL” DE LA ESFORSE, ya que se han incrementado los Aspirantes con computadores portátiles que exigen la conexión inalámbrica para poder interactuar desde cualquier lugar dentro de la misma y de esta manera estar comunicados e intercambiar información. El servicio es necesario para los aspirantes para poder realizar consultas y compartir recursos entre sí. Es importante hacer notar que las actividades tecnológicas en la actualidad están de la mano con la

instrucción militar por lo que la formación de los alumnos de la ESFORSE va enmarcada en las innovaciones actuales.

Para lo cual debido al fácil acceso en la actualidad de la tecnología, se propone la opción de trabajar, mediante equipos nuevos que brinden garantía de servicio, seguridad en la conexión y eficiencia, sí bien es cierto existe gran disponibilidad de equipos que permiten la implementación de este tipo de redes, estos generalmente se limitan a cierto rango de frecuencia, potencia, distancia, razón por la cual la propuesta se enfoca en la implementación de una red con tecnología MIKROTIK, el cual representa muchos puntos a favor como la implementación de usuarios inalámbricos y control de ancho de banda por parte de las redes permitiéndonos mayor utilidad en nuestro canal de Internet.

El estudio y diseño tiene como objetivo primordial brindar internet, que permita a los usuarios al momento de utilizar, tener mayor facilidad de movilidad, comodidad. Para lo cual se realiza los estudios necesarios y los conocimientos adquiridos en ESPEL para lograrlo.

Entonces con el fin de dar solución a este problema se ve la necesidad de estudiar y diseñar una RED INALÁMBRICA DE ÁREA LOCAL implementado tecnología WLAN para la realización de artículos publicitarios y poner en práctica el conocimiento teórico de la telecomunicación.

**CAPÍTULO I**  
**GENERALIDADES DE REDES.**

## **CAPÍTULO I**

### **1. GENERALIDADES DE REDES.**

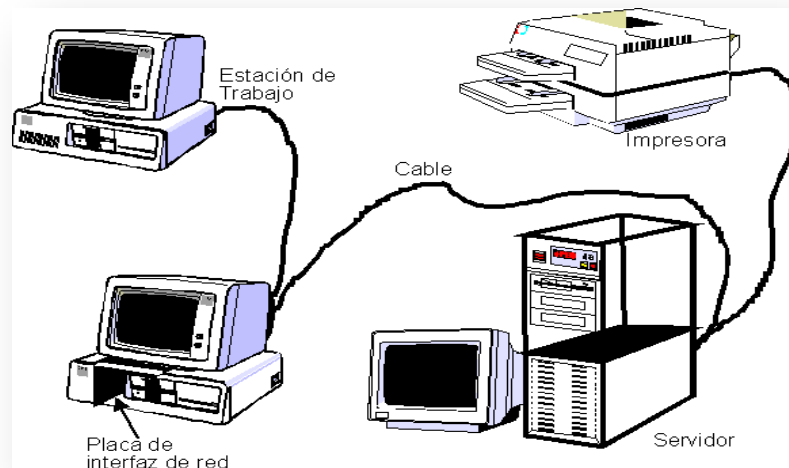
#### **1.1. INTRODUCCIÓN.**

La expresión redes de computadoras (o simplemente redes) se utiliza cuando, por medio de la telemática, se realiza la comunicación entre dos o más computadoras. Queda excluida aquí la comunicación entre una computadora y un periférico (terminal, impresora, etc.) independientemente de la distancia a la que dicha comunicación se produzca o el tipo de medios utilizados para ella.

Un caso particular de las redes de computadoras son los sistemas distribuidos, en los que se intenta conectar varias computadoras mediante una red y crear un entorno de utilización tal que el usuario no perciba la existencia de múltiples sistemas, sino que los maneje como un único sistema virtual de forma transparente; para esto se utilizan normalmente protocolos o aplicaciones específicos.

##### **1.1.1. Concepto de Redes.**

Una red se define como, un sistema el cual a través de hardware (equipos) y software (programas) permite, compartir recursos e información. Dichos recursos pueden ser impresoras, discos duros, CD ROM, etc. (hardware) y datos y aplicaciones (software). Las redes a través de los tiempos han venido evolucionando desde sistemas sencillos y pequeños hasta sistemas gigantes y muy complejos, como se ve en la Figura 1.1.



**Figura 1.1: Componentes de una Red.**

### **Uso de las Redes:**

- Compartir recursos, especialmente la información (los datos).
- Proveer la confiabilidad: más de una fuente para los recursos.
- La escalabilidad de los recursos computacionales: si se necesita más poder computacional, se puede comprar un cliente más, en vez de un nuevo mainframe.
- Comunicación.

### **1.2. Clases de Redes.**

Se puede clasificar las redes en cuanto a las dimensiones de la tecnología de transmisión y del tamaño.

#### **a) Tecnología de transmisión:**

- **Broadcast:** Un solo canal de comunicación compartido por todas las máquinas. Un paquete mandado por alguna máquina es recibido por todas las otras.

- **Point-to-point:** Muchas conexiones entre pares individuales de máquinas. (Los paquetes de A a B pueden atravesar máquinas intermedias, entonces) se necesita el ruteo (Routing) para dirigir los paquetes de un nodo a otro.

**b) Escala:**

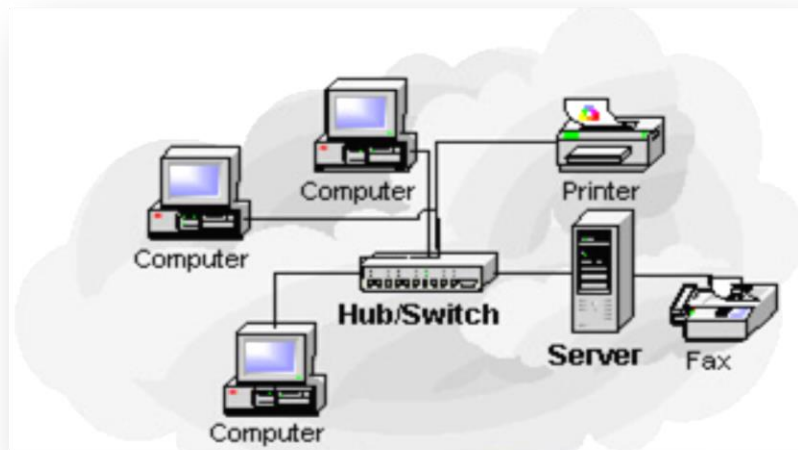
- Multicomputadores: 1 m
- LAN (local área network): 10 m a 1 km o más
- MAN (metropolitan area network): 10 km
- WAN (wide area network): 100 km a 1.000 km

**1.2.1. LAN (Local Área Network).**

La conexión es por medio de cables: telefónico, coaxial o fibra óptica. Por lo general son digitales y de alta velocidad. Normalmente produce poco errores. Se hallan en un ámbito pequeño, en el interior de un organismo, oficina, piso o edificio. Entre nodos puede haber entre 1 km y 10 km como máximo, por medio de repetidoras (enlace).

Como se muestra en la Figura 1.2, una WLAN (Red de Área Local Inalámbrica), es un sistema de comunicación inalámbrico flexible, muy utilizado como alternativa a las redes de área local (LAN) cableadas o como una extensión de estas, se basa en el uso de tecnologías de transmisión de ondas de radio lo que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas. Estas redes van adquiriendo importancia en muchos campos, tanto en el ámbito empresarial o industrial como en los hogares donde su principal fin es compartir el acceso a internet entre varias computadoras.





**Figura 1.2: Red de Área Local Inalámbrica**

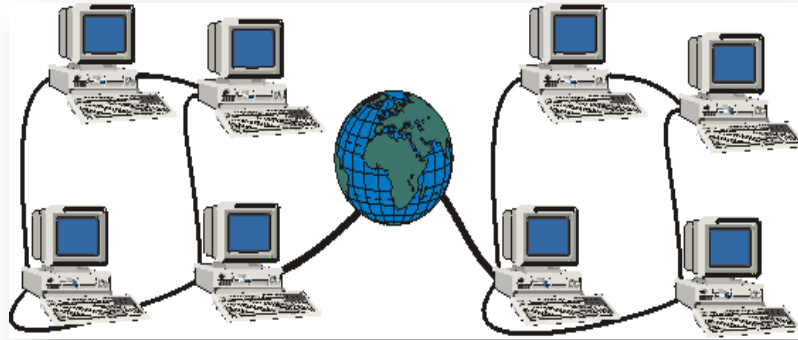
### **1.2.2. WAN (Wide Área Network).**

Es un grupo de computadoras conectadas en red a largas distancias (100 Km. hasta 1000 Km.), dando el servidor a un país o continente. Su información está constantemente fluyendo de distintos lugares, usados por distintos usuarios de cualquier parte del mundo. Como se puede apreciar en la Figura 1.3. Transmiten información de un lugar a otro por esto tiene carácter público.

Un ejemplo de esta red es la RedRis, que puede usar sistema de comunicación vía satélite o radio.

#### **Componentes de una red WAN:**

- Routers conectados a cada LAN.
- Dispositivos de acceso al enlace (Link Access Devices, LADs) conectados a cada routers.
- Enlaces inter-red de área amplia conectados a cada LAD.



**Figura 1.3: Red de área extensa (WAN)**

#### **Características Red WAN:**

- Su capacidad de transmisión es de 1Mbps y 1Gbps.
- Su uso de comunicación es privada.
- El medio de transmisión que usa es mediante cables telefónicos y fibras ópticas.
- Tiene facilidad de realizar cambios en el hardware y software.
- Posibilidades de conectarse con otras redes.

#### **Ventajas:**

- Puede utilizar un software especial para contener mini y macro computadoras como elementos de red.
- No está limitada en espacios geográficos.
- Puede establecer comunicación entre computadoras.
- Utiliza fibras ópticas, enlaces satelitales, entre otras.

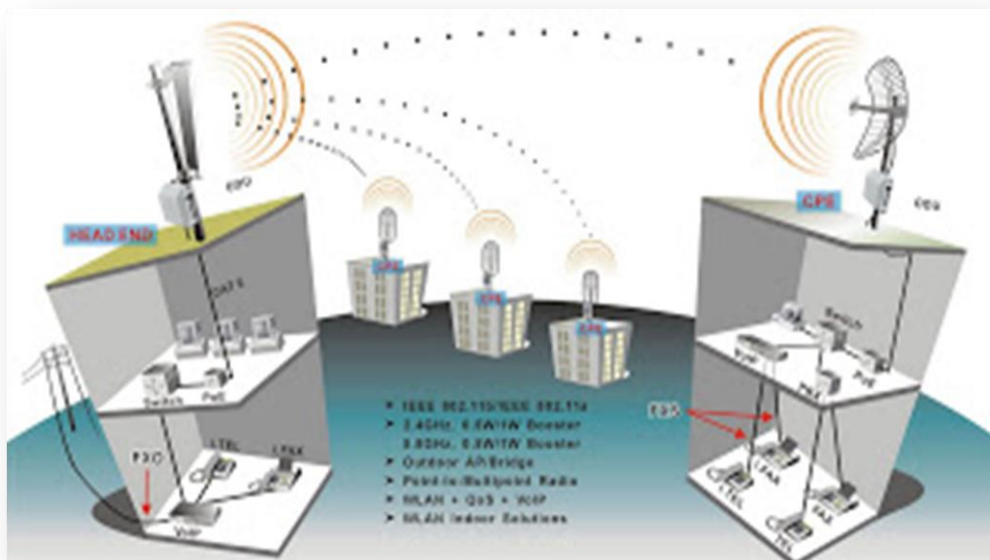
#### **Desventajas:**

- Los equipos deben tener buena capacidad de memoria, si se quiere tener un buen acceso rápido.

- La seguridad en las computadoras no es buena ya que puede ser por infección de virus, eliminación de programas.

### 1.2.3. MAN (Metropolitan Area Network).

Son redes que cubren un ámbito geográfico limitado a una ciudad. Como se puede apreciar en la Figura 1.4, se usa para unir sucursales de una empresa o banco, suelen ser usadas por organismos estatales (Normas de conexión pública y privada). Existe una alta velocidad de transferencia entre edificios. Por la distancia entre nodos es imposible utilizar cables como medio de comunicación, la transmisión es vía microondas. Interconectan una serie de redes locales dentro de un área geográfica mayor: polígono industrial, ciudad, campus, etc. Son de formato digital, poseen mayor velocidad y por lo general tienen errores.



**Figura 1.4: Red de área metropolitana (MAN).**

Se transmite por medio del aire por ondas electromagnéticas, no necesita enlace físico, la distancia máxima entre nodos es de 50 km (debido a los

distintos tipos de accidentes geográficos, mal tiempo, edificios, árboles, etc.), si hay que cubrir mayores distancias se deben intercalar repetidoras (que reciben la señal y la retransmiten).

El concepto de Red de Área Metropolitana representa una evolución del concepto de Red de Área Local a un ámbito más amplio, generalmente áreas regionales o municipales. A pesar de su mayor emplea las mismas tecnologías que las redes LAN.

### **1.3. Topologías de Redes.**

La topología de red se define como la cadena de comunicación usada por los nodos que conforman una red para comunicarse. Abordamos aquí algunas de las topologías básicas que encontramos en los sistemas de comunicaciones. Se trata de abstracciones que nos permiten observar el flujo de información sin necesidad de estar considerando constantemente las características del medio y todos los demás elementos involucrados. Cuando nos referimos a una determinada topología, podemos utilizarla para representar la forma de conexionado y el flujo físico de los datos

#### **1.3.1. Topología Punto a punto.**

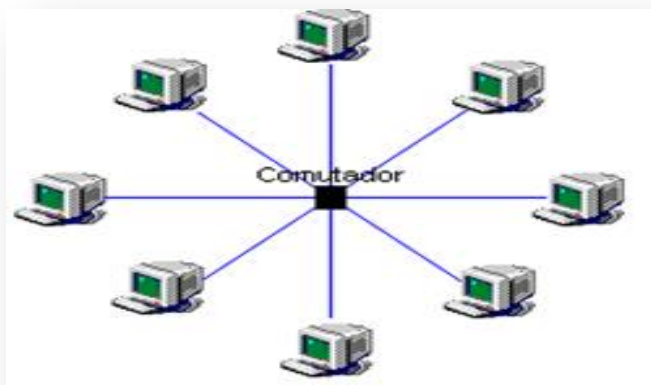
Cuando hablamos de un enlace punto a punto nos referimos a uno en el cual toda la comunicación se produce entre dos puntos y sólo entre éstos, como se muestran en la Figura 1.5, el caso más simple y tal vez el más común es el de la unión de dos equipos mediante un cable<sup>4</sup>



**Figura 1.5: Topología punto a punto.**

### **1.3.2. Topologías de Estrella.**

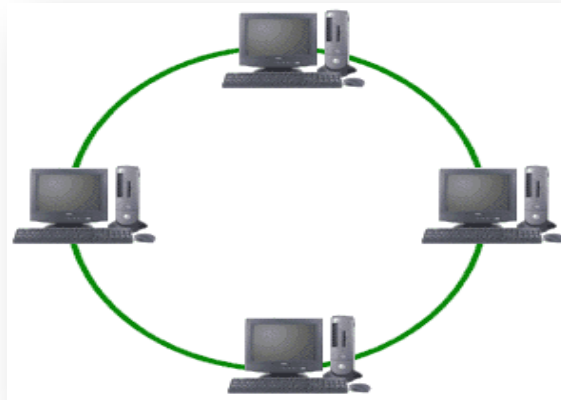
Una red en estrella (Figura 1.6), es una red en la cual las estaciones están conectadas directamente a un punto central.



**Figura 1.6: Topología estrella.**

### **1.3.3. Topología en anillo.**

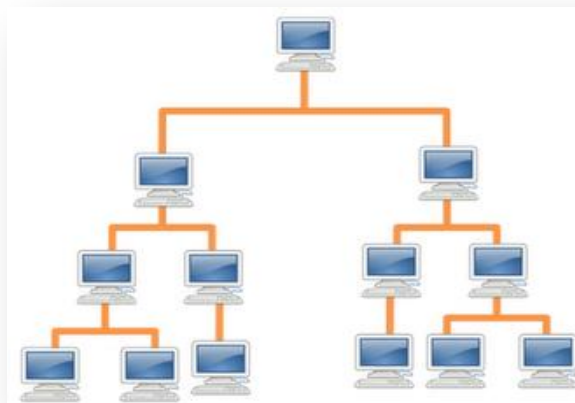
Topología de red (Figura 1.7), en la que cada estación está conectada a la siguiente y la última está conectada a la primera.



**Figura 1.7: Topología anillo.**

### **1.3.4. Topologías de Árbol.**

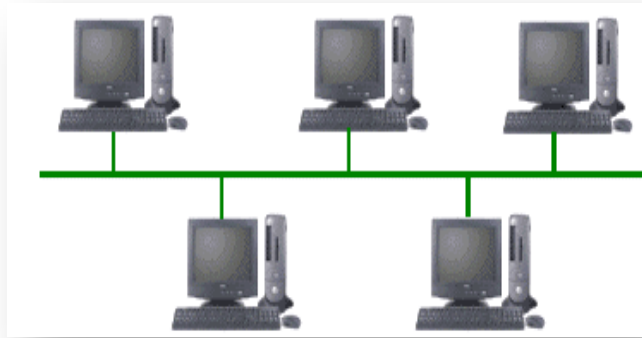
Topología de red en la que los nodos están colocados en forma de árbol como se ve en la Figura 1.8.



**Figura 1.8: Topología árbol.**

### **1.3.5. Topologías de Bus.**

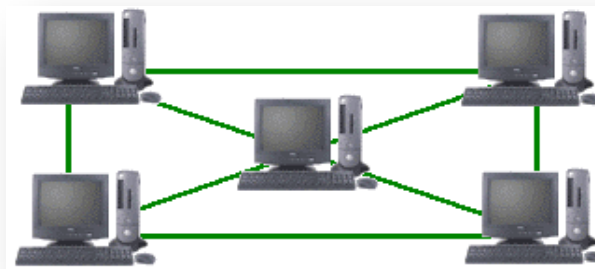
Red cuya topología se caracteriza por tener un único canal de comunicaciones al cual se conectan los diferentes dispositivos, como se muestran en la Figura 1.9.



**Figura 1.9: Topología de bus.**

### **1.3.6. Topologías de Malla.**

La topología de red mallada (Figura 1.10), es una topología de red en la que cada nodo está conectado a todos los nodos.



**Figura 1.10: Topología en malla completa.**

### **1.4. Medios de Transmisión.**

El medio de transmisión constituye el canal que permite la transmisión de información entre dos terminales en un sistema de transmisión.

Las transmisiones se realizan habitualmente empleando ondas electromagnéticas que se propagan a través del canal. A veces el canal es un medio físico y otras veces no, ya que las ondas electromagnéticas son susceptibles de ser transmitidas por el vacío.

### **1.4.1. Clasificación.**

Dependiendo de la forma de conducir la señal a través del medio, los medios de transmisión se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- medios de transmisión guiados
- medios de transmisión no guiados
- Según el sentido de la transmisión

### **1.4.2. Medios Guiados (Alámbricos).**

En medios guiados, el ancho de banda o velocidad de transmisión dependen de la distancia y del tipo de enlace sea este punto a punto o multipunto.

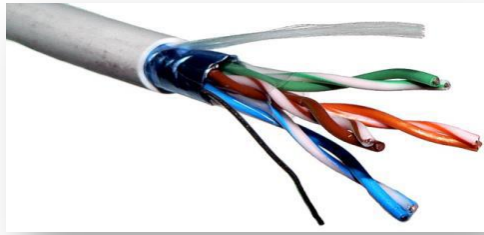
Existen diferentes tipos de medios guiados, así se tiene:

- El par trenzado
- El cable coaxial
- La fibra óptica

#### **a) Cable Par Trenzado.**

Como se muestran en la Figura 1.11, consiste en un par de cables, embutidos para su aislamiento, para cada enlace de comunicación. Debido a que puede haber acoples entre pares, éstos se trenzan con pasos diferentes. La utilización del trenzado tiende a disminuir la interferencia electromagnética. Este tipo de medio es el más utilizado debido a su bajo coste (se utiliza mucho en telefonía) pero su inconveniente principal es su poca velocidad de transmisión y su corta distancia de alcance. Con estos cables, se pueden transmitir señales analógicas o digitales. Es un medio muy susceptible a ruido y a interferencias.





**Figura 1.11: Par trenzado.**

### **b) Cable Coaxial.**

El cable coaxial (Figura 1.12), es quizá el medio de transmisión más versátil, por lo que está siendo cada vez más utilizado en una gran variedad de aplicaciones. Se usa para transmitir tanto señales analógicas como digitales. El cable coaxial tiene una respuesta en frecuencia superior a la del par trenzado, permitiendo por tanto mayores frecuencias y velocidades de transmisión. Por construcción el cable coaxial es mucho menos susceptible que el par trenzado tanto a interferencias como a diafonía.

#### **Aplicaciones más importantes:**

- Distribución de televisión
- Telefonía a larga distancia
- Conexión con periféricos a corta distancia
- Redes de área local



**Figura 1.12: Cable coaxial.**

### c) Fibra Óptica.

La fibra óptica (Figura 1.13), es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede ser láser o un LED.



**Figura 1.13: Fibra óptica.**

Las fibras se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio o cable. Son el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, también se utilizan para redes locales, en donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión.

**Tabla 1.1: Medios guiados.**

Medio de Transmisión	Razón de datos total	Ancho de Banda	Separación entre Repetidores
Par Trenzado	4 Mbps	3 Mhz	2 a 10 Km
Cable Coaxial	500 Mbps	350 Mhz	1 a 10 Km
Fibra Óptica	2 Gbps	2 Ghz	10 a 100 Km

### **1.4.3. Medios No Guiados (Inalámbricos).**

Los medios no guiados o sin cable han tenido gran acogida al ser un buen medio de cubrir grandes distancias y hacia cualquier dirección, su mayor logro se dio desde la conquista espacial a través de los satélites y su tecnología no para de cambiar. De manera general podemos definir las siguientes características de este tipo de medios: La transmisión y recepción se realiza por medio de antenas, las cuales deben estar alineadas cuando la transmisión es direccional, o si es omnidireccional la señal se propaga en todas las direcciones.

#### **a) Microondas.**

En un sistema de microondas se usa el espacio aéreo como medio físico de transmisión. La información se transmite en forma digital a través de ondas de radio de muy corta longitud (unos pocos centímetros). Pueden direccionarse múltiples canales a múltiples estaciones dentro de un enlace dado, o pueden establecer enlaces punto a punto.

