

ENLACE PUNTO A PUNTO  
ESCUELA MARÍA AUXILIADORA GUABINAL CERRO  
GIRARDOT.

JAIME ANDRES VELÁSQUEZ LÓPEZ.  
JAVIER ALBERTO CASTELBLANCO LIZARAZO.

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS.  
FACULTAD DE INGENIERÍA.  
INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES.  
TECNOLOGÍA EN INFORMÁTICA.  
GIRARDOT (CUNDINAMARCA).  
2013.

ENLACE PUNTO A PUNTO  
ESCUELA MARÍA AUXILIADORA GUABINAL CERRO.  
GIRARDOT.

JAIME ANDRES VELÁSQUEZ LÓPEZ.  
JAVIER ALBERTO CASTELBLANCO LIZARAZO.

MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO  
DE TECNÓLOGO EN INFORMÁTICA.

ING. EFRAÍN MÁSMELA.  
DIRECTOR TECNOLOGÍA EN INFORMÁTICA.  
UNIMINUTÓ, GIRARDOT.

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS.  
FACULTAD DE INGENIERÍA.  
INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES.  
TECNOLOGÍA EN INFORMÁTICA.  
GIRARDOT (CUNDINAMARCA).  
2013.

## RESUMEN

El número de redes inalámbricas continúa creciendo sin control, debido a que éstas funcionan sobre una banda de frecuencias libre, son de fácil instalación, atractivas al eliminar el cableado, además de ser económicas.

Cuando se habla de WI-FI se hace referencia a una de las tecnologías de comunicación inalámbrica más utilizada hoy en día. Gracias a la capacidad de poder conectarse al servicio de Internet sin utilizar algún tipo de cable o medio físico, permitiéndole al usuario navegar en diferentes lugares, WI-FI es una abreviatura de Wireless Fidelity, también llamada WLAN (wireless lan, red inalámbrica) o estándar IEEE 802.11.

La versatilidad de las comunicaciones inalámbricas, están tomando cada vez más auge en la vida de los diferentes usuarios, como por ejemplo, ciudades, compañías, y entornos educativos, hacen la migración a este tipo de tecnologías, por ello la necesidad de desprenderse de todo tipo de conexión física que no le permitan la libertad de movimiento en su entorno dentro del rango de irradiación donde se esté conectado a demás con las mismas características de una red cableada, la masificación de nuevas tecnologías portátiles como por ejemplo los teléfonos móviles, las agendas, los pc, impresoras, consolas de juegos, etc. Obligan a los fabricantes a generar ambientes móviles, que han ido evolucionando para adecuarse a las necesidades del mercado.

Es por esto, que hoy en día, no puede haber instituciones sin una debida conexión a internet, y mucho menos instituciones educativas, las cuales deben ser el primer punto de contacto con la tecnología, ya que es allí, donde se formaran las personas del mañana y que mejor herramienta que contar con una conexión a internet, la cual permita a los estudiantes resolver las dudas que surjan en el aula de clase, a los profesores como un medio de enseñanza vanguardista sin la limitante de encontrarse en lugares apartados, ya sea por su topología, o por encontrarse apartados físicamente de las redes alámbricas de conexión a internet, es aquí donde surge la idea de proveer un servicio rápido, confiable y seguro de Internet a la escuela María Auxiliadora que se encuentra en el perímetro rural de la ciudad de Girardot, Cundinamarca, más exactamente en la vereda Guabinal cerro.

## ABSTRACT.

The number of wireless networks continues to grow uncontrollably, because they operate on a frequency band free, are easy to install, attractive by eliminating wiring, as well as being economical.

When speaking of WI-FI refers to a wireless communication technologies most commonly used today. With the ability to connect to the Internet service without using any cable or physical medium, allowing the user to navigate in different locations, WI-FI is short for Wireless Fidelity, also called WLAN (wireless LAN, wireless) or IEEE 802.11 standard.

The versatility of wireless communications are becoming increasingly boom in the life of the different users, for example, cities, companies, and educational environments, make migration to these technologies, hence the need to discard all physical connection type that does not allow freedom of movement in their environment within the range of irradiation which is connected to others with the same features of a wired network, the massification of new mobile technologies such as mobile phones, agendas , PCs, printers, game consoles, etc. Require manufacturers to produce mobile environments, which have evolved to suit market needs.

That is why, today, there can be institutions without proper internet connection, let alone educational institutions, which should be the first point of contact with the technology because it is there where the people were formed morning and what better tool to have an internet connection, which allows students to resolve any questions that arise in the classroom, teachers as a teaching medium edgy without the constraint of being in remote places, either by its topology, or paragraphs encentrarse physically wired networks internet, this is where the idea of providing a fast, reliable and secure Internet to Mary Help of Christians School located on the perimeter of the city rural Girardot, Cundinamarca, more exactly on the sidewalk Guabinal hill.

## CONTENIDO.

	Pág.
INTRODUCCIÓN.	7
1. TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS.	12
1.2. Tipos de redes o tecnologías inalámbricas.	14
1.2.1. Redes inalámbricas de área extensa (WWAN)	14
1.2.2. Redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN)	14
1.2.3. Redes inalámbricas de área personal (WPAN)	14
1.2.4. Redes inalámbricas de área corporal (WBAN)	14
1.2.5. Redes inalámbricas de área local (WLAN)	14
1.3. Ventajas redes inalámbricas.	14
1.3.1. Flexibilidad.	14
1.3.2. Escalabilidad	15
1.3.3. Rapidez de despliegue	15
1.3.4. Costos reducidos.	15
1.4. Desventajas redes inalámbricas.	15
1.4.1. Interferencias	15
1.4.2. Inestabilidad del medio físico	15
1.4.3. Velocidad de transmisión y retardos.	15
1.4.4. Seguridad	15
2. CONSIDERACIONES GENERALES.	17
2.1. Viabilidad.	17
2.2. Caracterización de la población	17
2.3. Conceptos de diseño.	19
2.4. Tipos de enlaces inalámbricos.	19
2.4.1. Enlaces Punto – Punto (Equipos Mikrotik).	19
2.4.2. Enlaces Punto – Multipunto (Equipos Mikrotik).	20
2.5. Equipos necesarios para el enlace punto a punto.	21
2.5.1. Routers inalámbricos mikrotik.	22
2.5.2. Antenas.	23
2.5.3. Antena grillada 5.8GHz 27dbi Qpcom Qpao58g27	25
2.5.4. Descargas transitorias e interferencias.	26

2.5.4.1. Transitorios.	26
2.4.42. Interferencias	26
2.5.5. Funcionamiento estación transmisora.	27
2.5.6. Funcionamiento estación receptora.	27
2.5.7. Equipos de energía de soporte.	27
2.6. Equipos necesarios para la solución inalámbrica en el interior de las instalaciones de la escuela Rural María Auxiliadora.	29
2.6.1. Arquitectura de red.	29
2.6.1.1. SS (Station Service)	31
2.6.1.2. DSS (Distribution System Service)	31
3. ENLACE PUNTO A PUNTO.	34
3.1. Descripción del área de trabajo.	34
3.2. Funcionamiento software (configuración equipos mikrotik).	38
3.2.1. Software routers.	38
3.2.1.1. Winbox.	39
3.2.1.2. Opciones Winbox.	40
3.2.1.3. Características Winbox.	40
3.3. Mikrotik routers – enlaces punto- punto.	41
3.3.1. Configuración AP.	41
3.3.2. Configuración IP.	44
3.3.3.configuración estación receptora o cliente.	47
4. CONFIGURACIÓN DE LA RED INALÁMBRICA EN LAS DEL COLEGIO RURAL MARÍA AUXILIADORA.	53
4.1. Características Principales de las Red Wi-Fi	53
4.2. Implementación de la solución de conectividad WIFI.	53
4.2.1. Diseño.	53
4.2.2. Punto de acceso o Access Point AP.	54
4.3.3. Configuración de PC dentro de las instalaciones del plantel educativo María auxiliadora.	59
5. Conclusiones.	
Bibliografía.	
Anexos.	

## LISTA DE TABLAS.

	Pág.
Tabla 1: Comparativa de velocidades de las instalaciones inalámbricas.	16
Tabla 2. Resumen de todos los servicios IEEE.	32
Tabla 3: Presupuesto enlace punto a punto.	64
Tabla 4: Presupuesto solución Wi-fi	65
Tabla 5: Presupuesto solución vía terrestre	66

## LISTA DE FIGURAS.

	Pág.
Figura 1: Símbolo internacional miembros alianza Wi-fi	12
Figura 2: Edades promedio población beneficiada.	18
Figura 3: Caracterización población beneficiada.	18
Figura 4: Enlace punto a punto.	20
Figura 5: Enlace punto multipunto.	21
Figura 6: vista física RouterBOARD Metal 5SHPn	22
Figura 7: Patrón de radiación de una antena omnidireccional.	23
Figura 8: Patrón de radiación de una antena direccional.	23
Figura 9: Aspecto físico y especificaciones técnicas antena grilla	26
Figura 10: UPS SU1000XLA marca Tripp Lite.	28
Figura 11: Componentes de Lan´s	29
Figura 12: Servicio extendido	30
Figura 13: Modelo OSI	32
Figura 14: Escenario de red punto a punto.	34
Figura 15: Localización Geográfica proveedor servicio de internet ISP	35
Figura 16: Localización Geográfica escuela María Auxiliadora.	35
Figura 17: Localización Geográfica Puntos a enlazar	36
Figura 18: Viabilidad del enlace propuesto.	37
Figura 19: Apuntamiento y fijación en el mástil de la grilla	38
Figura 20: Ventana e icono de Winbox.	38
Figura 21: Identificación de la mikrotik	40
Figura 22: ventana de principal.	40
Figura 23: configuración de la mikrotik.	41
Figura 24: Opciones mikrotik	42
Figura 25: Escaneo de frecuencia	42
Figura 26: configuración de la estación en emisora	43
Figura 27: Establecer seguridad mediante protocolo NV2.	44
Figura 28: Configuración de direcciones IP	45
Figura 29: Realización de ping entre los enlaces	45
Figura 30: Realización de ping entre los enlaces	45
Figura 31: Identificación de conectividad con el proveedor ISP.	46
Figura 32: Generación de backup.	46
Figura 33: Configuración estación receptora.	47