Se denomina microondas a las ondas electromagnéticas definidas en un rango de frecuencias determinado. El rango de las microondas está incluido en las bandas de radiofrecuencia. El protocolo más frecuente es el IEEE 802.11b y transmite a 2.4 GHz (Gigahercio), alcanzando velocidades de 11 Mbps (Megabits por segundo). Otras redes utilizan el rango de 5,4 a 5,7 GHz para el protocolo IEEE 802.11a.

#### **b) Ondas de radio.**

Se caracterizan por ser omnidireccionales, por lo que no necesitaremos antenas parabólicas. Utilizarán la banda comprendida entre 30 MHz - 1GHz, para transmitir señales FM, TV (UHF, VHF), datos...

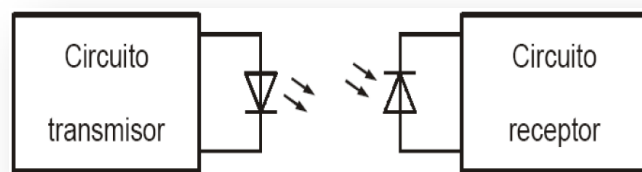
Este rango de frecuencias es el más adecuado para transmisiones simultáneas (difusión,...). Las perturbaciones que sufriremos en este tipo

de comunicaciones son provocadas por las reflexiones que se producen tanto en la tierra como en el mar, debidas a interferencias multirrayecto. El rango de frecuencia va desde 3MHz a 15 MHz (Megahercio).

### c) Infrarrojos.

Mediante este tipo de transmisión, el propósito es el de dar al equipo la posibilidad de realizar una comunicación punto a punto utilizando un enlace óptico al aire libre como medio de transmisión, con una longitud determinada, estando ésta dentro del infrarrojo.

El enlace óptico (Figura 1.14), aquí tratado se fundamenta en una emisión de radiación infrarroja, vía aire, a diferencia del módulo anterior, en el cual la radiación luminosa emitida era conducida por el interior de la fibra. Esto comporta, naturalmente, una mayor atenuación y una menor directividad. Se trata de un sistema clásico utilizado en muchos mandos a distancia. El módulo puede dividirse en dos grandes bloques: el transmisor y el receptor. La velocidad es de 12,5 Kbits/seg.



**Figura 1.14: Circuito transmisor receptor.**

## 1.5. Modelos de Referencia.

### 1.5.1. Modelo de referencia OSI (Open System Interconnection)

Es el modelo de red descriptivo, que fue creado por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) en el año 1980.1 Es un marco

de referencia para la definición de arquitecturas en la interconexión de los sistemas de comunicaciones. Es el modelo principal para las comunicaciones por red, los fabricantes consideran que es la mejor herramienta disponible para enseñar cómo enviar y recibir datos a través de una red.

El Estándar OSI usa un modelo de 7 capas de red, como se muestran en la Figura 1.15, para describir el direccionamiento de red, análisis de datos, y capacidades de red del diferente hardware.



**Figura 1.15: Modelo OSI de Red.**

### **1.5.2. Beneficios de usar un Modelo de Capas.**

- Cada capa del modelo OSI es responsable de ciertas tareas específicas
- Diferentes tecnologías pueden convivir de una manera estandarizada

A continuación la descripción de Cada capa individual del modelo OSI:

#### **a) La capa Física.**

La capa física son las conexiones físicas (cables, tarjetas de red y dispositivos que levantan la red)

### **b) La capa de Enlace de Datos.**

La capa de enlace de datos provee un tránsito confiable de los datos sobre un enlace físico de red

### **c) La capa de Red.**

La capa de red es responsable del direccionamiento lógico.

### **d) La capa de Transporte.**

Capa encargada de efectuar el transporte de los datos (que se encuentran dentro del paquete) de la máquina origen a la de destino, independizándolo del tipo de red física que se esté utilizando.

### **e) La capa de Sesión.**

Establece, administra y finaliza las sesiones entre dos hosts que se están comunicando. La capa de sesión proporciona sus servicios a la capa de presentación. También sincroniza el diálogo entre las capas de presentación de los dos hosts y administra su intercambio de datos.

### **f) La capa de Presentación.**

La capa de presentación garantiza que la información que envía la capa de aplicación de un sistema pueda ser leída por la capa de aplicación de otro.

### **g) La capa de Aplicación.**

La capa de aplicación es la capa del modelo OSI más cercana al usuario; suministra servicios de red a las aplicaciones del usuario. Difiere de las demás capas debido a que no proporciona servicios a ninguna otra capa OSI, sino solamente a aplicaciones que se encuentran fuera del modelo OSI.

### 1.5.3. Modelo TCP/IP.

Al contrario de lo que ocurre con OSI, el modelo TCP/IP es software, es decir, es un modelo para ser implementado en cualquier tipo de red. Facilita el intercambio de información independientemente de la tecnología y el tipo de subredes a atravesar, proporcionando una comunicación transparente a través de sistemas heterogéneos. Por todo esto, TCP/IP no define una capa física ni de enlace. Este protocolo define solamente cuatro capas que funcionarán en los niveles superiores a las capas físicas y de enlace para hacerlo así un modelo independiente del hardware en el que se implemente. Como, se muestra en la tabla 1.2.

**Tabla 1.2: Modelo TCP/IP.**

<b>CAPAS MODELO TCP/IP</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Aplicación</b>	Representa datos para el usuario más el control de codificación y dialogo.
<b>Transporte</b>	Admite la comunicación entre distintos dispositivos de distintas redes.
<b>Internet</b>	Determina la mejor ruta a través de la red.
<b>Acceso a la Red</b>	Controla los dispositivos del hardware y los medios que forman la red.

Como puede apreciarse, las capas del modelo TCP/IP tienen tareas mucho más diversas que las del modelo OSI, considerando que ciertas capas del modelo TCP/IP se corresponden con varios niveles del modelo OSI.

**CAPITULO II**  
**REDES INALÁMBRICAS.**



## **CAPÍTULO II**

### **2. REDES INALÁMBRICAS.**

#### **2.1. INTRODUCCIÓN.**

Desde hace relativamente poco tiempo, se está viviendo lo que puede significar una revolución en el uso de las tecnologías de la información tal y como lo conocemos.

Esta revolución puede llegar a tener una importancia similar a la que tuvo la adopción de Internet por el gran público. De una forma callada, las redes inalámbricas o Wireless Networks (WN), se están introduciendo en el mercado de consumo gracias a unos precios populares y a un conjunto de entusiastas, mayoritariamente particulares, que han visto las enormes posibilidades de esta tecnología.

Las aplicaciones de las redes inalámbricas son infinitas. De momento van a crear una nueva forma de usar la información, pues ésta estará al alcance de todos a través de Internet en cualquier lugar (en el que haya cobertura).

En un futuro cercano se reunificarán todo aquellos dispositivos con los que hoy contamos para dar paso a unos nuevos que perfectamente podrían llamarse Terminales Internet en los cuales estarían reunidas las funciones de teléfono móvil, agenda, terminal de vídeo, reproductor multimedia, ordenador portátil y un largo etc.

Las tecnologías que son necesarias para llevar a cabo estos sistemas hoy existen desde ayer, su precio es mínimo o al menos muy asequible y su existencia mañana sólo depende de las estrategias comerciales de las empresas que las poseen.

## **2.2. Red Inalámbrica.**

Las redes inalámbricas se basan en el principio de conectar una antena a un circuito eléctrico en donde las ondas electromagnéticas se difunden para captarse en un receptor a cierta distancia. Las redes inalámbricas son de gran importancia para los transportadores de carga pesada y pasajeros, vehículos de servicios público, personas que efectúen reparaciones en sitios de difícil acceso, y para las organizaciones militares, entre otras.

Presentan algunas desventajas como su velocidad de transmisión y recepción que puede alcanzar algunas decenas de Mbps lo cual es mucho más lento que en las redes de área local y redes de largo alcance. En algunas ocasiones las redes inalámbricas presentan interferencias de comunicaciones.

Algunas de las características más notables de este tipo de RED son:

Una red inalámbrica usa radio, microondas, satélites, infrarrojo, u otros mecanismos para comunicarse. Se pueden combinar las redes inalámbricas con los computadores móviles, pero los dos conceptos son distintos:

### **2.2.1. Clasificación.**

Dentro de las redes inalámbricas se puede dividir en dos amplias categorías de redes inalámbricas como:

- **De Larga Distancia.-** Estas son utilizadas para transmitir la información en espacios que pueden variar desde una misma ciudad o hasta varios países circunvecinos mejor conocido como redes de área metropolitana; sus velocidades de transmisión son relativamente bajas, de 4.8 a 19.2 Kbps a diferencia de WIMAX que puede alcanzar

una velocidad aproximada de 70 Mbps en un radio de varios kilómetros

- **De Corta Distancia.-** Estas son utilizadas principalmente en redes corporativas cuyas oficinas se encuentran en uno o varios edificios que no se encuentran muy retirados entre sí, con velocidades del orden de 280 Kbps hasta los 2 Mbps, teniendo entre estas las WLAN.

### **2.3. Redes Inalámbricas de Área Local (WLAN).**

Es un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible, muy utilizado como alternativa a las redes LAN cableadas o como extensión de éstas. Utiliza tecnología de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas. Las WLAN van adquiriendo importancia en muchos campos, como almacenes o para manufactura, en los que se transmite la información en tiempo real a una terminal central. También son muy populares en los hogares para compartir el acceso a Internet entre varias computadoras.

Para indicar la compatibilidad entre dispositivos inalámbricos, tarjetas de red o puntos de acceso de cualquier fabricantes, se les incorpora el logo "Wi-Fi" (estándar de Fidelidad Inalámbrica), y así los equipos con esta marca, soportada por más de 150 empresas, se pueden incorporar en las redes sin ningún problema, siendo incluso posible la incorporación de terminales telefónicos Wi-Fi a estas redes para establecer llamadas de voz.

Las redes inalámbricas son inseguras aunque sólo sea porque el medio de transporte que emplean es el aire; por tanto, un elemento esencial a tener en cuenta en este tipo de redes al utilizarse la radio, es la encriptación. En general se utiliza WEP (Wired Equivalent Privacy), que es un mecanismo de encriptación y autenticación especificado en el

estándar IEEE 802.11 para garantizar la seguridad de las comunicaciones entre los usuarios y los puntos de acceso.

El estándar IEEE 802.11 contiene varias características de seguridad, tales como los modos de autenticación del sistema abierto y de llave compartida, el Identificador del Juego de Servicios (Service Set Identifier-SSID), y el Equivalente a Privacidad Cableada (Wired Equivalent Privacy-WEP). Cada una de estas características provee diferentes grados de seguridad que serán revisados más adelante.

Los estándares que se maneja para este tipo de redes son los que se detallan en la Tabla 2.1:

**Tabla 2.1: Tecnologías WLAN**

TECNOLOGÍA	ALCANCE	FRECUENCIA DE OPERACIÓN	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN
Wi-Fi IEEE 802.11	hasta 90 m.	2.4 GHZ y 5 GHZ	54 Mbps
HiperLAN	100 m.	5150 y 5300 MHZ	54 Mbps

#### **2.4. Aplicaciones de las Redes Inalámbricas.**

Algunas de las aplicaciones en la actualidad más conocidas son:

- Hoy por hoy las redes inalámbricas se usan para la comunicación entre oficinas que se encuentran ubicadas en diferentes localidades y deben compartir información de sus servidores que se encuentran en una de las localidades, para lo cual se requiere de un enlace de datos para poder comunicarse.
- El uso en comunicaciones por medio de voz y video, es también una aplicación de las redes inalámbricas, en dichas redes se debe considerar niveles de calidad y servicio muy rigurosos para evitar los retardos en la comunicación, ya que son aplicaciones de tiempo real.

- La educación a distancia es también una aplicación de las comunicaciones inalámbricas, a las cuales se accede sin problema alguno y se puede interactuar fácilmente, uniendo a grupos de estudiantes que pueden estar ubicados en diferentes localidades, atendiendo a una misma clase.
- Cuando la movilidad de los usuarios es indispensable en la comunicación, como en hospitales, fábricas y almacenes.
- En rediseños de redes, y se considera que el costo beneficio de una red inalámbrica es mucho mejor que una red cableada.

## **2.5. Estándares para Redes WLAN.**

Las aplicaciones de oficina de hoy en día con redes inalámbricas LAN, en su mayoría se basen en el estándar IEEE 802.11 o Wi-Fi fue definido por el IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) en 1997 como un estándar que reemplazaría los cables de la conexión alámbrica Ethernet con una conexión inalámbrica. Este estándar define el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura OSI, la capa física y enlace de datos, con los cuales se especifica sus normas de funcionamiento en la WLAN.

En general los protocolos que pertenecen a la rama 802.x definen el funcionamiento de la tecnología de redes inalámbricas.

### **2.5.1. Arquitectura del Estándar 802.11.**

El primer estándar que surge es el 802.11 (1997), el cual sienta las bases tecnológicas para el resto de la familia.

Las especificaciones del estándar definido por el IEEE denominado 802.11x (x comprende letras que definen las variantes de la norma 802.11 a, 802.11 b, 802.11 g, 802.11 n), abarcan las capas física (Capa 1) y la subcapa de acceso al medio (MAC) de la capa de enlace del modelo OSI.

A continuación algunos detalles que nos ayudarán a entender el funcionamiento y acotar los problemas con los que nos vamos a encontrar.

### 2.5.2. Topología de Red en 802.11.

El estándar IEEE 802.11 define el concepto de Conjunto Básico de Servicio (BSS, Basic Service Set) que consiste en dos o más nodos inalámbricos o estaciones que se reconocen una a la otra y pueden transmitir información entre ellos.

Un BSS puede intercambiar información de dos modos diferentes:

- Cada nodo se comunica con el otro en forma directa y sin ninguna coordinación. Este modo es comúnmente llamado Ad-Hoc o IBSS (Independent Basic Service Set). Este modo solo permite la transmisión entre los nodos inalámbricos y no resuelve el problema de extender una LAN cableada.

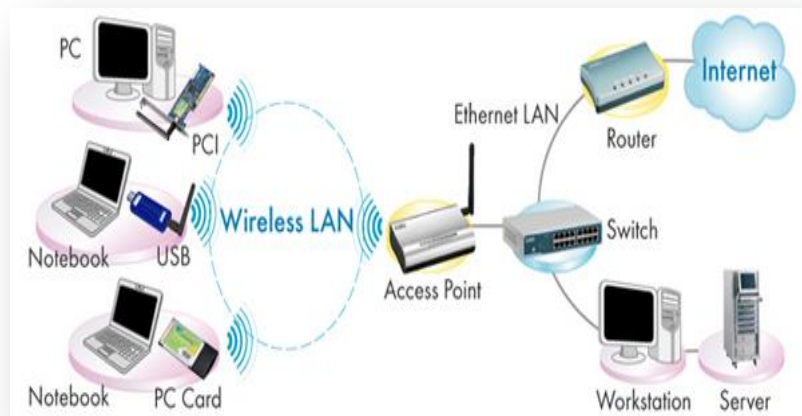


**Figura 2.1: Nodos Inalámbricos.**

- Existe un elemento llamado Access Point (Figura 2.2), que coordina la transmisión entre los nodos inalámbricos. Este modo es llamado modo Infraestructura y permite vincular la red inalámbrica con la red

cableada ya que el AP actúa como bridge entre las dos redes. La existencia de varios AP conectados a un sistema de distribución (DS: Distribution System), que puede ser una LAN cableada es lo que denominamos EBSS (Extended Basic Service Set).

La tecnología 802.11 permite el roaming entre los distintos AP.



**Figura 2.2: Access Point.**

Una de las claves del éxito comercial ha sido la buena interoperabilidad existente entre equipos de diferentes fabricantes, labor que ha llevado a cabo la Wi-Fi Alliance. Este organismo, con cerca de 200 empresas entre sus miembros y 800 productos certificados a día de hoy ha fomentado la tecnología y garantizando su genérico buen uso. Existen multitud de estándares definidos o en proceso de definición.

A continuación descripción de las cuatro principales variantes del estándar 802.11:

**a) 802.11a:**

El estándar 802.11a utiliza el mismo juego de protocolos de base que el estándar original, opera en la banda de 5 GHz y utiliza 52 subportadoras OFDM con una velocidad máxima de 54 Mbps, lo que lo hace un estándar

práctico para redes inalámbricas, con velocidades reales de aproximadamente 20 Mbps.

Dado que la banda de 2.4 GHz tiene gran uso, el utilizar la banda de 5 GHz representa una ventaja del estándar 802.11a, dado que se presentan menos interferencias.

Sin embargo, la utilización de esta banda también tiene sus desventajas, dado que restringe el uso de los equipos 802.11a a únicamente puntos en línea de vista, con lo que se hace necesario la instalación de un mayor número de puntos de acceso; esto significa también que los equipos que trabajan con este estándar no pueden penetrar tan lejos como los del estándar 802.11b dado que sus ondas son más fácilmente absorbidas.

#### **b) 802.11b:**

802.11b tiene una velocidad máxima de transmisión de 11 Mbps y utiliza el mismo método de acceso CSMA/CA definido en el estándar original. El estándar 802.11b funciona en la banda de 2.4 GHz, debido al espacio ocupado por la codificación del protocolo CSMA/CA, en la práctica, la velocidad máxima de transmisión con este estándar es de aproximadamente 5.9 Mbps sobre TCP y 7.1 Mbps sobre UDP.

802.11b es usualmente usada en configuraciones punto y multipunto como en el caso de los AP que se comunican con una antena omnidireccional con uno o más clientes que se encuentran ubicados en un área de cobertura alrededor del AP.

#### **c) 802.11g:**

Este utiliza la banda de 2.4 GHz pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbps, o cerca de 24.7 Mbps de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar 802.11a. Es compatible con el estándar b y utiliza las mismas frecuencias. Buena parte del proceso de diseño del estándar lo tomó el hacer compatibles los dos estándares.



Los equipos que trabajan bajo el estándar 802.11g llegaron al mercado muy rápidamente, incluso antes de su ratificación. Esto se debió en parte a que para construir equipos bajo este nuevo estándar se podían adaptar los ya diseñados para el estándar b.

**d) 802.11ac:**

802.11ac, también conocida como Gigabit Wi-Fi, es una propuesta de especificación de la familia 802.11 aplicable a las redes de área local inalámbricas (WLAN). 802.11ac representa una extensión o actualización de la norma 802.11a actual.

Las redes que utilizan 802.11ac operarán en la banda de 5-GHz (gigahertz) usando OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing), del mismo modo que lo hace la 802.11a. Las mejoras soportadas por la 802.11ac facilitarán la transmisión simultánea de video HD (alta definición) a varios clientes en los hogares y las empresas, así como la sincronización inalámbrica más rápida y copia de seguridad de archivos de gran tamaño.

Las nuevas características que tendrá la 802.11ac, además de aquellas existentes en la 802.11a, incluyen:

- ✓ Ancho de canal de hasta 160 MHz (mega Hertz).
- ✓ Single-link (enlace sencillo) con salida de 500 Mbps (megabits por segundo) o más.
- ✓ Multi-station WLAN con salida de 1 Gbps (gigabit por segundo) o más.
- ✓ 400-ns (nanosegundos) intervalo de guarda corto.
- ✓ Código de chequeo de paridad de baja-densidad.
- ✓ Hasta 8 flujos espaciales.
- ✓ Transmisión de formación de haz.

### 2.5.3. Próxima generación de Redes Inalámbricas con el 802.11n.

En enero de 2004, la IEEE anunció la formación de un grupo de trabajo 802.11 para desarrollar una nueva revisión del estándar 802.11 la velocidad real de transmisión podría llegar a los 500 Mbps y debería ser hasta 10 veces más rápida que una red bajo los estándares 802.11a y 802.11g, y cerca de 40 veces más rápida que una red bajo el estándar 802.11b.

802.11n se construye basándose en las versiones previas del estándar 802.11 añadiendo MIMO. MIMO utiliza múltiples transmisores y antenas receptoras permitiendo incrementar el tráfico de datos.

En la Tabla 2.2, se detalla los principales protocolos que se usan en los diseños de redes inalámbricas locales, con sus características principales que identifican a cada una y a la vez limitan su funcionamiento.

**Tabla 2.2: Cuadro comparativo de los principales Estándares IEEE 802.11.**

PROTOCOLO	VELOCIDAD DE TRANSMISION típica/máxima	FRECUENCIA DE OPERACIÓN	DISTANCIAS DE COBERTURA
<b>IEE 802.11</b>	1Mbps/2 Mbps	2.4 - 2.5GHz	
<b>IEE 802.11a</b>	25Mbps/54 Mbps	5.15-5.35 / 5.47 - 5.725 / 5.725 - 5.875GHz	30 metros
<b>IEE 802.11b</b>	6.5Mbps/11 Mbps	2.4 - 2.5GHz	30 metros
<b>IEE 802.11g</b>	25Mbps/54 Mbps	2.4 - 2.5GHz	30 metros
<b>IEE 802.11ac</b>	500Mbps o más	2.4 - 5GHz	200 a 300 metros
<b>IEE 802.11n</b>	200Mbps/540 Mbps	Bandas 2.4 y 5GHz	50 Metros

## 2.6. Configuración de las Redes Inalámbricas.

Las redes inalámbricas de acuerdo al uso o la función para las que son diseñadas pueden configurarse de las siguientes formas:

### 2.6.1. Redes Punto a Punto.

Una red punto a punto, es aquella que se forma entre dos dispositivos que se comunican individualmente entre ellos, donde uno de los elementos es el transmisor y el otro es el receptor.

Una de las arquitecturas de red punto a punto es la Red Ad-Hoc<sup>8</sup>, en la cual dos equipos se comunican entre sí, sin necesidad de un dispositivo central o punto de acceso, como por ejemplo: entre dos computadores que se conectan para el paso de un archivo, como se puede visualizar en la Figura 2.3.

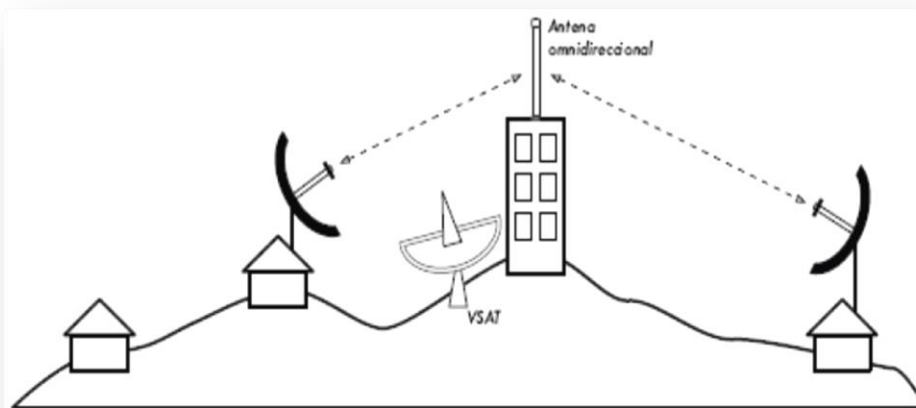
También puede ser una red Ad-Hoc la comunicación de un computador con un equipo de impresión, o algún otro periférico.



**Figura 2.3: Red inalámbrica en modo Ad-Hoc.**

### 2.6.2. Redes Punto-Multipunto.

Las redes punto – multipunto (Figura 2.4), son aquellas redes en las que uno o más dispositivos se conectan por medio de un punto de acceso (AP), este tipo de red es una mejora a las redes punto a punto, ya que por medio de un solo punto de acceso se puede comunicar a más de un dispositivo. Hablando de redes inalámbricas de gran alcance el punto de acceso se denomina nodo, el cual es capaz de transmitir y recibir datos en una red, generando varios enlaces desde varios puntos y concentrándose en el punto de acceso, el cual se encarga de procesarlos y si es necesario retransmitirlo.



**Figura 2.4: Red Punto a Multipunto.**

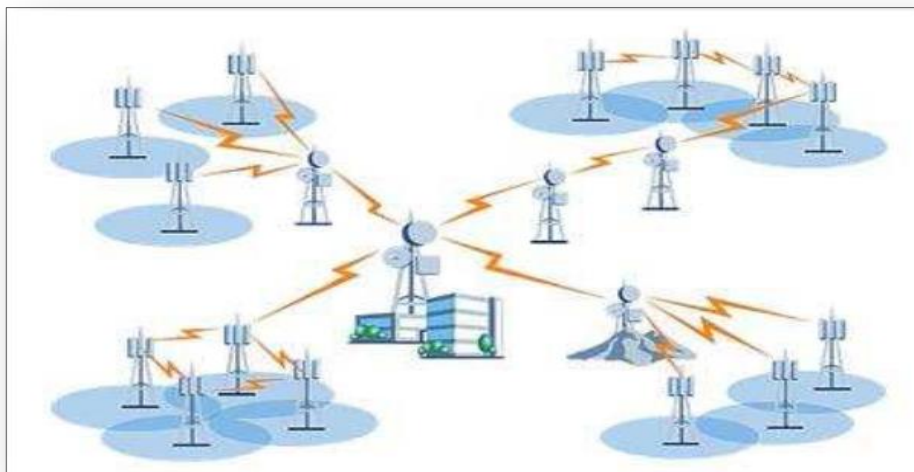
### 2.6.3. Redes Multipunto-Multipunto.

En este tipo de redes, a diferencia de las anteriores, no hay un equipo que lidere o controle la transmisión de la información que circula en la red central, sino que todos los nodos se comunican con todos para transmitir el tráfico hacia los demás.

Este tipo de redes llegan a formarse en topología malla, lo cual a su vez suele servir como una configuración para conseguir redundancia en las

comunicaciones, ya que si un nodo llegara a fallar los demás nodos están para suplantarlos, y entonces la comunicación no se verá interrumpida.

Para esta configuración de red se recomienda utilizar antenas direccionales, para que con estas antenas se enlacen las redes que se encuentran situadas geográficamente en sitios distintos y alejados. La Figura 2.5, muestra un diagrama de una red tipo Multipunto-Multipunto.



**Figura 2.5: Red Multipunto a Multipunto.**

## **2.7. Componentes de la Red WLAN.**

En una red inalámbrica LAN se considera los siguientes componentes, asociados a sus actividades que se detallarán a continuación.

### **2.7.1. La Estación (STA).**

Es el elemento principal de una red inalámbrica, desde donde se va a transmitir la información a distribuirse en el proceso de comunicación con los otros elementos de la red hasta llegar a usuario final.

Esta estación puede ser físicamente desde un servidor hasta un computador de escritorio o una portátil, o mucho más simple como un PDA.

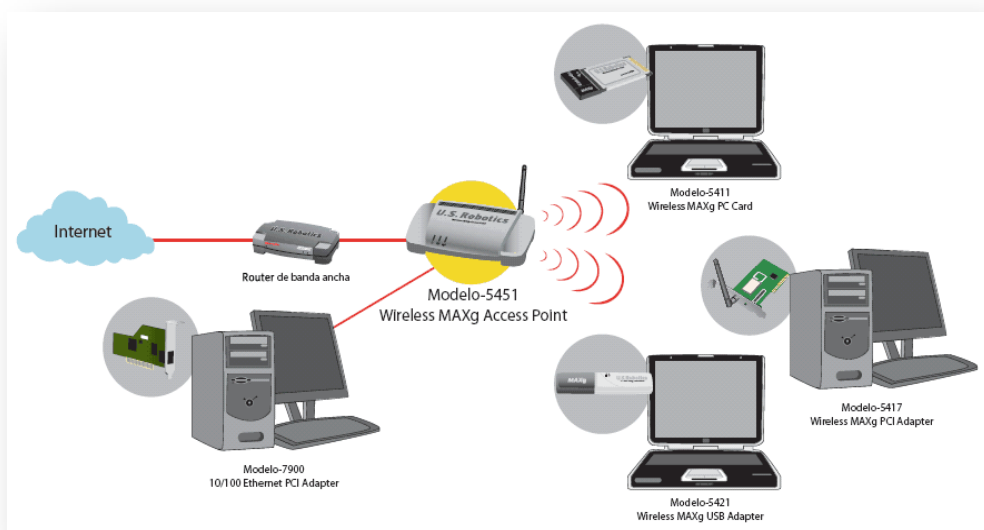
### 2.7.2. Punto de Acceso (AP-ACCESS POINT).

El Punto de acceso es un dispositivo que tiene la capacidad de gestionar todo el tráfico de las estaciones inalámbricas para que puedan comunicarse con otras redes.

Para la transmisión de la información el AP se conecta a la red cableada como a la inalámbrica, por lo que su actividad se define como un puente de comunicación entre los dos tipos de redes.

Dependiendo de las especificaciones del equipo, se puede interconectar un número de usuarios a un mismo AP y de forma simultánea.

En la Figura 2.6, se muestra un punto de acceso de los que se comercializa por los fabricantes de equipos para comunicación inalámbrica.



**Figura 2.6: Punto de Acceso.**

## 2.8. Seguridad de las Redes Inalámbricas.

La seguridad de una red inalámbrica es muy importante, ya que se debe controlar el acceso y uso de la red por medio de configuraciones en los equipos de administración de la red, para que de esta forma sea controlado el ingreso de los usuarios autorizado, y negado a los no autorizados, ya que en el canal de comunicación se va a transportar información de todo tipo, que son importantes para las personas o para las instituciones, en el caso de redes corporativas.

Desde el nacimiento de las redes inalámbricas, se ha intentado el disponer de protocolos que garanticen las comunicaciones, pero han sufrido de escaso éxito. Por ello es conveniente el seguir puntual y escrupulosamente una serie de pasos que permitan disponer del grado máximo de seguridad que se pueda asegurar:

### a) Conocer su Terminología.

Para poder entender la forma de implementar mejor la seguridad en una red Wireless, es necesario comprender primero ciertos elementos:

- **WEP:** Significa Wired Equivalet Privacy, y fue introducido para intentar asegurar la autenticación, protección de las tramas y confidencialidad en la comunicación entre los dispositivos inalámbricos. Puede ser WEP64 (40 bits reales) WEP128 (104 bits reales) y algunas marcas están introduciendo el WEP256. Es INSEGURO debido a su arquitectura, por lo que el aumentar los tamaños de las claves de encriptación sólo aumenta el tiempo necesario para romperlo.
  
- **OSA vs SKA. OSA:** (Open System Authentication), cualquier interlocutor es válido para establecer una comunicación con el AP. SKA (Shared Key Authentication) es el método mediante el cual ambos dispositivos disponen de la misma clave de encriptación, entonces, el

dispositivo TR pide al AP autenticarse. El AP le envía una trama al TR, que si éste a su vez devuelve correctamente codificada, le permite establecer comunicación.

➤ **ACL:** Significa Access Control List, y es el método mediante el cual sólo se permite unirse a la red a aquellas direcciones MAC que estén dadas de alta en una lista de direcciones permitidas.

➤ **CNAC:** Significa Closed Network Access Control. Impide que los dispositivos que quieran unirse a la red lo hagan si no conocen previamente el SSID de la misma.

➤ **SSID:** Significa Service Set Identifier, y es una cadena de 32 caracteres máximo que identifica a cada red inalámbrica. Los TRs deben conocer el nombre de la red para poder unirse a ella.

➤ **DHCP:** Dynamic Host Configuration Protocol (Protocolo Configuración Dinámica de Anfitrión) es un protocolo de red que permite a los nodos de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente.

### **b) Pasos para asegurar una Red Inalámbrica.**

A continuación se describe los pasos necesarios, para asegurar una red Wireless:

**Paso 1.-** Activar el WEP.

**Paso 2.-** Debe seleccionar una clave de cifrado para el WEP lo suficientemente difícil como para que nadie sea capaz de adivinarla.

**Paso 3.-** Uso del OSA. Esto es debido a que en la autenticación mediante el SKA, se puede comprometer la clave WEP, que expondría a mayores amenazas.



**Paso 4.-** Desactivar el DHCP y activar el ACL. Se debe asignar las direcciones IP manualmente y sólo a las direcciones MAC conocidas.

**Paso 5.-** Cambiar el SSID y modificar su intervalo de difusión.

**Paso 6.-** Hacer uso de VPNs.

**Paso 7.-** Aislar el segmento de red formado por los dispositivos inalámbricos de la red convencional.

Una vez situados ver los pasos que se debe seguir para introducir una seguridad razonablemente alta a red Wireless. Debe tener en cuenta que cuando trabaja con una red convencional cableada dispone de un extra de seguridad, pues para conectarse a la misma normalmente hay que acceder al cable por el que circula la red o a los dispositivos físicos de comunicación de la misma.

### **2.8.1. Políticas de Seguridad.**

Estas políticas se deben aplicar a pesar de las consideraciones tomadas para el diseño de la red y son las siguientes:

- ✓ Utilizar WEP, como mínimo de seguridad, o a su vez un mecanismo de encriptación.
- ✓ Utilizar mecanismos de intercambio de clave dinámica aportado por los diferentes productos comerciales.
- ✓ Inhabilitar DHCP para una red inalámbrica, en su reemplazo debe usarse IP's fijas.
- ✓ Colocar los puntos de acceso en lugares seguros, y desactivarlos durante periodos de inactividad.

- ✓ Cambiar el SSID por defecto de los puntos de acceso. El SSID es la clave de acceso para la comunicación entre el punto de acceso y la estación cliente.
- ✓ Inhabilitar la emisión de broadcast del SSID.
- ✓ Reducir la propagación de las ondas de radio fuera del edificio.

## **2.9. Antenas.**

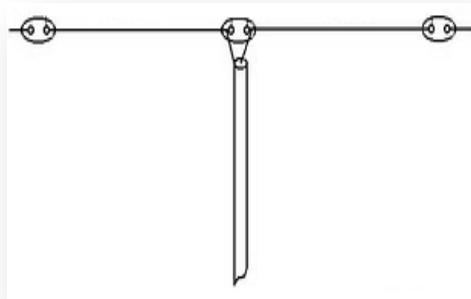
Se define antena como el dispositivo, generalmente metálico, capaz de irradiar y recibir ondas de radio o como la parte del sistema transmisor o receptor específicamente para radiar o recibir ondas electromagnéticas. En otras palabras, la antena es un elemento de transición entre un dispositivo de guía de ondas y el espacio libre, en el caso del sistema transmisor o viceversa en el caso del sistema receptor.

Un principio fundamental de las antenas, llamada reciprocidad, denota que toda antena es un dispositivo recíproco porque las características y el desempeño de transmisión y de recepción son idénticas, como la ganancia, directividad, frecuencia de operación, ancho de banda, resistencia de radiación, eficiencia, entre otras.

### **2.9.1. Tipos de Antenas.**

#### **a) Antena Dipolo.**

Un dipolo es una antena con alimentación central empleada para transmitir o recibir ondas de radiofrecuencia. Estas antenas son las más simples desde el punto de vista teórico, como se puede observar en la Figura 2.7.



**Figura 2.7. Antena Dipolo.**

**b) Antenas omnidireccionales.**

Se les llama también antenas de fuste vertical. Se utilizan principalmente para emitir la señal en todas las direcciones. En realidad la señal que emite en esa forma de óvalo, y sólo emite en plano, como se puede observar en la Figura 2.8.



**Figura 2.8. Antena Omnidireccional.**

Se suelen colocar en espacios abiertos para emisión todas las direcciones. También se usan en espacios cerrados. En caso de colocarlas en el exterior es conveniente colocarle un filtro de saltos de tensión, para evitar problemas con tormentas eléctricas. Son baratas, fáciles de instalar y duraderas. Su ganancia está en torno a los 15 dBi.

### **c) Antenas Panel.**

Al igual que las antenas omnidireccionales, su uso es para conexiones punto a multipunto. Estas sin embargo solo emiten en una dirección Su radio de cobertura está entre los 60 y los 180 grados, como se puede observar en la Figura 2.9.



**Figura 2.9. Antena Panel.**

La ganancia de estas antenas es mejor que las omnidireccionales aproximadamente 22dBi, y permiten orientarlas hacia la dirección que más interesa.

### **d) Antena de Grilla o Semi Parabólicas.**

Las antenas Semi Parabólicas reflectoras de rejilla se han diseñado para operaciones de largo alcance y se pueden configurar para la polarización vertical u horizontal. Estas antenas han sido construidas con material de alta calidad y pueden adquirir alcanzar distancias de hasta varios kilómetros, como se puede observar en la Figura 2.10.

Cuando el enlace inalámbrico se realiza entre edificios debe existir línea de vista entre los puntos y se hace preciso utilizar antenas direccionales y protectores contra rayos. Son muy utilizadas en enlaces inalámbricos de datos a frecuencias de 900 MHz, 2.4 GHz, y 5.8 GHz.



**Figura 2.10. Antena de Grilla.**

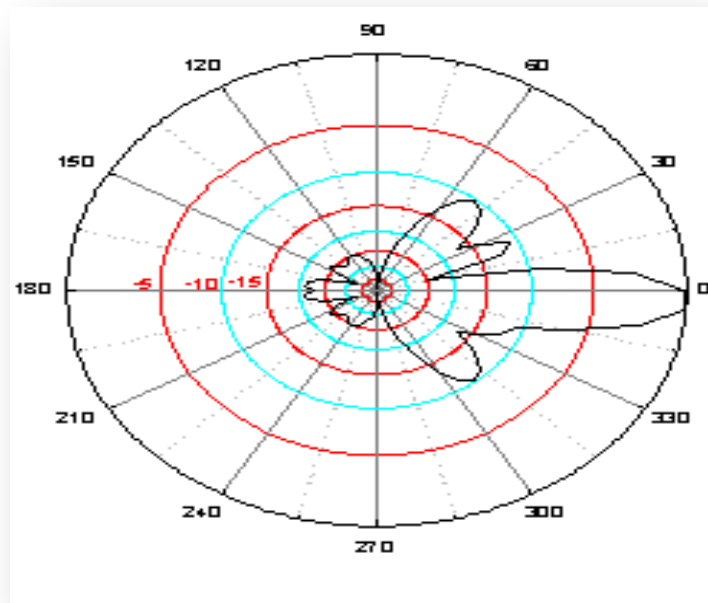
### **2.9.2. Selección de las Antenas.**

La función principal de la antena es enfocar la señal entregada por el equipo de transmisión para aumentar la señal en el receptor y (debido a una característica llamada reciprocidad) del mismo modo amplificar la señal recibida del transmisor.

Existen muchísimos y variados diseños de antenas en el mercado, pero la selección de éstas se hace de acuerdo a tres factores principales:

- ✓ El rango de frecuencias de operación.
- ✓ El patrón de radiación.
- ✓ La polarización.

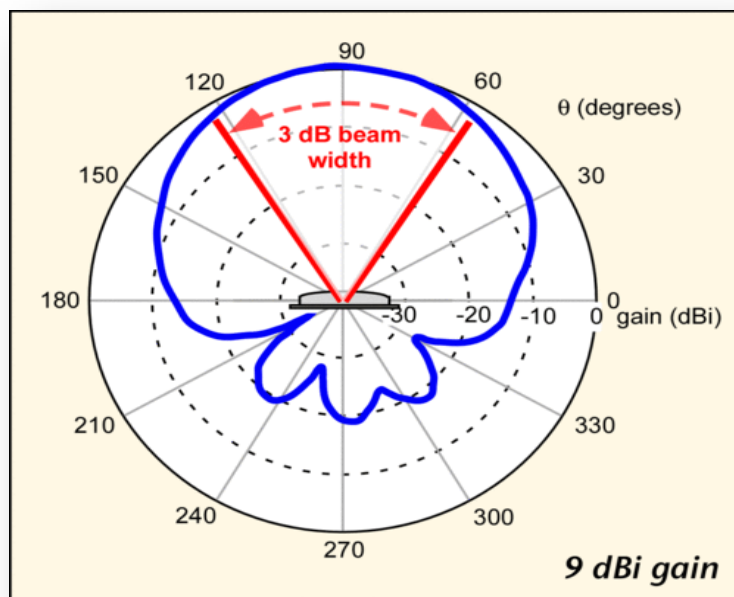
El patrón de radiación de una antena es una gráfica que muestra cómo ésta distribuye la potencia en el espacio. La figura 2.11, muestra una gráfica del patrón de radiación de una antena direccional de 11dBi en el plano vertical. En realidad el patrón de radiación es tridimensional, pero generalmente se puede suponer el resto de la gráfica teniendo solamente los cortes en los planos vertical y horizontal.



**Figura 2.11. Patrón de radiación en el plano vertical.**

Como puede observarse la mayor parte de la potencia se encuentra enfocada en un sector de la gráfica, a éste sector se le conoce como lóbulo principal. También puede observarse en la gráfica una línea que corta en los -3dB, a éstos puntos se los conoce como puntos de media potencia, y la diferencia en grados de estos puntos (si trazamos una línea del punto hasta el centro de la gráfica) se le conoce como apertura de la antena (beamwidth) o ángulo de visión. La mayoría de la energía radiada por la antena se encuentra distribuida en ésta zona y el resto se “pierde” en los lóbulos secundarios ya que en éstos puntos no nos interesa que la antena pueda radiar energía.

En realidad el patrón de radiación es tridimensional, pero generalmente se puede suponer el resto de la gráfica teniendo solamente los cortes en los planos vertical y horizontal. En la figura 2.12, se muestra una gráfica del patrón de radiación de la misma antena en el plano horizontal.



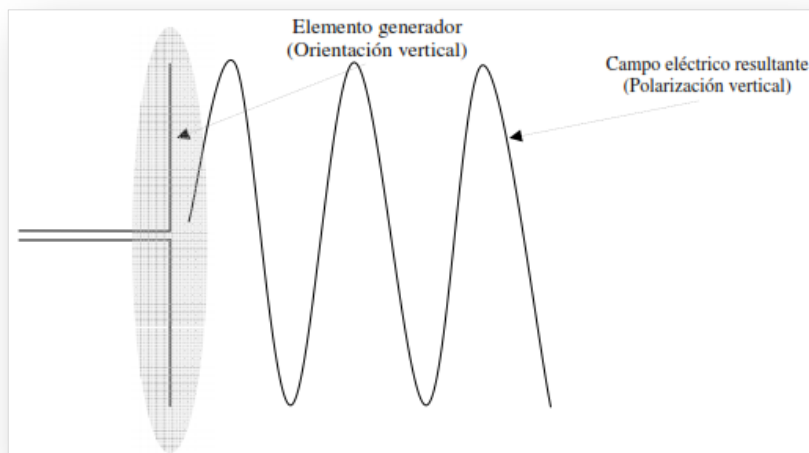
**Figura 2.12. Patrón de radiación en el plano horizontal.**

La polarización se refiere a la forma en la cual viaja la onda electromagnética al dejar la antena. Miremos que pasa si la señal se genera a partir un trozo de alambre. Supongamos que tenemos un electrón en ese trozo y que de cierto modo lo aceleramos para que recorra la distancia en la cual se encuentra cortado el alambre y luego se regrese hasta el origen, y así indefinidamente observaremos pues, que este movimiento genera una onda electromagnética en el espacio que rodea al alambre.

Dos campos son generados, un campo eléctrico (E) y un campo magnético (H). El campo eléctrico existe en el mismo plano (con la misma orientación) que el elemento que la genera y si el alambre se encuentra en posición vertical la polarización del campo E será también vertical.

### 2.9.3. Polarización.

Se define la polarización electromagnética en una determinada dirección, como la figura geométrica que traza el extremo del vector campo eléctrico a una cierta distancia de la antena, al variar el tiempo. La polarización puede ser lineal, circular y elíptica. En la Figura 2.13, como se puede observar la forma, en la cual el campo eléctrico abandona el elemento que lo genera.



**Figura 2.13: Polarización.**

La señal puede abandonar la antena en infinitas polarizaciones, incluso puede abandonar la antena girando en un campo rotatorio en una polarización circular o elíptica.

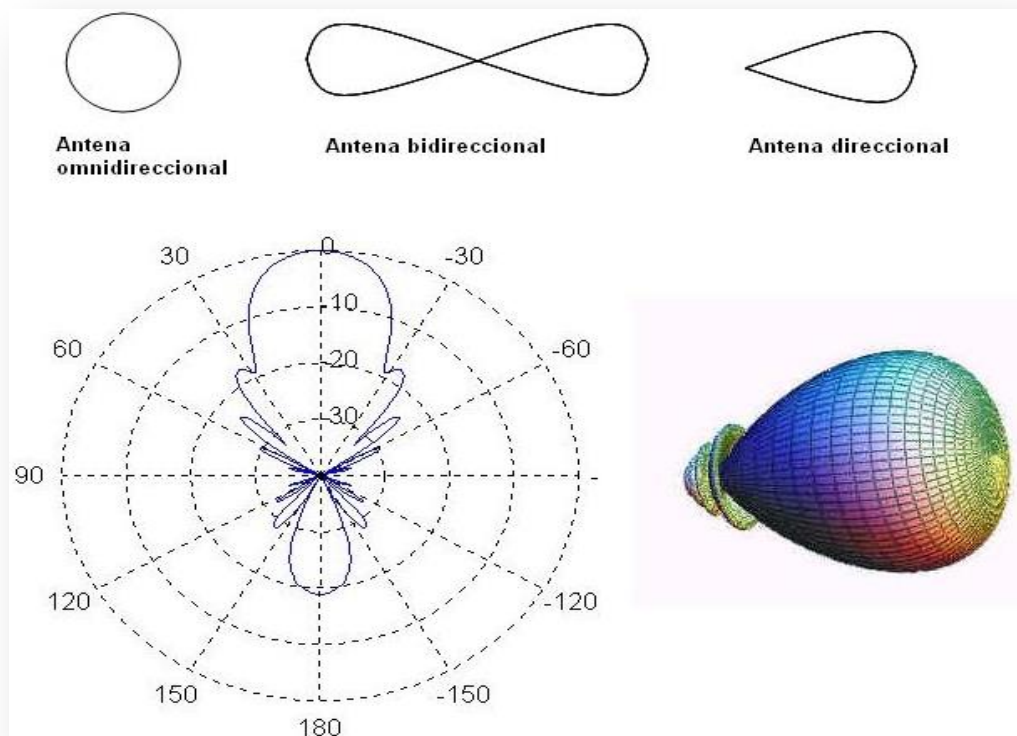
Una antena con polarización horizontal típica tiene 20dB de rechazo a una señal con polarización vertical, lo cual la permite aislar señales con polarización vertical con antenas de polarización horizontal, y por lo tanto, ganar 20dB sobre el ruido generado por polarización vertical. Las antenas con polarización circular derecha tienen 20dB de rechazo sobre las antenas con polarización circular izquierda. Se pueden usar también



antenas con polarización circular derecha para evitar ruido generado por rebotes de la señal en objetos sólidos (multipath) ya que una onda con polarización circular invierte su giro al rebotar en el objeto que la refleja, esto es útil en un enlace punto a punto en sectores donde exista mucho ruido debido a rebotes.

#### 2.9.4. Diagrama de Radiación o patrón de radiación.

El patrón de radiación de una antena (Figura 2.14), es una representación gráfica de la ganancia de la antena en función del ángulo. Precisamente hablando, esto es un modelo de dos dimensiones, una función tanto de la dirección y los ángulos de elevación y azimut. El lóbulo principal de la antena es donde la ganancia máxima se produce.



**Figura 2.14: Diagrama de Radiación.**

**Los parámetros más importantes del diagrama de radiación son:**

- a) Dirección de apuntamiento.-** Es la de máxima radiación, directividad y ganancia.
- b) Lóbulo principal.-** Es el margen angular en torno a la dirección de máxima radiación.
- c) Lóbulos secundarios.-** Son el resto de máximos relativos, de valor inferior al principal.
- d) Ancho de haz.-** Es el margen angular de direcciones en las que el diagrama de radiación de un haz toma un valor de 3dB por debajo del máximo. Es decir, la dirección en la que la potencia radiada se reduce a la mitad.

#### **2.9.5. Ancho de Banda.**

- En primer lugar se identifica el nombre del nodo, o SSID.
- En segundo lugar se identifica el tipo de red, bien sea abierta, cerrada con WEP.
- En último lugar se identifica la velocidad del mismo.

En resumen es el margen de frecuencias en el cual los parámetros de la antena cumplen unas determinadas características. Se puede definir un ancho de banda de impedancia, de polarización, de ganancia o de otros parámetros.

#### **2.10. Calidad de Servicio (QoS) en Redes Inalámbricas.**

La Calidad de Servicio viene relacionada al cumplimiento de los parámetros con que el usuario contrata a un proveedor, quien le entregará su producto, de tal forma de que cumpla con lo solicitado de acuerdo a sus expectativas.

La calidad se la mide por medio de parámetros de la red, tales como:

- a) Retardo y sus variaciones.
- b) Ancho de Banda.
- c) Disponibilidad.
- d) Fiabilidad.
- e) Información de pérdidas.
- f) Seguridad.

Cabe aclarar que la forma de uso de la red es impredecible y aleatorio, ya que no se sabe en qué tiempo específicamente va a realizar una transmisión, y mucho menos que tipos de datos o información, ni el fin que tendrá una vez que llegue a su destino, ya que allí implica el uso de diferentes aplicativos, los cuales consumen recursos de igual forma indeterminados.

Se detalla a continuación algunas en los servicios que provee una red inalámbrica, en los cuales es indispensable considerar la Calidad de Servicio:

- Medio de transmisión, específicamente los que trabajan con protocolos de televisión por internet (IPTV)
- Telefonía IP o Servicios de Voz sobre IP (VoIP)
- Videoconferencias
- Servicios de Emulación de Servicios.
- Aplicaciones de Seguridad Crítica, como Operaciones quirúrgicas remotas.
- Sistemas de monitoreo y soporte de red, en negocios de Misión Crítica, como Bancos.
- Protocolos de sistemas de control industrial, como controles de maquinarias que no pueden parar su funcionamiento.

**CAPITULO III**

**DESCRIPCIÓN DE ARQUITECTURA Y EQUIPOS A UTILIZAR EN EL  
PROYECTO.**

## CAPITULO III

### 3. DESCRIPCIÓN DE ARQUITECTURA Y EQUIPOS A UTILIZAR EN EL PROYECTO.

El proyecto que se implementó pretende distribuir Internet como servicio a un número determinado de usuarios finales, en una zona de carácter académico militar (Figura 3.1), se toman como consideraciones especiales que la geografía de la zona (Base El Maizal) es primordialmente plana, sin edificaciones altas ni accidentes geográficos apreciables que signifiquen en determinados casos una obstrucción a la línea de vista. Los niveles de ruido electromagnético son, en general, bajos; por encontrarse a una distancia alejada de la ciudad donde los proveedores de radio, servicio de telefonía celular y enlaces de datos representan una apreciable fuente de ruido para los equipos de transmisión.



Figura 3.1: Base MAIZAL.

Podemos apreciar que las condiciones descritas en el párrafo anterior, hace que la ubicación de la zona de servicio sea ideal para el tipo de distribución que estamos implementando. A continuación podemos ver en la Figura 3.2, la imagen satelital del lugar de implementación de nuestro proyecto de Tesis



**Figura 3.2: Foto Satelital del lugar de implementación.**

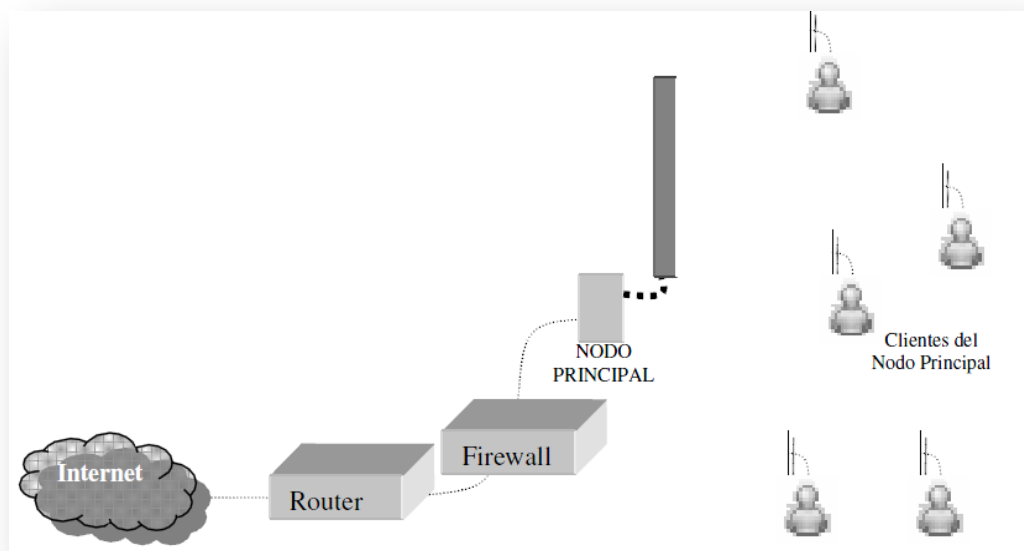
La posición que nos entrega el GPS Garmin 60 para la implementación del proyecto se muestra en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1: Coordenadas de los puntos de enlace vía GPS.**

COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE ENLACE			
Orden	Nombre	Coordenadas	Distancia entre puntos
01	Edificio central (TX).	S 01° 12' 20.5".	600m aprox.
		W 78° 34' 47.0".	
02	Base (RX)	S 01° 12' 28.7".	
		W 78° 34' 49.2".	

### 3.1. Descripción de la Arquitectura.

La arquitectura seleccionada para el proyecto es la arquitectura punto-multipunto, por tratarse del tipo de arquitectura que permite más usuarios compartir un solo servicio dados los requerimientos de ancho de banda que se desean asignar a cada uno de ellos. También es ideal por cumplirse la condición de tener línea de vista con todos los usuarios del servicio con el nodo o nodos de distribución. Esto desde luego va amarrado a los requerimientos económicos que exige un desarrollo de este tipo, esta es la arquitectura que permite interconectar de modo más barato a un nodo con muchos puntos de usuarios. La figura 3.2 muestra un diagrama esquemático de la arquitectura implementada.



**Figura 3.3: Esquema de la arquitectura Implementada.**

Los aspirantes y personal militar (instructores) acceden a los servicios prestados por la red Ethernet, a través de la conexión inalámbrica y dentro de los rangos de cobertura de la red inalámbrica.

Los bloqueos de seguridad implementados son indispensables debido a la posibilidad de recibir ataques de hackers, virus y software malintencionado dentro y fuera de la red de acceso. La administración de las conexiones de los clientes se hace a través del equipo inalámbrico y las opciones de tráfico (acceso a páginas o servicios); todo esto puede modificarse desde cualquier conexión de Internet haciendo uso de los IP públicos que el proveedor de servicio de Internet nos asigne.

### 3.1.1. Área de Cobertura.

El área de cobertura como se explicó anteriormente depende de la topografía y la relaciones señal a ruido entre los clientes y los nodos. El área de cobertura de la zona en mención es considerablemente amplia debido principalmente a que se tiene una topografía plana y las antenas de los nodos se encuentran en una posición que les permite tener línea de vista con la gran mayoría del terreno a cubrir. En la figura 3.4, el área marcada corresponde a la zona de cobertura del nodo.



**Figura 3.4: Ampliaciones a las áreas de cobertura.**



### 3.2. Descripción de los Equipos utilizados en el proyecto.

En el mercado existen innumerables proveedores de hardware por lo que se han considerado las marcas que en los últimos años su presencia ha marcado la diferencia entre otras, como se muestra en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2: Marcas de los proveedores de Hardware.**

CALIDAD FABRICANTE	SERVICIO / RODUCTOS	PRESENCIA	EXPERIENCIA	SOPORTE TÉCNICO
<b>DLINK</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Garantía Extendida: Hasta 2 años</li> <li>▪ Instalación: De acuerdo a los requerimientos del usuario final</li> <li>▪ Configuración: De acuerdo a los requerimientos del usuario final</li> <li>▪ Asesoría Técnica y Capacitación: Con personal especializado en función de los requerimientos del cliente.</li> <li>▪ Soporte: 1 año</li> <li>▪ Mantenimiento: 1 año</li> </ul>	Desde 1986 se desarrolló al mercado global. Tiene más de 90 distribuidores en el mundo.	Uno de los principales líderes mundiales en proveer hardware de red, conectividad y comunicación de datos desde 1986.	Ofrece canales de comunicación: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1800-035-465</li> <li>▪ Soporte en línea</li> <li>▪ Preguntas y Respuestas Frecuentes (FAQ's)</li> <li>▪ Formularios de preguntas a Soporte</li> </ul>
<b>SYMANTEC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Software de Antivirus</li> <li>▪ Hardware de Comunicaciones para redes</li> <li>▪ Equipos de protección de Redes</li> <li>▪ Soporte Técnico por medio de correo electrónico</li> <li>▪ Preguntas y Respuestas Frecuentes (FAQ's)</li> </ul>	Está presente en el mercado desde 1982. Tiene varios distribuidores alrededor del mundo puesto que sus clientes depositan su confianza en los productos que ofertan gracias a su calidad.	Líder a nivel mundial en proveer Hardware y Software de conectividad de redes y comunicaciones. Con una experiencia de 27 años en el mercado.	Provee soporte Técnico a toda hora en su portal web para los productos que se ofertan por los canales de correo electrónico, telefónico.
<b>UBIQUITI</b>	Soluciones para interconexión de redes por Wireless <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soluciones ISP WiMax</li> <li>• Soluciones Wi-Fi indoor / Outdoor</li> </ul>	Desde hace varios años no especifica el portal Web. Dispone de oficinas en el mundo en Europa, Asia y América.	No especifica el Portal Web	Brinda las 24 horas del día a través de canales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• correo electrónico</li> <li>• Skype</li> <li>• Vía Telefónica</li> <li>• Chat</li> </ul>

<b>MIKROTIK</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soluciones inalámbricas en Hardware y software.</li> <li>• Routers inalámbricos</li> <li>• Software con características de Firewall, routers, administrador de ancho de banda, VPN, Access Point, etc. lo que hace de sus productos una herramienta de mucha ayuda y económica al momento de implementar seguridad en las redes.</li> </ul>	Está en el mercado desde 1997, presente en el mercado en Europa y América	12 años de experiencia en proporcionar soluciones inalámbricas.	Por medio de canales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correo</li> <li>• Vía telefónica</li> <li>• Chat</li> </ul>
-----------------	--	---	---	---

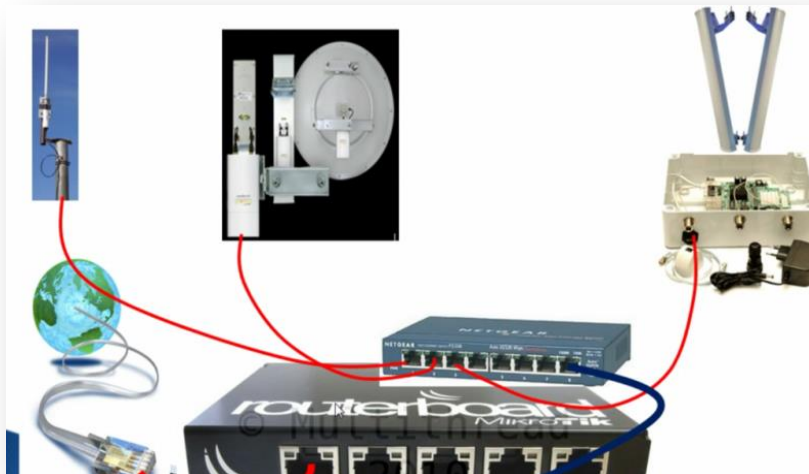
Los equipos utilizados en la implementación de la distribución pertenecen al grupo de fabricantes de equipos Mikrotik.

### 3.2.1. Tecnología Mikrotik.

Mikrotik Ltd., es conocida internacionalmente como mikrotik, es una compañía letona vendedora de equipo informático y de redes. Vende principalmente productos de comunicación inalámbrica como Routerboards o Routers, también conocidos por el software que lo controla llamado RouterOS.

### 3.2.2. Software Routers Mikrotik.

El principal producto de mikrotik es el sistema operativo conocido como MikrotikRouterOS (Figura 3.5), basado en Linux. Permite a los usuarios convertir un ordenador personal PC en un Router, lo que permite funciones como firewall, VPN Server y Cliente, Gestor de ancho de banda, QoS, punto de acceso inalámbrico y otras características comúnmente utilizado para el enrutamiento y la conexión de redes, comparte el tráfico disponible entre usuarios por igual, o dependiendo de la carga del canal.



**Figura 3.5: RouterOS Mikrotik.**

RouterOS es un sistema versátil, con un soporte muy bueno por parte de Mikrotik, tanto a través de un foro como de su wiki, proporcionando una amplia variedad de ejemplos de configuración.

La venta de RouterOS, combinado con su línea de productos hardware conocida como Mikrotik RouterBOARD, está enfocada a los pequeños y medianos proveedores de acceso a Internet, que normalmente proporcionan acceso de banda ancha en áreas remotas.

### **3.2.3. Características de RouterOS Mikrotik:**

- Es un dispositivo compacto.
- Apto para usarlo en exteriores.
- Utiliza un chip ampliamente extendido en dispositivos Wi-Fi.
- Tiene un precio competitivo.
- Tiene una antena integrada de 10db.
- Potencia de Transmisión de 400 mw.
- Dispone de un conector SMA para la conexión de una antena más potente, suministrando corriente a través del cable de red.

- Puede hacer uso de los servicios de Router, Cortafuegos, Servidor DHCP.
- Posee enmascaramiento de DNS, Desvío de Puertos, Log, etc.

### 3.2.4. Licencia de Routers.

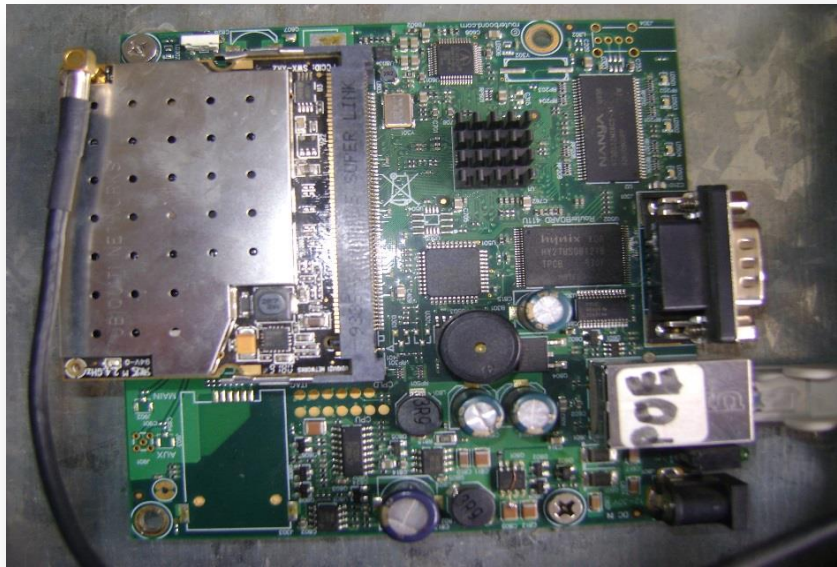
El sistema operativo tiene licencia en la escalada de niveles, como se muestra en la Tabla 3.3. Aunque RouterOS se puede probar gratis, el software viene con algunas limitaciones. Puede adquirir un nivel 3, 4, 5 y 6. El nivel 1 es la licencia de demostración.

**Tabla 3.3: Diferencias de Licencias de RouterOS.**

Numero de nivel	1	3 (WISP)	4 (WISP)	5 (WISP)	6 (Controlador)
Precio	registrarse	volumen sólo	\$ 45	\$ 95	\$ 250
Para actualizable	sin mejoras	ROS v6.x	ROS v6.x	ROS v7.x	ROS v7.x
Inicial de configuración de Apoyo	–	–	15 días	30 días	30 días
Punto de acceso inalámbrico	–	–	Sí	sí	sí
Cliente inalámbrico y el puente	–	sí	Sí	sí	sí
RIP, OSPF, BGP	–	sí (*)	Sí	sí	sí
PPoE túneles	1	200	200	500	limitado
Túneles PPTP	1	200	200	500	limitado
Interfaces VLAN	1	limitado	limitado	limitado	limitado
HotSpot usuarios activos	1	1	200	500	limitado
RADIOS cliente	–	sí	Sí	sí	sí
Colas	1	limitado	limitado	limitado	limitado
Web proxy	–	sí	Sí	sí	sí
Interfaces síncronos	–	–	Sí	sí	sí
Sesiones de usuario administrador de activos	1	10	20	50	Unlimited

### 3.2.5. Hardware RouterBOARD.

Como se puede apreciar en la Figura 3.6, es la división de hardware de la marca Mikrotik caracterizado por su Sistema Operativo RouterOS por ser muy potente y fácil de configurar. Estos dispositivos tienen la ventaja de tener una relación beneficio/costo muy alto.



**Figura 3.6: Router Mikrotik.**

Los modelos generalmente empiezan con la letra RBXXX indicando la plataforma que usa. Se dividen en Routers de media/baja gama, Routers de alta gama, Interfaces y adaptadores. La venta de RouterOS, combinado con su línea de productos hardware conocida como Mikrotik RouterBOARD. Está enfocada a los pequeños y medianos proveedores de acceso a Internet, que normalmente proporcionan acceso de banda ancha inalámbrica en áreas remotas.

A continuación como se muestra en la Tabla 3.4, cuatro modelos de RouterOS con sus respectivas características:

**Tabla 3.4: Características de RouterBOARD.**

Modelo	Crossroads	RB450	RB411/A/AH	RB493/AH
<b>CPU</b>	MIPS32 4KEC basado 184 MHZ	Atheros AR7130 300MHZ	AtherosAR7130/AR7 130/AR7161	Atheros AR7130/AR7161
<b>RAM</b>	32MB	32MB	32/64/64MB	64MB/128MB
<b>Puertos Ethernet</b>	1 x 10/100	5 x 10/100	1 x 10/100	9 x 10/100
<b>Expansión</b>	Onboard 802.11b/g Wireless card	Ninguna	1 miniPCI	3 miniPCI
<b>Almacenamiento</b>	64MB	64MB	64MB	64MB
<b>PoE</b>	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Software</b>	RouterOS Level4	RouterOS Level4	RouterOS Level4	RouterOS L4/L5

Con los equipos Mikrotik es posible obtener un gran ancho de banda, el equipamiento ofrece diversas características incluyendo firewalls, NAT, VPN, gestión de ancho de banda, QoS además de soportar ruteo estático y una variedad de protocolos dinámicos como RIP v1 y v2, OSPF v2, BGP v4.en Ipv4 y RIPng, OSPFv3, BGP en Ipv6

### **3.2.6. Access Point.**

Es el equipo de comunicación inalámbrico para conectar la red de la ESFORSE con las redes de la Base. En la Tabla 3.5, se muestra tres modelos de Access Point con sus respectivas características.

**Tabla 3.5: Costos de Access Point 2.4Ghz.**

MODELO	MARCA	COSTO UNITARIO (USD \$)
RB411	Mikrotik	400
DWL-2700AP	D-Link	1,035
Readylink Wireless A.P 2.4/5ghz 802.11a+b+g-lsp	Readlink	1,16

Se recomienda el uso del AP Mikrotik RB411 ya que su sistema operativo le convierte en un Router altamente sofisticado, es un firewall que brinda protección contra ataques externos a la red y es un manejador de ancho de banda.

### **3.2.7. Antena.**

Una antena es un transductor capaz de radiar y capturar ondas electromagnéticas y transformar estas en energía eléctrica. Conectan las líneas de transmisión de un transmisor con el espacio libre, el espacio libre a líneas de transmisión de un equipo receptor. En la Tabla 3.6, se muestran algunos modelos y costos de las antenas.

**Tabla 3.6: Costos de Antenas de 12, 14 y 15dbi.**

MODELO ANTENA	MARCA	COSTO UNITARIO (USD \$)
12dbi Omnidireccional 2.4 GHz	Netkrom	135
12dbi Omnidireccional 2.4 GHz	Trednet	131
15dbi Omnidireccional 2.4 GHz	Hyperlink	200
15dbi Direccional 2.4 GHz	Panel	100
Antena Sectorial Til-tek 2.4 GHz 14dbi 120° Internet	Til-Tek	220

Para el diseño propuesto y considerando que la distancia física que deseamos cubrir es de aproximadamente de 1 km se necesita una antenas de 12 dbi.

En las oficinas de la Base El Maizal se colocará una antena Hyperlink de 12dbi 2.4 GHz Omnidireccional (Figura 3.7), a diferencia de las otras propuestas en este documento esta antena tiene la capacidad de retransmitir la señal de Internet a varios metros de distancia ideal para conectar oficinas y agencias a través de VPN's.



**Figura 3.7: Antena Hyperlink Omnidireccional.**

### **3.3. Características Sobresalientes.**

- **Firewall.-** El Firewall implementa el filtro de paquetes, a su vez provee funciones de seguridad robusta, utilizadas para manejar el flujo de datos hacía, desde y a través del enrutador. En conjunto con NAT “Network Address Translation” sirve para prevenir acceso no autorizado a redes directamente adjuntas y en el mismo enrutador como un filtro para el tráfico saliente.
- **QoS.-** El control de ancho de banda es un conjunto de mecanismos para controlar la repartición de tasa de datos, variabilidad de retraso, tiempo de entrega y confiabilidad de entrega. La calidad de servicio (QoS) significa que el enrutador puede priorizar y modelar el tráfico de



la red. Algunas características del mecanismo de control de tráfico están listadas a continuación:

- ✓ Límite de tasa de datos para ciertas direcciones IP, subredes, protocolos, puertos.
- ✓ Límite del tráfico punto a punto "Peer to Peer".
- ✓ Prioriza algunos flujos de paquetes sobre otros especificados.
- ✓ Utiliza la ráfaga de cola "queuing" para una búsqueda por Web más rápida.
- ✓ Comparte el tráfico disponible entre usuarios por igual, o dependiendo de la carga del canal.

## **CAPITULO IV**

### **CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS DE ENRUTAMIENTO.**

## **CAPÍTULO IV**

### **4. CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS DE ENRUTAMIENTO.**

Para realizar la configuración de los equipos Mikrotik, se debe utilizar regularmente el programa Winbox, el cual es una herramienta gráfica, gratuita, desarrollada por Mikrotik.

Igualmente se puede llevar a cabo esta tarea mediante línea de comandos, iniciando una sesión telnet o ssh con el equipo Mikrotik.

El direccionamiento de los clientes de ambas subredes así como de los dispositivos que permiten el enlace inalámbrico puede ser estático o dinámico.

#### **4.1. Instalación del Router Mikrotik.**

El Router Mikrotik puede ser instalado de varias formas:

- Floppy disks
- CD creado desde una imagen ISO, contiene todos los paquetes.
- Vía red usando netinstall, la pc donde se instalara debe botear con un floppy, o usando Protocolos PXE o EtherBoot desde algunas ROMS de ciertas tarjetas de red.
- Con imagen de Disco
- Con Memoria Flash/IDE

##### **4.1.1. Requerimientos para la Instalación del Router Mikrotik.**

Para este proyecto, se utiliza la versión 2.9.27 Nivel 6 del software Mikrotik RouterOs.

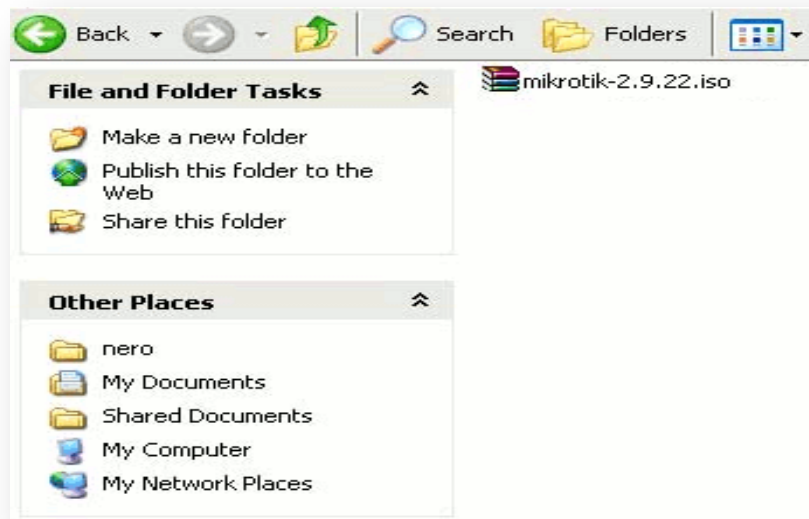
A continuación, se muestra los requerimientos que se necesita para realizar la instalación del Router Mikrotik.

- a) Para instalar el sistema llamado RouterOS en una PC necesitaremos un CD en blanco y un quemador.
- b) Un sistema para quemar imágenes (ISO). La imagen puede bajarlo de este link <http://www.mikrotik.com/download>, como se muestra en la Figura 4.1.



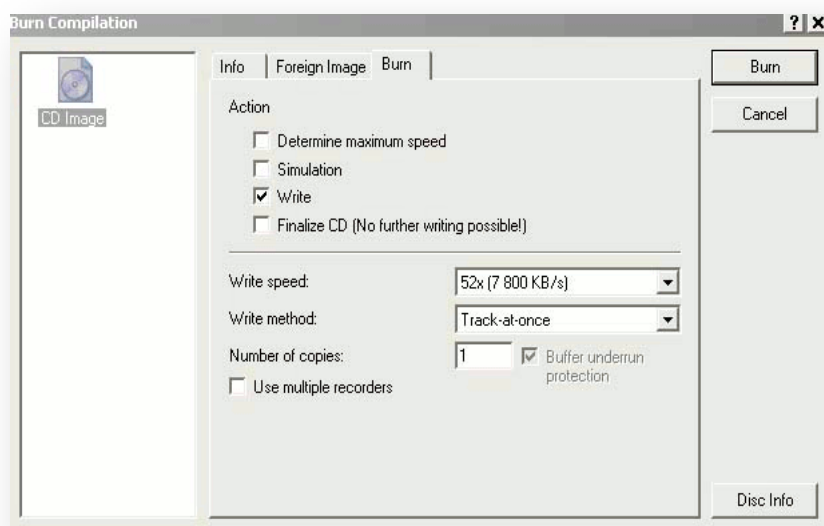
**Figura 4.1: Página web de descarga.**

- c) Una vez descargado el ISO, como se puede ver en la Figura 4.2, el siguiente paso es o se procede a quemar en un CD.



**Figura 4.2: Archivo de descarga.**

Uno de los programas recomendados es el Nero (Figura 4.3), ya que realiza una revisión de los archivos luego de grabarlos al cd.



**Figura 4.3: Interface de grabación Nero.**

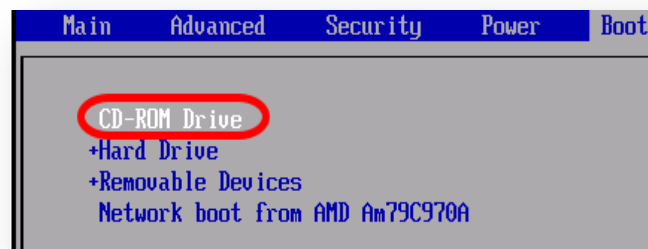
d) Finalmente ya se tiene el CD booteable y con eso está listo, para poder instalar el MIKROTIK en una PC.

#### 4.1.2. Instalación del Router Mikrotik.

Una vez que hayan quemado el Mikrotik en un CD iniciaremos con los siguientes pasos:

- a) Introducimos el CD en una PC.

Pre configuración del Mikrotik, Bootear la PC para que haga boot desde el CD-ROM, como se puede ver en la Figura 4.4.



**Figura 4.4: Configuración del BIOS.**

- b) Después que haya booteado seleccionaremos los paquetes que queremos instalar, se puede ver los que están marcados con una X son los escogidos. Para esto se puede hacer uso de las teclas direccionales y con la barra espaciadora se debe seleccionar los paquetes que están seleccionados en la imagen.
- c) Una vez seleccionado se procede a instalar el Mikrotik, para lo cual se debe presionar la tecla "i", como se puede observar en la Figura 4.5, en ese proceso aparece las siguientes preguntas, que se muestran a continuación:

```

Welcome to MikroTik Router Software installation

Move around menu using 'p' and 'n' or arrow keys, select with 'spacebar'.
Select all with 'a', minimum with 'm'. Press 'i' to install locally or 'q' to
cancel and reboot.

[X] system          [ ] ipv6           [ ] routerboard
[X] ppp             [ ] isdn          [X] routing
[X] dhcp            [ ] kvm           [X] security
[X] advanced-tools [ ] lcd           [ ] synchronous
[ ] arlan           [ ] mpls          [ ] ups
[ ] calea           [ ] multicast     [ ] user-manager
[ ] gps             [ ] ntp           [X] wireless
[X] hotspot         [ ] radiolan     [ ] wireless-nv2

system (depends on nothing):
Main package with basic services and drivers

```

**Figura 4.5: Instalación de Mikrotik.**

Do you want to keep old configuration? [Y/N]:

¿Desea mantener la configuración anterior?

Presionar la tecla 'n'

**Warning: all data in the disk will be erased!**

**Continúe?** [Y/N]:

¡Advertencia: todos los datos en el disco serán eliminados! ¿Continuar?

d) Presionamos la tecla "Y", para que empiece a particionar y formatear el disco o unidad de almacenamiento, como se puede observar en la Figura 4.6, este proceso puede demorar dependiendo de la capacidad del disco que se haya elegido para hacer la instalación.

Una vez que termine el proceso los paquetes seleccionados se instalarán automáticamente y al finalizar tendremos el mensaje:

```
Creating partition.....
Formatting disk....

installed system-3.20
installed xen-3.20
installed wireless-3.20
installed user-manager-3.20
installed routing-test-3.20
installed ntp-3.20
installed mpls-test-3.20
installed hotspot-3.20
installed dhcp-3.20
installed ppp-3.20

Software installed.
Press ENTER to reboot
```

**Figura 4.6: Creación de la partición para el sistema.**

- e) Retiramos el CD de instalación de la PC y presionamos la tecla 'enter' para que el PC reinicie y el sistema cargue directamente del disco duro. Al encender la PC aparecerá este mensaje:

**It is recommended to check your disk drive for errors, but it may take a while (~1min for 1Gb).It can be done later with "/system check-disk". Do you want to do it now? [y/N]**

Es recomendable comprobar que su unidad de disco esté libre de errores, pero puede tomar algún tiempo (~1min para 1Gb). Puede hacerse más tarde con "/sistem check-disk". ¿Quiere hacerlo ahora?

- f) Presionamos "N" y aparece la pregunta sobre el password (Figura 4.7), se deja en blanco ya que por defecto el mikrotik no tiene password.



```
MikroTik 3.20
MikroTik Login: admin
Password: _
```

**Figura 4.7: Login del Mikrotik.**

g) Una vez que hemos entrado observaremos una notificación, como se muestra en la Figura 4.8.

```
MMM      MMM      KKK      TTTTTTTTTT      KKK
MMMM     MMMM     KKK      TTTTTTTTTT      KKK
MMM MMMM  MMM  III  KKK  KKK  RRRRRR  000000  TTT  III  KKK  KKK
MMM  MM  MMM  III  KKKKK  RRR  RRR  000 000  TTT  III  KKKKK
MMM  MMM  MMM  III  KKK  KKK  RRRRRR  000 000  TTT  III  KKK  KKK
MMM      MMM  III  KKK  KKK  RRR  RRR  000000  TTT  III  KKK  KKK

MikroTik RouterOS 3.20 (c) 1999-2009      http://www.mikrotik.com/

-----
ROUTER HAS NO SOFTWARE KEY
-----
You have 23h49m to configure the router to be remotely accessible,
and to enter the key by pasting it in a Telnet window or in Winbox.
See www.mikrotik.com/key for more details.

Current installation "software ID": FGX-E1N
Please press "Enter" to continue!

[admin@MikroTik] > _
```

**Figura 4.8: Interface Mikrotik.**

Finalmente ya se tiene instalado con éxito el servidor de Mikrotik

## 4.2. Conectándose al Mikrotik vía winbox.

### 4.2.1. WINBOX.

Es un programa de mikrotik para configurar antenas que tengan RouterOS instalado. No es software libre, pero es una de las herramientas más completas para este sistema operativo, hay algunas cosas que se pueden hacer desde este programa que no se puede hacer por telnet o ssh (como por ejemplo la configuración rápida, o el wizard para crear nuevos servidores de dhcp).

Para que funcione la conexión por mac a la antena, la interfaz desde la que nos conectemos tiene que estar levantada, con dirección IP y con gateway definido. Por ejemplo, como root:

```
ifconfig eth0 192.168.88.22
router add default gw 192.168.88.1
```

No es necesario que la dirección IP esté en la misma red que la antena, por lo que sirve para conectarse a antenas que no sepa qué configuración tienen.

Además de poder conectar por MAC, al tener bien configurada la interfaz de tu ordenador, el botón '...' del winbox sacará una lista de las antenas a las que esta conectados en ese momento.

#### 4.2.2. Iniciando Winbox.

- ✓ Winbox puede ser descargado por dos vías, una indirectamente es por medio de la web de mikrotik, como se puede observar en la Figura 4.9.

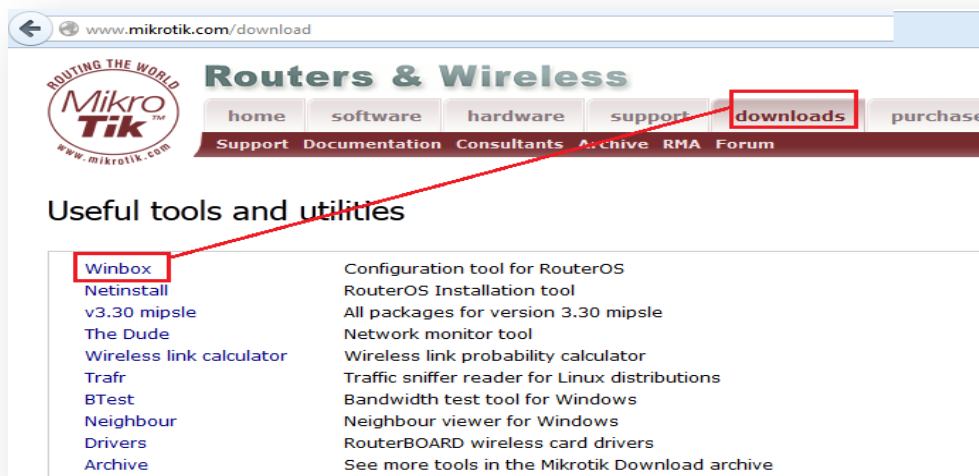


Figura 4.9: Descarga del Winbox.

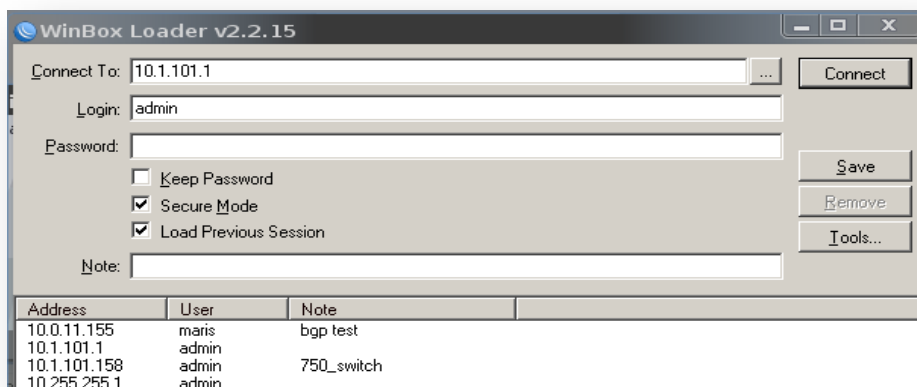
✓ **La otra opción es directamente del Router Mikrotik**

Abra su navegador de internet, puede ser chrome, firefox, internet explore y escriba la dirección IP del router del mikrotik. Se mostrará la página de bienvenida RouterOS (Figura 4.10), luego dar clic en el enlace para descargar



**Figura 4.10: Mikrotik en el navegador.**

Una vez que winbox haya sido descargado, dar doble clic en él mismo y desplegara otras opciones (Figura 4.11), en la ventana de Winbox.



**Figura 4.11: Interface Winbox.**

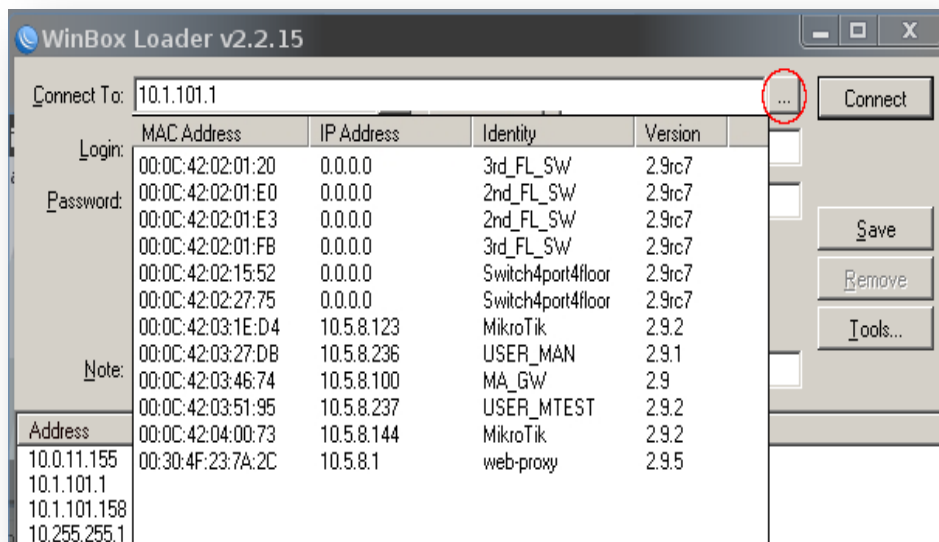
Para conectarse al Mikrotik se tienen dos opciones:

- Por la dirección IP del Mikrotik.
- También se puede conectar por la MAC del mismo.

Se debe especificar nombre de usuario y contraseña (si lo hay, en caso que es un equipo nuevo no tiene password por lo que tenemos que dejarlo en blanco) y hacer clic en el botón Conectar.

Nota: Se recomienda que utilizar la dirección IP como se muestra en la Figura 4.12, siempre que sea posible debido a que cuando se hace una sesión por MAC la ventana se cierre inesperadamente

También puede utilizar el descubrimiento de otros mikrotik en la red, hacer clic en botón [...]:



**Figura 4.12: Escáner de Dispositivos.**

Al hacer clic en [...] aparecerá la lista de Mikrotik descubiertos, para conectarse alguno de ellos simplemente hacer clic en la dirección IP (al

hacer clic en la IP asegúrese de que este dentro del rango en el caso que no hacer clic en la MAC).

**Nota:** También aparecerán los dispositivos que no son compatibles con Winbox, como router Cisco o cualquier otro dispositivo que utiliza CDP (Cisco Discovery Protocol)

#### **4.2.3. Descripción de los Botones y campos del Winbox.**

**[...].-** Descubre y muestra los dispositivos que están en la red (Mikrotik Neighbor Discovery Protocol) or CDP (Cisco Discovery Protocol).

**Connect.** - Conecta al router Mikrotik.

**Save.**- Guarda la dirección, el login, password y notas.

**Remove.**- Remueve las direcciones que se han guardado.

**Tools.**- Permite varias herramientas.

**Connect To.**- Sirve para conectar el Mikrotik que tú desees, se coloca la MAC o la IP del router

**Login.**- usuario (por defecto es "admin")

**Password.**- el password que tiene el usuario (por defecto este vacío)

**Keep Password.**- si hacen check el password se grabara automaticamente

**Secure Mode.**- si hacen check la comunicacion será encriptada (por defecto esta con check)

**Load Previous Session.**- si esta con check guardará la última sesión abierta (por defecto esta con check)

**Note.**- Una descripción de la sesión que has guardado.

### 4.3. WINBOX POR DENTRO.

#### 4.3.1. Opciones Generales.

En este paso se indica las opciones que tiene el Mikrotik (Figura 4.13), y a su vez poder familiarizarse con el sistema.

La interfaz Winbox, ha sido diseñada para ser intuitivo para la mayoría de los usuarios. Esta interface consta de:

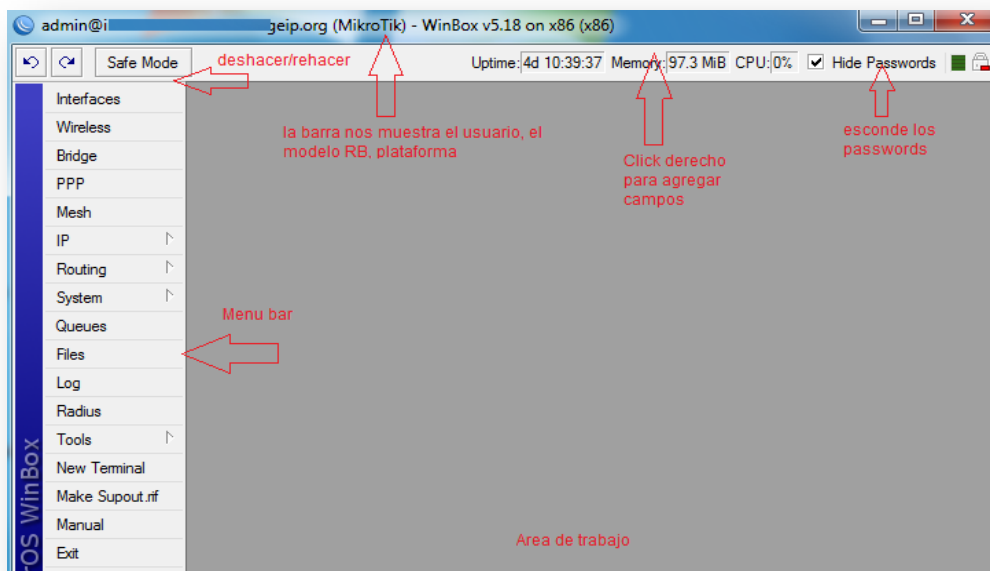


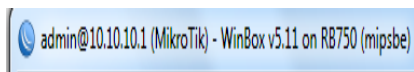
Figura 4.13: Plataforma Winbox.

#### a) Botón Deshacer y Rehacer:



Esta opción es parecida a la que utilizamos en, si llegáramos a borrar o modificar una regla accidentalmente podemos utilizar el botón "deshacer" para revertir el cambio realizado, tiene una buena memoria así que podemos revertir los cambios de toda nuestra sesión en WinBox, del mismo modo con el botón rehacer, salvo que este último hace todo lo contrario.

#### b) Barra de título:

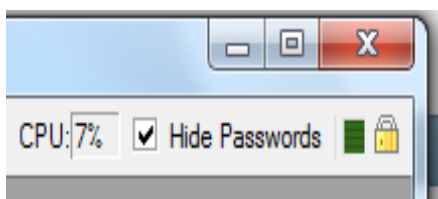


Muestra información para identificar con la que se abre período de sesiones Winbox

router. La información se muestra en el siguiente formato:

De la imagen anterior podemos ver que el usuario es **admin** el router tiene la dirección IP **10.10.10.1**. ID del router es **Mikrotik**, versión RouterOS instalada actualmente es **v5.11**, RouterBoard es **RB750** y la plataforma es **mipsbe**.

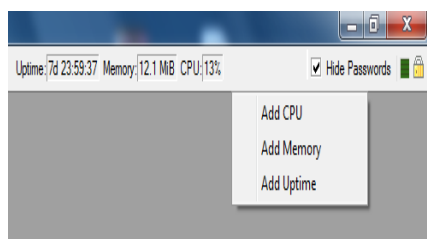
### c) Hide Passwords:



Cuando esta opción está marcada (es decir con un check), ocultará todos los passwords de nuestro sistema con asteriscos (\*\*\*\*\*), si queremos

visualizar el password necesitamos quitarle el check.

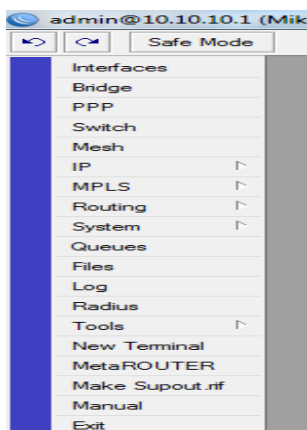
### d) Barra de herramientas principal:



Situado en la parte superior, donde los usuarios pueden añadir varios campos de información, como el porcentaje de uso de la CPU, la cantidad libre de la memoria RAM, el tiempo que ha estado prendido el

Mikrotik, etc.

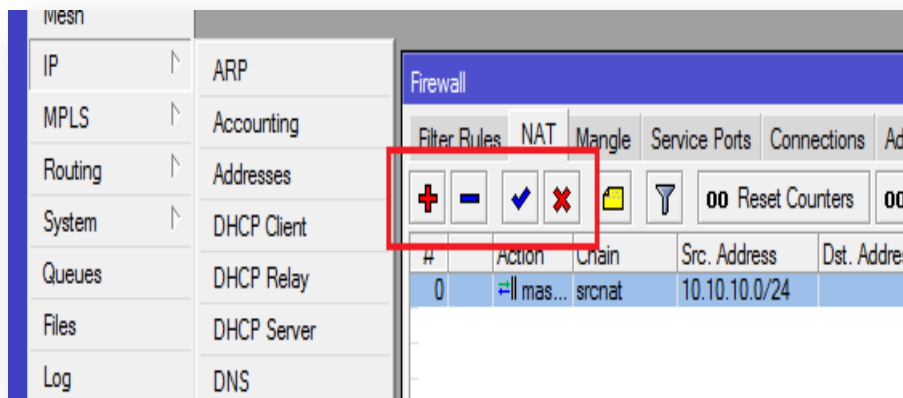
### e) Barra de menú de la izquierda.



La lista de todos los menús y submenús. Esta lista cambia dependiendo de qué paquetes están instalados. Esta barra va a ser de utilidad debido a que dentro de estos submenús encontramos opciones que serán conocidos por nosotros, tales como INTERFACES, BRIDGE, QUEUES, FIREWALL etc.






### 4.3.2. Área de trabajo y ventanas en el Winbox.

Cada ventana secundaria (Figura 4.14), tiene su propia barra de herramientas. La mayoría de las ventanas tienen el mismo conjunto de botones de la barra de herramientas.




**Figura 4.14: Ventanas secundarias de Winbox.**

A continuación la descripción de las ventanas secundarias de Winbox

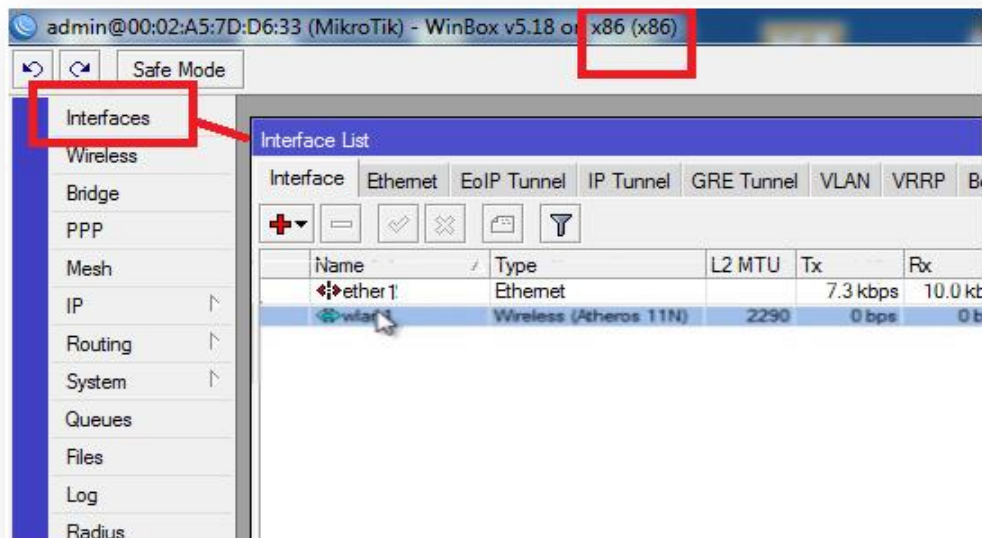
-  Añadir - añadir nuevo elemento a la lista
-  Eliminar - eliminar elemento seleccionado de la lista
-  Activar - habilitar objeto seleccionado (el mismo que permite desde la consola de comandos)
-  Desactivar - desactivar la opción seleccionada (lo mismo que desactivar comandos de consola)
-  Comentarios - añade o edite comentario



 Ordenar - Permite ordenar los elementos en función de distintos parámetros.

#### 4.4. Preparando y Configurando las Ethernet en Routerboard Rb411ar y x86.

Una vez instalado el Mikrotik en una PC (x86) o teniendo un Router Board Mikrotik, se procede a configurar para poder tener Internet. Para el caso de una PC, despliega la ventana principal de Mikrotik, como se muestra en la figura 4.15.

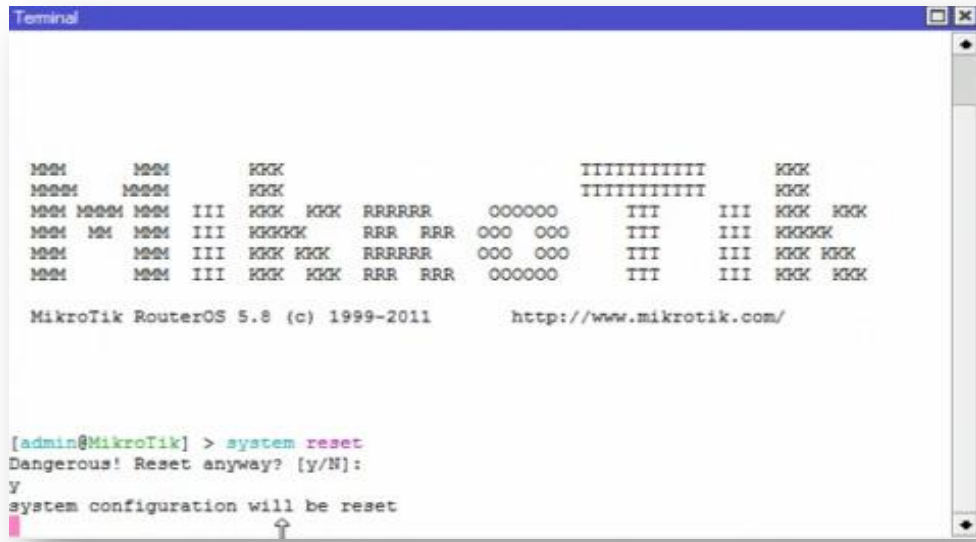


**Figura 4.15: Interfaces Mikrotik.**

Mikrotik puede observar las tarjetas de red que tiene el equipo, en este caso hay 2 tarjetas de red. Una es de la placa misma y la otra es wireless. Si hubiera el caso en el que no reconoce una tarjeta de red, podría ser que fuera una tarjeta cuyo driver no lo tenga.

##### 4.4.1. Pasos para realizar la configuración del ethernet en el Routerboard rb411ar manualmente.

a) **Primero se debe resetear al RB.-** Como se muestra en la Figura 4.16, para poder hacer las configuraciones manualmente.



```
Terminal
MMMM  MMM  KKK
MMMM  MMM  KKK
MMMM  MMM  III  KKK  KKK  RRRRRR  OOOOOO  TTT  III  KKK  KKK
MMMM  MM  MMM  III  KKKKK  RRR  RRR  OOO  OOO  TTT  III  KKKKK
MMMM  MMM  III  KKK  KKK  RRRRRR  OOO  OOO  TTT  III  KKK  KKK
MMMM  MMM  III  KKK  KKK  RRR  RRR  OOOOOO  TTT  III  KKK  KKK

MikroTik RouterOS 5.8 (c) 1999-2011      http://www.mikrotik.com/

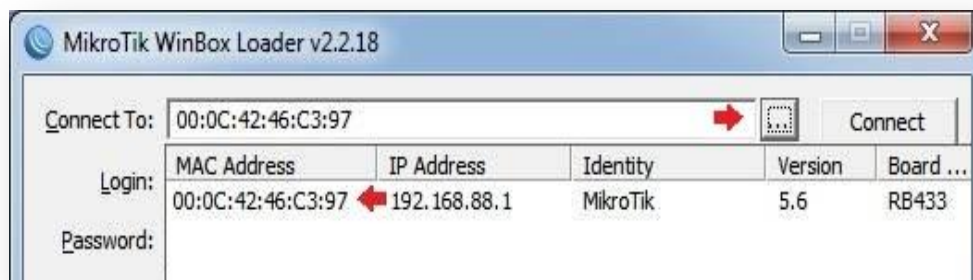
[admin@MikroTik] > system reset
Dangerous! Reset anyway? [y/N]:
y
system configuration will be reset
```

**Figura 4.16: Reset Mikrotik.**

b) **Acceder por la MAC.-** Por defecto el Mikrotik viene con la red 192.168.88.1, como se puede observar en la Figura 4.17. Para poder acceder al RB se debe poner el cable de red en los puertos LAN, se recomienda acceder por la MAC para la primera vez. Se puede tomar esta opción para no configurar su tarjeta de red, con la IP 192.168.88.X donde:

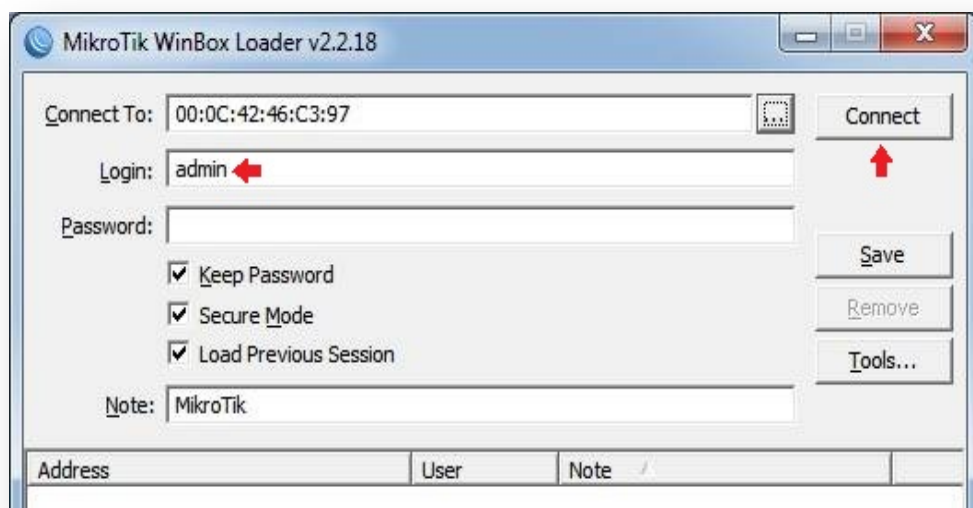
**X:** Toma valores entre 2 - 254.

**Nota:** No poner en el puerto 1 ya que por defecto viene bloqueado.



**Figura 4.17: Selección de direcciones.**

**Energizar.-** Entonces seleccionado la MAC de nuestro RB411A (Figura 4.18), damos clic en la opción conectar.

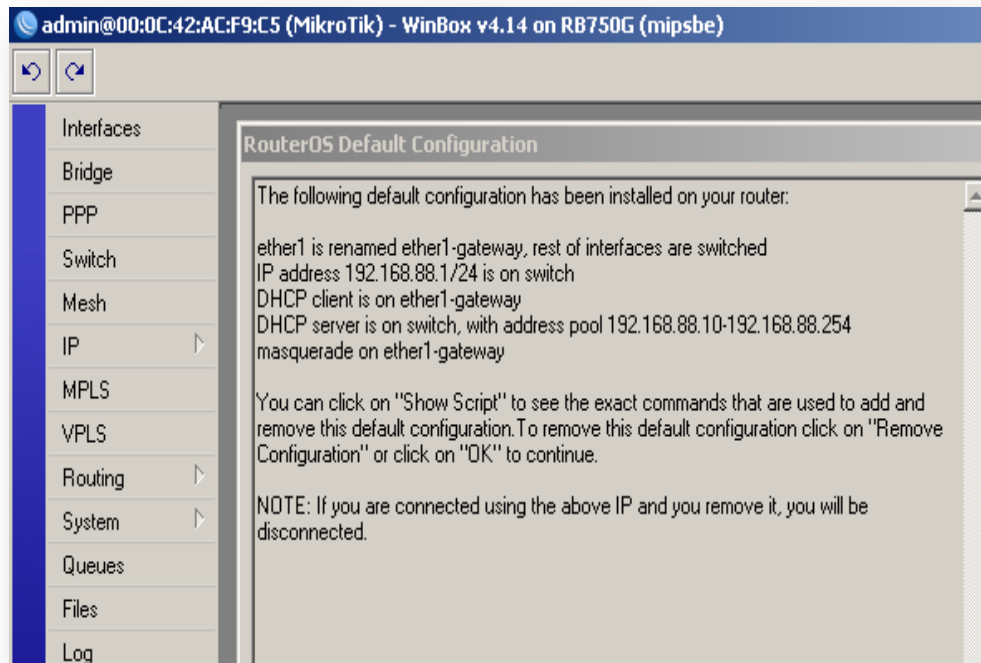


**Figura 4.18: Selección MAC.**

c) Finalmente aparecerá una ventana en la cual indica que el equipo esta con la configuración por defecto, como se muestra en la Figura 4.19.

El puerto "ether1" es renombrado con "ether1-gateway (WAN)" y la otra interface esta como

"switch", por lo que el puerto wireless es "esclavo" del puerto 1 "ether1-local-master (LAN)".



**Figura 4.19: Configuración por Defecto.**

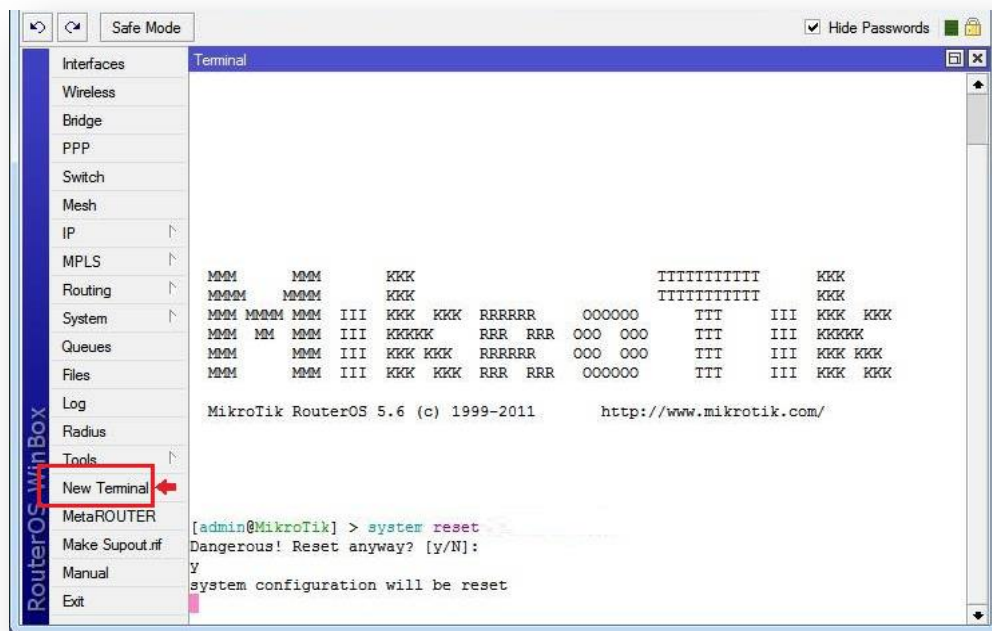
#### **4.4.2. Quitar la Configuración por Defecto.**

Pasos para poder quitar la configuración por defecto:

- a) Abrir la consola del Winbox.
- b) Escribir las siguientes palabras:

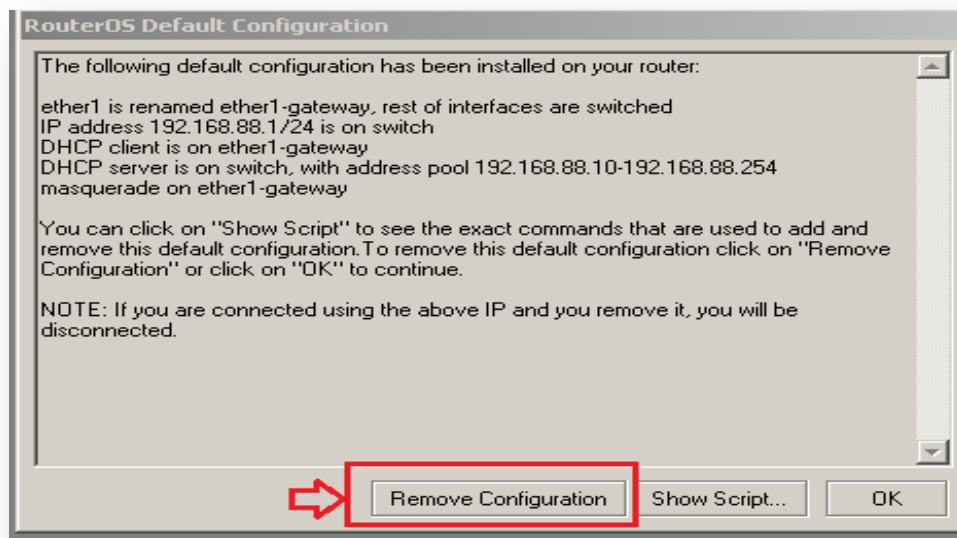
Código: system reset

En el terminal aparecerá un aviso como se puede observar en Figura 4.20, en la cual pregunta si desea hacer esta acción, se debe seleccionar la opción YES.



**Figura 4.20: Interface de códigos.**

- d) El Routerboard se reiniciará y accederemos otra vez al mikrotik por medio del Winbox.
- e) Una vez que se reinicie el mikrotik y ya esté dentro del software, aparecerá la siguiente ventana como se muestra en la Figura 4.21, en la que se debe seleccionar el cuadro rojo, para lo cual dar un clic en el cuadro "REMOVE CONFIGURATION".



**Figura 4.21: Interface de códigos.**

- f) Luego se prenderá y apagará el computador por última vez, y por fin se podrá ver el Mikrotik sin ninguna configuración, lista para ser configurada como el administrador lo desee. Se puede ver dos entradas de Ethernet y Wireless, como muestra la Figura 4.22.

The screenshot shows the "Interface List" window in RouterOS. It has a blue header and a toolbar with icons for adding, deleting, and filtering interfaces. Below the toolbar is a table with the following data:

Interface	Ethernet	EoIP Tunnel	IP Tunnel	GRE Tunnel	VLAN	VRRP	B
Name	Type	L2 MTU	Tx	Rx			
ether1	Ethernet		7.3 kbps	10.0 kt			
wlan1	Wireless (Atheros 11N)	2290	0 bps	0 b			

**Figura 4.22: Interface Ethernet y Wireless.**

#### 4.5. Configuración de las Tarjetas de Red LAN y WLAN para tener internet desde el mikrotik.

En esta etapa se procede a configurar las interfaces que se encuentran tanto en tu PC como en el RouterBoard de Mikrotik. Para poder observar todas las interfaces seleccionar el comando que se encuentra en la izquierda, la opción "interfaces", como se muestra en la Figura 4.23.

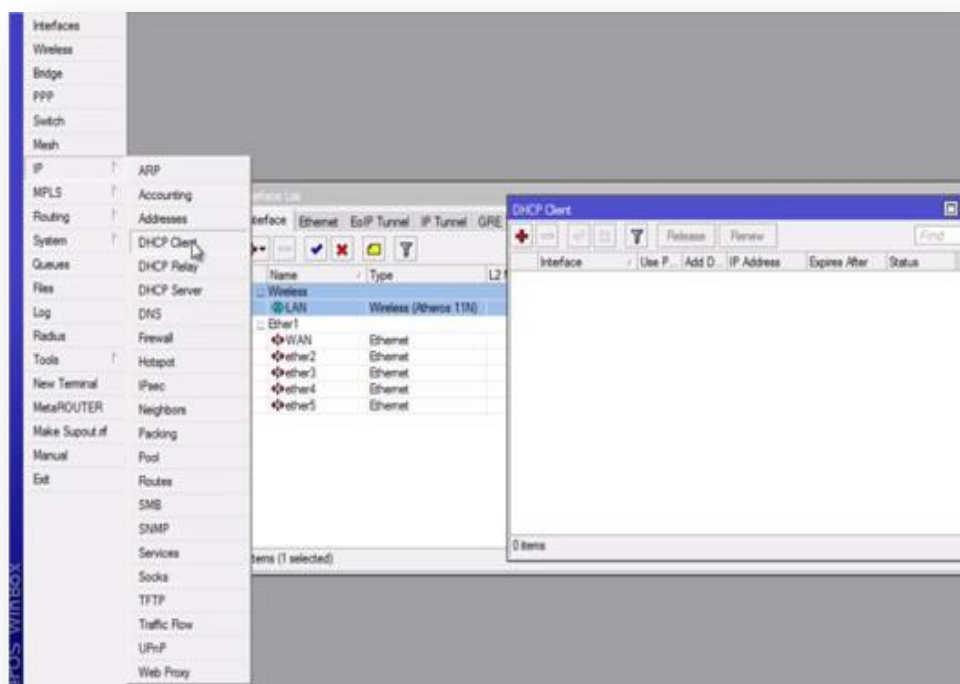
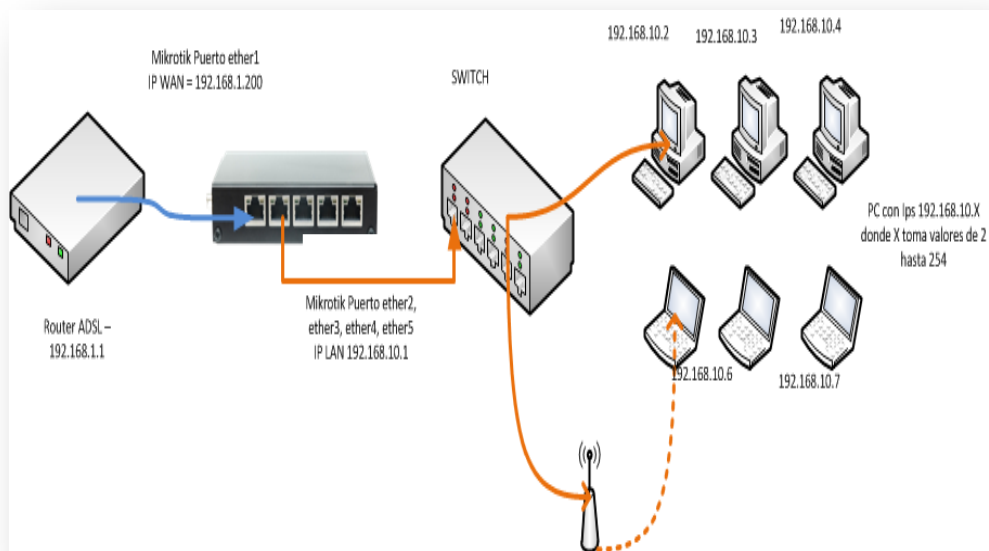


Figura 4.23: DHCP Cliente.

En este caso se realizara una configuración con DHCP Cliente Ya que el servidor de internet, nos proporcionara automáticamente los parámetros de la red, como se muestra en la Figura 4.24.

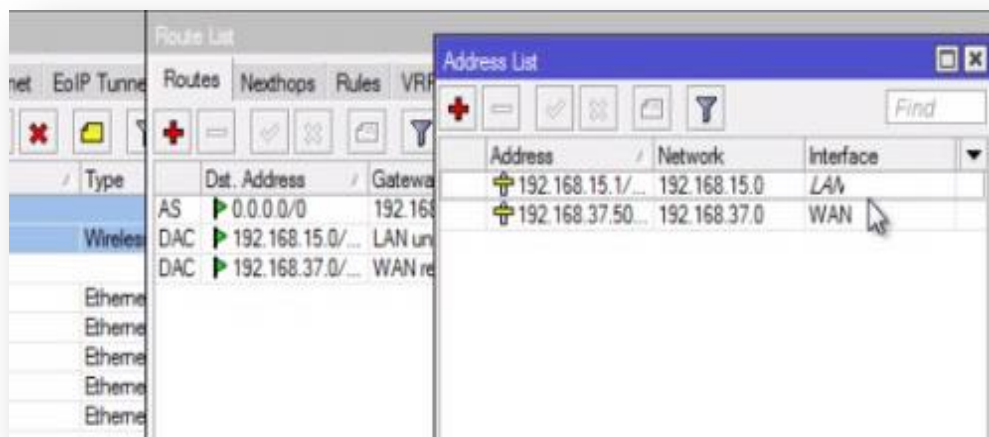
- IP
- Mascara de red
- Ruta de enlace
- DNS



**Figura 4.24: Esquema de la Red.**

#### 4.5.1. Realizar un NAT con la Interface de salida.

Para lo cual se debe agregar una IP, para la interface Wireless con esto se determina de la red interna de nuestro Mikrotik por Wi-Fi, Se debe tener en cuenta que se debe seleccionar la interface del Wireless, como se muestra en la Figura 4.25.



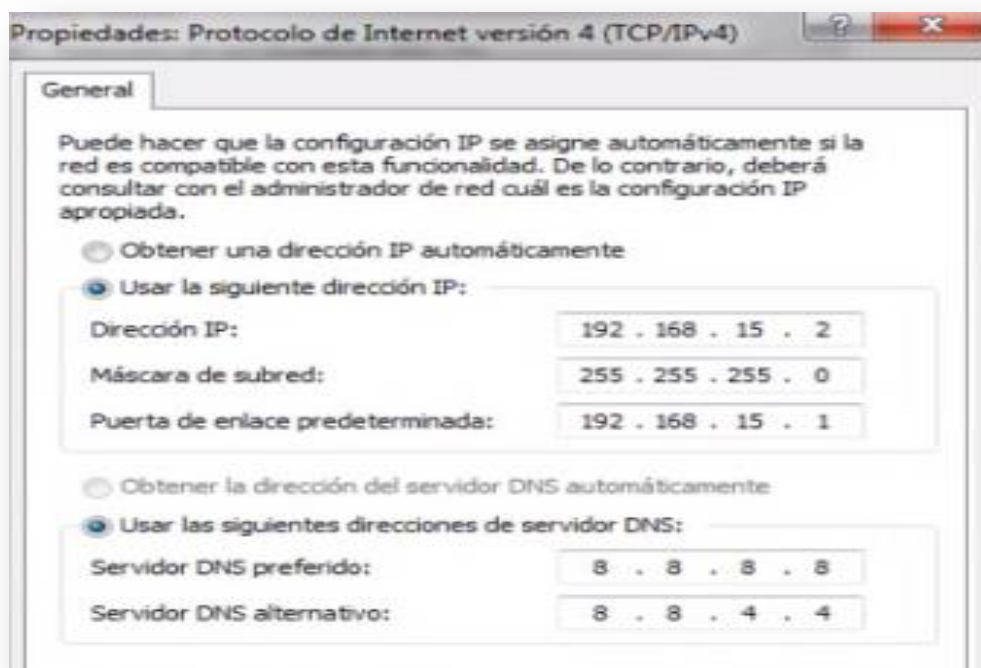
**Figura 4.25: Esquema de la Red.**



Luego se tiene dos formas de repartir el internet hacia los dispositivos que tengan conexión Wi-Fi:

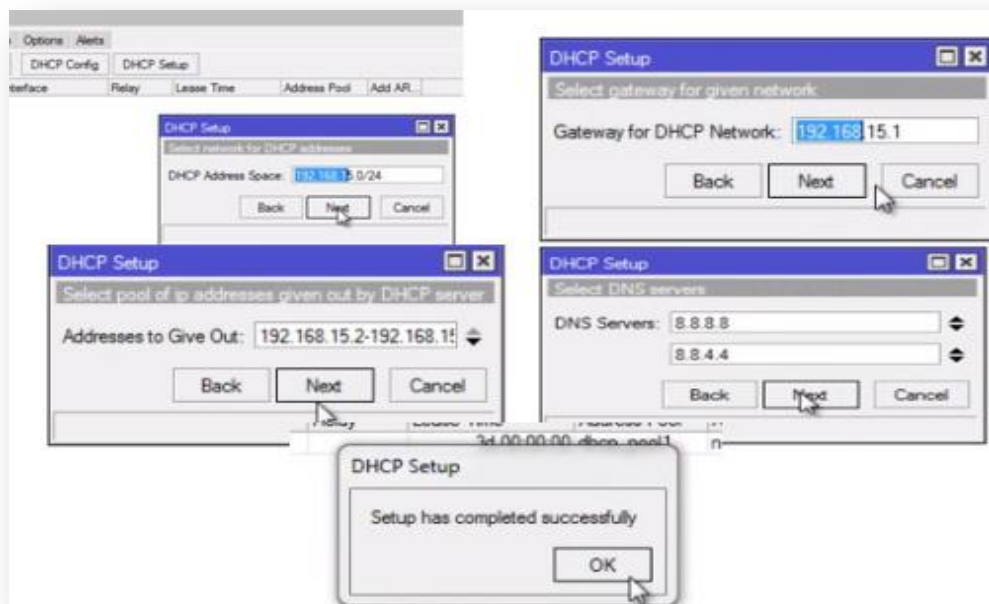
- Mediante IP`s Fijas
- Mediante DHCP Server

**Mediante IP`s Fijas.-** Para esta opción se debe colocar las IP´s en cada dispositivo, como se muestra en la Figura 4.26.



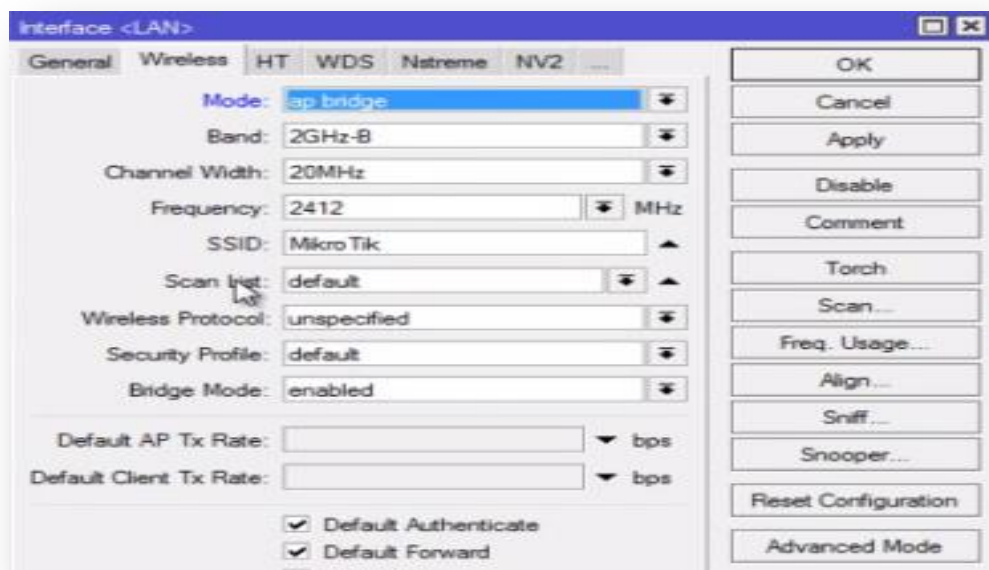
**Figura 4.26: Designación de la IP manual.**

**Mediante DHCP Server.-** En esta opción se designa automáticamente la gestión dinámica de IP´s, al igual que la puerta de enlace, DNS, Mascara de red, etc., como se muestra en la Figura 4.27.



**Figura 4.27: DHCP Server.**

Una vez configurada la red de salida de internet mediante Wireless, activar y configurar la tarjeta Wireless, como se muestra en la Figura 4.28.



**Figura 4.28: Configuración Wireless.**

Para verificar que la red está funcionando se accede a una página de navegación web, como se muestra en la Figura 4.29.



**Figura 4.29: Pagina de Navegación.**

#### **4.6. Implementación del Sistema en el área planificada.**

Luego de la respectiva configuración y comprobación del sistema, el siguiente paso es proceder a la colocación de los dispositivos en el lugar donde será instalado el Proyecto (Base MAIZAL como se puede observar en la Figura 4.30).

Nota: Para la instalación de los equipos aplicar todas las medidas de seguridad, tanto para el personal como para proteger el equipo.



**Figura 4.30: Conexión a internet.**

- a) Obtención del puerto de internet en el RouterBOARD, la Figura 4.31 muestra el puerto, mediante el cual se puede gestionar el Mikrotik.



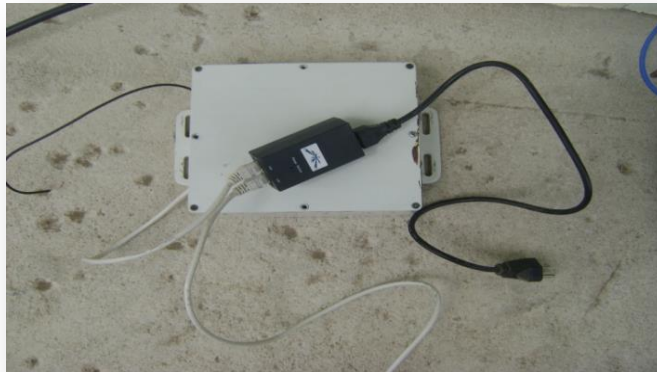
**Figura 4.31: RouterBOARD.**

- b)** Colocación de la protección de la tarjeta Mikrotik con la conexión del cable Ethernet para el puerto del POE para su respectiva alimentación de energía al igual de la conexión de la antena para maximizar la fluidez y la potencia del Wi-Fi. La Figura 4.32, muestra la caja protectora de la tarjeta Mikrotik.



**Figura 4.32: Tarjeta Mikrotik.**

- c)** Revisión de los canales LAN y POE, conexión mediante cables de red categoría 5e y sellado de la respectiva seguridad de la tarjeta Mikrotik. La Figura 4.33 muestra todo el equipo sellado lista para la instalación.



**Figura 4.33: POE y LAN colocados.**

- d) Gestión y conexión del cable LAN en la estructura del edificio al igual de los cables de alimentación eléctrica, para lo cual se debe realizar aplicando la estética del cableado, como se puede observar en la Figura 4.34.



**Figura 4.34: Instalación del cableado.**

- e) Instalación de la antena Wi-Fi sobre el techo de la oficina Administrativa de la Base el “Maizal de la ESFORSE” (Figura 4.35), mediante un previo testeo para encontrar el mejor punto de gestión de ondas sin limitaciones ni problemas en la señal, para una libre fluidez de Wi-Fi.



**Figura 4.35: Instalación de la Antena.**

- f) Colocación del dispositivo en la estructura del edificio (Figura 4.36), para su protección. Obteniendo una seguridad ambiental y manteniendo la estética del lugar.



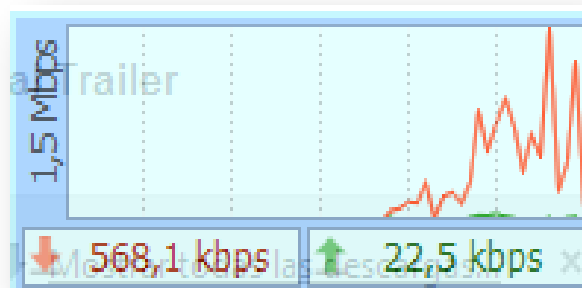
**Figura 4.36: Instalación del Equipo Mikrotik en el Edificio.**

Pruebas de alcance y transmisión de internet en los puntos más cercanos y lejanos de los equipos (antena, mikrotik), para lo cual se puede realizar aplicando un testeo con el software que desee trabajar, en este proyecto se utilizó dos tipos de medidores: El DUMETTER y el medidor del CNT, Como se puede observar en la Figura 4.37.



**Figura 4.37. Testeo de velocidad.**

**g)** A continuación en la Figura 4.38, se puede visualizar mediante un test, la velocidad de transmisión y recepción de datos a la cual la red está trabajando.



**Figura 4.38: Resultado del Test utilizando Dumetter.**



- h) Prueba del test en la parte más lejana de la zona de cobertura de Wi-Fi con el medidor del CNT, como se puede observar en la Figura 4.39.



**Figura 4.39: Testeo de velocidad más lejano.**

- i) En la Figura 4.40, se puede visualizar la velocidad de transmisión y recepción de datos de la red que está trabajando en ese momento. Utilizando el medidor del CNT.



**Figura 4.40: Resultado del Test más lejano.**

- j) Finalizada la implementación en la Figura 4.41, muestra al personal militar en la base el “MAIZAL” haciendo uso del servicio de Internet implementado.



**Figura 4.41: Personal Militar y Aspirantes utilizando el internet.**

#### **4.7. Análisis de Resultados.**

Luego de haber implementado el sistema en su totalidad (PC/servidor, Antena) se pudo realizar diferentes tipos de pruebas, suscitándose ciertos problemas que pudieron ser solucionados de manera inmediata.

Así también, este sistema fue probado en sus fases iniciales en un el laboratorio.

Pruebas de Equipos. Se probó directamente a los equipos instalados en la base el “**Maizal**”, que comprenden desde la verificación de los parámetros, especificaciones técnicas y funcionalidad de la presente red inalámbrica de comunicaciones.

Estas pruebas se realizaron para la verificación del nivel de recepción de la señal, según sus correspondientes especificaciones técnicas. Para el enlace de la antena fue necesario distintas ubicaciones de las mismas hasta encontrar el lugar ideal para una buena transmisión y recepción de datos.

- **Pruebas de comunicación de Red.**

Se realizaron todas las verificaciones pertinentes en las computadoras portátiles, celulares, tablet's, adquiriendo una buena recepción de señal en los equipos ya antes mencionados.

- **Resultado de pruebas de la Red.**

Se concluyó que las pruebas resultaron satisfactorias, puesto que la red funcionó como se esperaba durante la realización de esta, las mismas que fueron realizadas en presencia de los miembros que pertenecen a la Base.

- **Aplicación la Red en la Base El Maizal.**

Se puede resumir que este proyecto representa una herramienta importante para su aplicación, sobre todo para el personal militar que reside , como una solución al excesivo gasto económico que representa la comunicación con sus familiares y amigos, aplicando redes sociales, correos electrónicos, y video conferencia, etc. Esto significa que podrán disfrutar del internet en horarios no laborables del personal militar mediante sus laptops, celulares, etc.

#### **4.8. Tabla de Presupuesto.**

El costo estimado del proyecto abarca un monto de \$413,80 dólares, los cuales se desglosan de la siguiente manera como se puede observar en la Tabla 4.1.

**Tabla 4.1: Tabla de Presupuesto.**

<b>PRESUPUESTO</b>			
<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>V. UNIT.</b>	<b>V. TOT.</b>
1	Reuters inalámbrico (Mikrotik) RB411	150,00	150,00
1	Antena unidireccional	120,00	120,00
30mts.	Cable UTP cat. E5	1,00	30,00
3mts	Cable sólido Conelsa #12	1,00	3,00
1	Tomacorriente	1,80	1,80
1Funda	Amarra cables 15 Cm X 2.5 Mm	2,00	2,00
1	Caja térmica 40x30	25,00	25,00
1Funda	Contiene 10 Conectores Rj-45 Categoría 6 Cat6	2,00	2,00
1	Extras	80,00	80,00
	<b>VALOR TOTAL</b>		<b>413,80</b>

**CAPITULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1. CONCLUSIONES.

- ❖ El servicio de Internet en la actualidad es un requerimiento importante, pasando de ser un servicio de lujo a un servicio común y necesario para el desarrollo de todo pueblo.
- ❖ Con este diseño se logrará brindar el servicio de Internet a más de 2000 personas, entre Aspirantes e Instructores de la Base de Entrenamiento de Soldados el MAIZAL de la “ESFORSE”, para que se puedan acceder al mundo de la información en la web.
- ❖ Existen diferentes especificaciones que probablemente sobrepasen a la especificación 802.11. De hecho, actualmente está muy extendido el uso de 802.11n que trabaja a velocidades considerables y en los dos rangos de frecuencia en que trabajan los estándares anteriores como son 802.11a,b,g, lo que permite con un mismo equipo pueda operar sin ningún problema.
- ❖ El sistema operativo Mikrotik RouterOS, permitió el desarrollo y culminación del trabajo de Tesis, pese a ser una herramienta con valor de licenciamiento moderado frente a otros equipos propietarios, existen en la red alternativas para su craqueo, en temas educativos como el nuestro resultado espontáneo su instalación, administración, y el uso en las pc habituales, por lo que se comprobó que se puede simular escenarios prácticos y funcionales sin la necesidad de grandes costos de valor.
- ❖ A menudo, las infraestructuras de comunicación basadas en esquemas de cableado tradicionales no son factibles debido a

motivos técnicos o económicos. En estos casos, los productos inalámbricos se erigen como alternativas flexibles a las redes cableadas.

- ❖ La mayoría de comunicaciones telefónicas o informáticas de un futuro próximo se realizarán en algún punto de forma inalámbrica.
- ❖ La tecnología inalámbrica también ofrece excelentes soluciones cuando se necesitan instalaciones de red temporales.
- ❖ Los productos de red inalámbrica son seguros respecto a otros productos electrónicos y de red, sino, lo que es más importante, respecto a las personas. Los productos de redes inalámbricas, estandarizados como IEEE 802.11, se han diseñado para usarse en oficinas y otros lugares de trabajo. Por lo tanto, emiten un grado reducido de energía, lo cual es inofensivo.
- ❖ Según las distancias que la conexión inalámbrica tenga que enlazar mediante bridge y las condiciones ambientales concretas, será necesario uno u otro tipo de antena. Las antenas especiales de alta ganancia, universales, de punto a punto y de punto a multipunto constituyen la solución idónea para las aplicaciones que deben cubrir grandes distancias o penetrar estructuras.
- ❖ La tecnología inalámbrica basada en transmisiones por RF puede considerarse segura y no es particularmente vulnerable a las “escuchas” (datos importantes espiados por personas no autorizadas) si se han implantado y configurado correctamente las funciones de seguridad disponibles.
- ❖ Las frecuencias utilizadas en estos elementos están comprendidas en el rango de 2,4 GHz por lo que son de baja frecuencia y no interfieren con señales de TV, radio y otras.

## 5.2. RECOMENDACIONES.

- ❖ El software de Mikrotik es una alternativa para la simulación de Routers, ya que nos permite la fácil configuración y administración de los recursos de la red, comparado con Sistemas Operativos como Fedora, cuya configuración resulta complicada, RouterOS es una solución práctica y económica, a diferencia del manejo de equipos propietarios que poseen altos costos, por eso es recomendable su uso para el campo educativo y empresarial.
- ❖ Se recomienda utilizar equipos inalámbricos que oferten la mayor cobertura física, ya que las distancias ofrecidas por las distintas marcas están lejos de ser reales en el campo de implantación.
- ❖ Mantener el firmware del Access Point actualizado es importante, para lo cual se debe realizar las descargas de actualizaciones en el caso de que la casa comercial de su equipo informe de algún cambio en el software.
- ❖ Si la demanda de la red inalámbrica se incrementa, se debería ampliar, implementando más Access Points hacia el sitio de mayor demanda.
- ❖ Entregar el proyecto al departamento de informática para que se administre la red.



## **BIBLIOGRAFÍA**

A, B. (1999). Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones. México: Editorial Mc Graw Hill.

Acosta Ponce, M. C. (2006). Estudio del estándar IEEE 80.15.4 "ZIGBEE" para comunicaciones inalámbricas de área personal de bajo consumo de energía y comparación con el estándar IEEE 802.15.1 "BLUETOOTH". Ecuador: Escuela Politécnica Nacional de Ecuador.

Cesar, C. (2007). INGENIEROS DE TELECOMUNICACION . ECUADOR : EDITERPA.

Comer, D. (1997). REDES DE COMPUTADORES, INTERNET E INTERREDES. México: 1era. Edición, México. Prentice-Hall.

H. Labiod, H. A. (2007). Wi-Fi™, Bluetooth™, Zigbee™ and WiMax™. Springer: Springer.

Halsall, F. (1998). Comunicación de datos, redes de computadores y sistemas abiertos. México DF: Pearson Educación 4ta edición.

Jesus Garcia Tomas, S. F. (1997). Redes de Alta Velocidad. Madrid: Alfaomega.

Quiñones, P. F. (2000). Marco Jurídico de los Servicios de Comunicación Personal PCS. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá.

Rodríguez, Y. B. (2002). Modelado determinístico para comunicaciones inalámbricas en escenarios cerrados. Tijuana (México): Instituto Politécnico Nacional de Tijuana (México).

Schatt, N. J. (1996). Redes de Área Local (LAN). México DF: Prentice may Hispanoamericana, S.A. 5ta edición.

TANNENBAUM, A. (2003). REDES DE COMPUTADORAS. México: Pearson.

## NET GRAFÍA

(s.f.). Obtenido de <http://www.ujaen.es/sci/redes/rimuja/pdf/conduso.pdf>

(s.f.). Obtenido de [www.iec.csic.es/gonzalo/descargas/SeguridadWiFi.pdf](http://www.iec.csic.es/gonzalo/descargas/SeguridadWiFi.pdf)

(s.f.). Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad\\_de\\_Servicio](http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_de_Servicio)>20090817

(s.f.). Obtenido de <http://www.alfredcertain.com/?p=9>>20090821

(s.f.). Obtenido de [http://wiki.mikrotik.com/wiki/RouterOS\\_features](http://wiki.mikrotik.com/wiki/RouterOS_features)>20091205

(s.f.). Obtenido de [http://wiki.mikrotik.com/wiki/All\\_about\\_licenses](http://wiki.mikrotik.com/wiki/All_about_licenses)>20091207

(s.f.). Obtenido de [http://wiki.mikrotik.com/wiki/All\\_about\\_licenses](http://wiki.mikrotik.com/wiki/All_about_licenses)>20091207

(s.f.). Obtenido de <http://wiki.mikrotik.com/wiki/OSPF-examples>>20091214

(s.f.). Obtenido de <http://wiki.mikrotik.com/wiki/IP/Address>>20100110

(s.f.). Obtenido de

<http://www.juniper.net/techpubs/software/junos/junos53/swconfig53-mpls-apps/html/mpls-overview32.html>>20100114

(s.f.). Obtenido de [http://eval.symantec.com/mktginfo/enterprise/fact\\_sheets/25657-DS00147-SL\\_SGS400\\_fs.pdf](http://eval.symantec.com/mktginfo/enterprise/fact_sheets/25657-DS00147-SL_SGS400_fs.pdf), Agosto 2009.

*Microsoft, Requisitos del Sistema.* (29 de Agosto de 2009). Obtenido de

<http://www.microsoft.com/spain/windows/downloads/ie/sysreq.msp>

## GLOSARIO

**Access Point (AP):** Puente entre la red inalámbrica y la red cableada, actúa como un concentrador para los usuarios de dispositivos inalámbricos.

**Ad Hoc:** Tecnología que permite a un grupo de dispositivos con conexión Inalámbrica comunicarse entre ellos sin usar un punto de acceso.

**Bluetooth:** Tecnología de comunicación inalámbrica de corto alcance, 10 a 100 metros, hace uso de la banda de 2,4 GHz, con unas velocidades entre 64 Kbps y 2,1 Mbps.

**Basic Service Set (BSS):** Conjunto de Servicios Básicos, Infraestructura de red que conecta dispositivos inalámbricos a una red de cable mediante un punto de acceso.

**AD-HOC:** Tipo de red en la que no hay un nodo central, sino que todos los ordenadores están en igualdad de condiciones.

**CONCENTRADOR O HUB:** Es un dispositivo que permite centralizar el cableado de una red y poder ampliarla. Esto significa que dicho dispositivo recibe una señal y repite esta señal emitiéndola por sus diferentes puertos.

**DHCP:** **D**ynamic **H**ost **C**onfiguration **P**rotocol - Protocolo Configuración Dinámica de Anfitrión) es un protocolo de red que permite a los nodos de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente. Se trata de un protocolo de tipo cliente/servidor en el que generalmente un servidor posee una lista de direcciones IP dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van estando libres, sabiendo en todo momento quién ha estado en posesión de esa IP, cuánto tiempo la ha tenido y a quién se la ha asignado después.

**DNS:** (Domain Name System), Sistema de nombres de Dominio, permite traducir las direcciones IP de las máquinas en nombres fácilmente entendibles para los humanos y viceversa.

**DSSS:** “Direct Sequence Spread Spectrum”, espectro amplia de secuencia directa.

**ENCRIPCIÓN:** Proceso para volver ilegible información considerada importante. La información una vez encriptado sólo puede leerse aplicándole una clave. Se trata de una medida de seguridad que es usada para almacenar o transferir información delicada que no debería ser accesible a terceros. Pueden ser contraseñas, números de tarjetas de crédito, conversaciones privadas, etc.

**ETHERNET:** Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

**FIREWALL:** Un firewall es un dispositivo que funciona como cortafuegos entre redes, permitiendo o denegando las transmisiones de una red a la otra. Un uso típico es situarlo entre una red local y la red Internet, como dispositivo de seguridad para evitar que los intrusos puedan acceder a información confidencial.

**FIRMWARE:** Programación en firme. Programa que es grabado en una memoria ROM y establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo.

**GHZ:** Gigahercio, En redes inalámbricas se utiliza para referirse a la frecuencia en que viajan las ondas electromagnéticas.

**HACKER:** Persona especialista en redes, programación e informática capaz de violar la seguridad de casi cualquier red sea inalámbrica o cableada.

**IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers**, el **Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos**, una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización, entre otras cosas.

**IEEE 802.11:** El comité 802.11 del IEEE ha definido un conjunto de especificaciones para la tecnología de LAN inalámbrica:

**ISM: (Industrial, Scientific and Medical)** son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica. En la actualidad estas bandas han sido popularizadas por su uso en comunicaciones WLAN (e.g. Wi-Fi) o WPAN (e.g. Bluetooth).

**Local Área Network (LAN):** Red de Área Local, red de datos para dar servicio a un área geográfica máxima de unos pocos kilómetros cuadrados, con velocidades de transmisión de hasta 100 Mbps.

**Licencia:** Es una especie de contrato, en donde se especifican todas las normas y cláusulas que rigen el uso de un determinado programa, principalmente se estipulan los alcances de uso, instalación, reproducción y copia de estos productos.

**AC Address:** Dirección de hardware o dirección física de acceso al medio. Es una dirección asociada con un dispositivo de red en particular.

**Media Access Control (MAC):** Control de Acceso al Medio, nivel incluido en la capa de enlace de datos del modelo IEEE -802 para comunicaciones de datos a través de Ethernet.

**Modem:** Modulador/Demodulador, Dispositivo que permite conectar dos ordenadores a través de una línea telefónica, convierte la información digital del ordenador en frecuencias de sonido para su transmisión por un canal de comunicación analógico.

**MPDU:** Unidades de datos MAC.

**MHZ:** Megahertz (MHz) es equivalente (múltiplo) a 1 millón de hertzios... 1 hertz es una unidad de frecuencia que equivale a "ciclos por segundo".

**Open Systems Interconnection (OSI):** Interconexión de Sistemas Abiertos, conjunto de protocolos diseñados por comités ISO, con el propósito de convertirse en estándares internacionales de arquitectura de redes de ordenadores.

**OFDM:** Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales.

**POE: PoE (Power over Ethernet)** es una tecnología que permite la alimentación eléctrica de dispositivos de red a través de un cable UTP / STP en una Red Ethernet. PoE se rige según el estándar IEEE 802.3af y abre grandes posibilidades a la hora de dar alimentación a dispositivos tales como cámaras de seguridad, teléfonos o puntos de acceso inalámbricos.

**PROTOCOLO:** Normas a seguir en una cierta comunicación: formato de los datos que debe enviar el emisor, cómo debe ser cada una de las respuestas del receptor, etc.

**Protocolo Internet (IP):** Es el estándar que define la manera como se transmiten los mensajes a las máquinas que forman la red.

**PUNTO DE ACCESO:** (PA) Dispositivo inalámbrico central de una WLAN que mediante sistema de radio frecuencia (RF) se encarga de recibir información de diferentes estaciones móviles bien para su centralización, bien para su enrutamiento.

**Router:** Encaminador, dispositivo inteligente (hardware o software) de interconexión de redes empleado para encauzar el tráfico de la red. Determina como debe transmitirse la información de una red a otra hasta el destino final.

**Service Set Identification (SSID):** Identificación de Grupo de Servicios, Nombre que identifica de forma única a una red inalámbrica.

**SSL:** También llamado Capa de Sockets Seguros. Este protocolo establece un canal de comunicaciones cifrado que ayuda a prevenir la interceptación de información crítica, como números de tarjeta de crédito en la Web y en otros servicios de Internet. Además de la privacidad para los datos y mensajes, brinda autenticación de los datos logrando una mayor seguridad. De acuerdo con la convención establecida, la dirección de las páginas Web que requieren una conexión SSL comienza con https: en lugar de http.

**SOFTWARE:** Son los ficheros, programas, aplicaciones y sistemas operativos que nos permiten trabajar con el ordenador o sistema informático. Se trata de los elementos que hacen funcionar al hardware.

**SWITCH:** es un dispositivo analógico de lógica de interconexión de redes de computadoras que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI (Open Systems Interconnection). Un conmutador interconecta dos o más segmentos de red, funcionando de manera similar a los puentes (bridges), pasando datos de un segmento a otro, de acuerdo con la dirección MAC de destino de los datagramas en la red.

**UWB:** Ultra Banda Ancha.

**Web:** Servidor de información, desarrollado en el CERN (Laboratorio Europeo de Física de Partículas), buscando construir un sistema distribuido hipermedia e hipertexto.

**WI-FI:** Abreviatura de Wireless Fidelity. Es el nombre “comercial” con que se conoce a todos los dispositivos que funcionan sobre la base del estándar 802.11 de transmisión inalámbrica.

**Wireless Fidelity (Wi-Fi):** Fidelidad Inalámbrica, certificación de interoperabilidad para redes locales inalámbricas basadas en la norma IEEE 802.11.

**Wireless Local Area Network (WLAN):** Red de Área Local Inalámbrica, red local que hace uso de señales de radiofrecuencia para la interconexión entre nodos.

**WLAN:** Red Inalámbrica de Área Local.

**WMAN:** Red Inalámbrica de Área Metropolitana.

**WPA: WPA** (Wi-Fi Protected Access - 1995 - Acceso Protegido Wi-Fi) es un sistema para proteger las redes inalámbricas (Wi-Fi); creado para corregir las deficiencias del sistema previo WEP (Wired Equivalent Privacy – Privacidad Equivalente a Cableado).

**WPAN:** Red Inalámbrica de Área Personal.

**WWAN:** Red Inalámbrica de Área Extendida.



## **ANEXOS**

ANEXO 1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MIKROTIK RB411

“ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA PUNTO-MULTIPUNTO PARA LA BASE DE ENTRENAMIENTO “EL MAIZAL” DE LA ESFORSE VENCEDORES DEL CENPEA”

# RouterBOARD 411/A



The heart of RB411 is the new Atheros CPU which makes this tiny device a quick one. Tests show that it is up to three times more powerful than our previous model.

Comparing to RB411, the RB411A adds more memory and a Level4 license.

RB411/A includes RouterOS - the operating system, which will turn this powerful system into a highly sophisticated router/firewall or bandwidth manager.

One small device - with all the power of RouterOS. At a very special price.

CPU	Atheros AR7130 300MHz network processor
Memory	32/64MB DDR SDRAM onboard memory
Boot loader	RouterBOOT
Data storage	64MB onboard NAND memory chip
Ethernet	One 10/100 Mbit/s Fast Ethernet port with Auto-MDIX
miniPCI	One MiniPCI Type IIIA/IIIB slot
Extras	Reset switch, Beeper
Serial port	One DB9 RS232C asynchronous serial port
LEDs	Power, NAND activity, 5 user LEDs
Power options	Power over Ethernet: 10 .28V DC (except power over datalines). Power jack: 10 .28V DC
Dimensions	10.5 cm x 10.5 cm (4.13 in x 4.13 in) Weight: 82 g (2.9 oz)
Power consumption	~3W without extension cards, maximum – 12 W
Operating System	MikroTik RouterOS v3, Level3 license (RB411A: Level4)

routerboard.com



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## ANEXO 2

### C.T. M. RB411 SYSTEM BOARD VIEW

“ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA PUNTO-MULTIPUNTO PARA LA BASE DE ENTRENAMIENTO “EL MAIZAL” DE LA ESFORSE VENCEDORES DEL CENEP A”

#### System Board View

RB411:

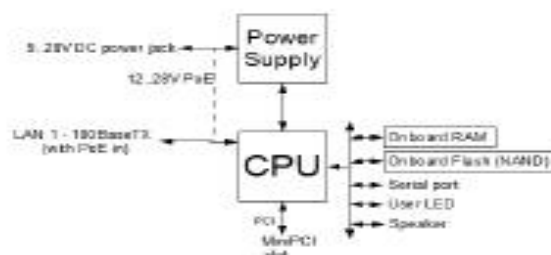
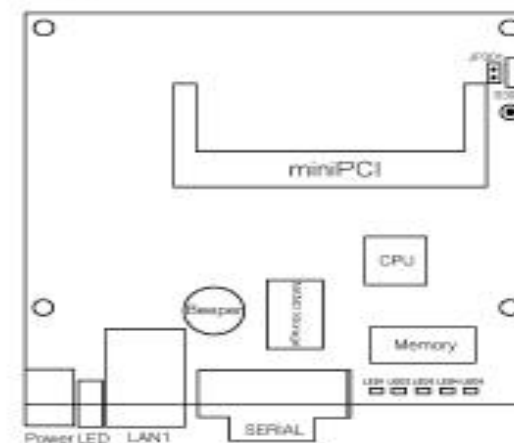


Top view



Bottom view

#### System Board Layout



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## ANEXO 3

### ANTENA TP-LINK

## “ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA PUNTO-MULTIPUNTO PARA LA BASE DE ENTRENAMIENTO “EL MAIZAL” DE LA ESFORSE VENCEDORES DEL CENEPa”

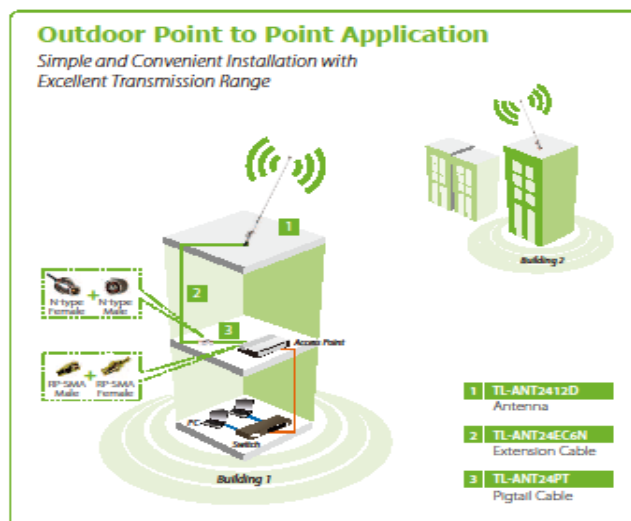
2.4Hz 12dBi Outdoor Omni-directional Antenna

TL-ANT2412D

#### ☉ Specifications:

Frequency	2.4 – 2.5 GHz
S.W.R.	<= 2.0
Antenna Gain	12 dBi
Polarization	Linear
Impedance	50 Ohm
Application	Outdoor
HBBW @ H-Plane	360 Degree Omni-Directional
HPBW @ E-Plane	<= 12 Degree
Material of Radiator	Cu & Zn-Alloy
Material of Plastic Body	Glass Fiber
Connector Type	N Jack
Operation Temperature	- 40 °C – + 65 °C
Standards	RoHS, WEEE

#### ☉ Diagram:



#### Package:

- 12dBi Outdoor Omni-directional Antenna
- Installation mounting kits
- User Guide

#### Related Products:

- 54Mbps High Power Wireless Access Point  
TL-WA5110G
- 150Mbps Wireless N Access Point  
TL-WA701ND

Specifications are subject to change without notice. TP-LINK is a registered trademark of TP-LINK Technologies Co., Ltd. Other brands and product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders. No part of this specification may be reproduced in any form or by any means or used to make any devices such as translation, transformation, or adaptation without permission from TP-LINK Technologies Co., Ltd.

[www.tp-link.com](http://www.tp-link.com)

### ⊙ Specifications:

Frequency	2.4 ~ 2.5 GHz
SWR	<= 2.0
Antenna Gain	12 dBI
Polarization	Linear
Impedance	50 Ohm
Application	Outdoor
HBBW @ H-Plane	360 Degree Omni-Directional
HPBW @ E-Plane	<= 12 Degree
Material of Radiator	Cu & Zn-Alloy
Material of Plastic Body	Glass Fiber
Connector Type	N Jack
Operation Temperature	- 40 °C ~ + 65 °C
Standards	RoHS, WEEE

### ⊙ Diagram:

#### Outdoor Point to Point Application

Simple and Convenient installation with  
Excellent Transmission Range



#### Package:

- 12dBI Outdoor Omni-directional Antenna
- Installation mounting kits
- User Guide

#### Related Products:

- 54Mbps High Power Wireless Access Point  
TL-WA5110G
- 150Mbps Wireless N Access Point  
TL-WA701ND

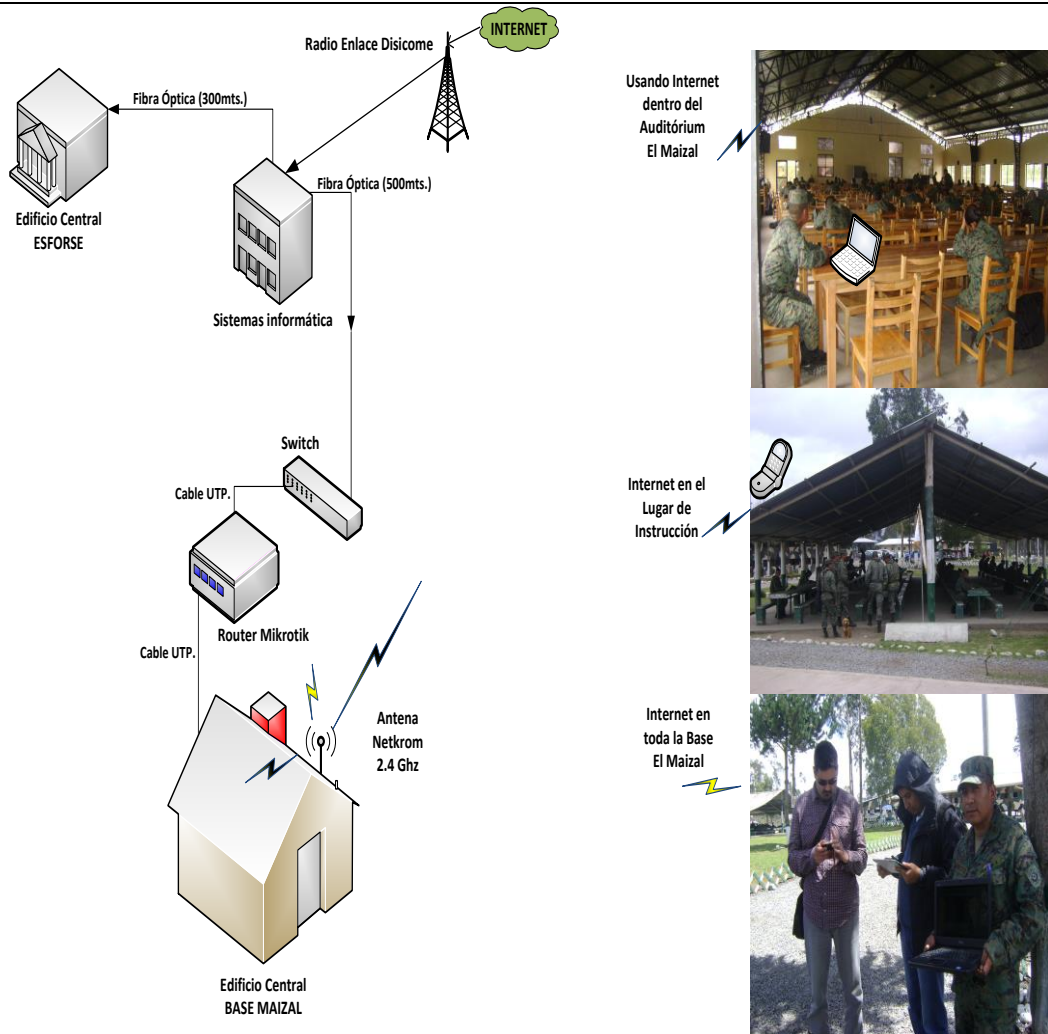


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## ANEXO 4

### DISEÑO DE LA RED

#### “ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA PUNTO-MULTIPUNTO PARA LA BASE DE ENTRENAMIENTO “EL MAIZAL” DE LA ESFORSE VENCEDORES DEL CENEPA”



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Latacunga, Febrero del 2014

**AUTORÍA**

**ELABORADO POR:**

Hurtado Chango Edwin Geovanny    Cacuango Quimbiamba Cesar Augusto

**CBOP. DE COM.**

**CBOS. DE COM.**

**APROBADO POR:**

Ing. José Bucheli Andrade

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA E  
INSTRUMENTACIÓN.**

**CERTIFICADO POR:**

Dr. Rodrigo Vaca Corrales

**SECRETARIO ACADÉMICO  
UNIDAD ADMISIÓN Y REGISTRO**