Figura 34: Elección de la señal emitida por la estación emisora.	48
Figura 35: Ingreso de contraseña NV2 en el cliente	48
Figura 36: Establecido el enlace punto a punto entre los 2 equipos mikrotik.	49
Figura 37: Registrar direcciones MAC.	50
Figura 38: Access list imágenes a continuación.	51
figura 39: Connect List imágenes a continuación.	51
Figura 40: Ping entre direcciones MAC	52
Figura 41: Diseño red Inalámbrica en el interior del plantel educativo María Auxiliadora.	54
Figura 42: Aspecto físico y características técnicas RB2011UAS 2HnD-IN-	55
Figura 43: configurando DHCP Server interface wlan1	56
Figura 44: configuración cantidad de equipos o PC que pueden tener acceso inalámbrico.	56
Figura 45: Puerta de enlace o salida a internet.	57
Figura 46: Rango de direcciones IP configuradas	57
Figura 47: DNS preferidos.	58
Figura 48: Configuración de vigencia de direcciones IP.	58
Figura 49: Configuración satisfactoria del DHCP Server	59

## INTRODUCCIÓN.

Con el paso de los años, la sociedad ha experimentado un gran cambio en lo referente al manejo de la información, así como en la forma de comunicarse, internet significa la aparición de una herramienta imprescindible para toda la sociedad, haciéndose indispensable, siendo un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible que surgió como alternativa a las redes LAN cableadas o incluso como una extensión de las mismas. Con el paso del tiempo, las WLAN han ido adquiriendo importancia para compartir el acceso a internet entre varios ordenadores frente a otras alternativas de conexión.

El proporcionar accesos de alta capacidad es algo muy importante, ya que Internet constituye una de las innovaciones más importantes de esta época, por los sustanciales beneficios que aporta a las economías y a las sociedades. La posibilidad de comunicar información a alta velocidad y a través de distintas plataformas es algo esencial para el desarrollo de nuevos bienes y servicios. La disponibilidad de servicios de banda ancha constituye un elemento que permite a las colectividades locales dar soporte a una importante gama de servicios como telemedicina, educación, desarrollo rural y ocio.

Los servicios de banda ancha se prestan utilizando distintas combinaciones de tecnologías de redes de comunicaciones. Las tecnologías se apoyan en infraestructuras de transmisión fija o radioeléctrica y pueden sustituirse o complementarse mutuamente en función del caso. Cada tecnología cuenta con características distintivas e incide de distinta manera en la capacidad y las posibilidades generales de la red.

La elección de la tecnología dependerá del entorno en el que se pretenda habilitar la red, del tipo de uso que se le quiera dar y sobre todo del costo. Las redes cableadas proporcionan una mayor fiabilidad y flexibilidad de adaptación de las instalaciones a la evolución de la tecnología, en el sentido de que proporcionan un ancho de banda y unos retardos capaces de soportar nuevos tipos de servicios, pero su instalación es costosa y lenta. Por el contrario, las redes inalámbricas permiten hacer despliegues rápidos y una mayor facilidad de ajuste económico de la instalación. Además tienen un entorno ideal de aplicación en orografías complicadas, como las que se pueden dar en las que pueden reinar en cualquier lugar.

Las desventajas respecto a las redes cableadas son el menor ancho de banda proporcionado, el uso de un medio físico inestable, el problema de la seguridad de las comunicaciones y el hecho de que hay que gestionar el espectro radioeléctrico.

La tendencia actual en el área de las comunicaciones, va hacia la utilización de sistemas de comunicaciones inalámbricos portátiles, ya que se cuenta con altas velocidades de conexión y esto ha repercutido, tanto en el ámbito empresarial como en el personal, permitiendo que los usuarios no dependan de cables que les obliguen a permanecer conectados físicamente a la red.

En la presente monografía se abarcará el diseño de una red inalámbrica punto a punto que proporcionará interconexión de banda ancha entre un proveedor externo que se encuentra ubicado en el hospital Universitario San Rafael de la ciudad de Girardot y el plantel educativo María Auxiliadora de la vereda El Guabinal, por otro lado, el de proveer una solución inalámbrica dentro de las instalaciones del mismo plantel educativo

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general.**

Desarrollar una solución acorde con los recursos y las necesidades del plantel Educativo María Auxiliadora.

### **Objetivos específicos.**

- Realizar un enlace punto a punto entre el proveedor del servicio internet y la escuela María Auxiliadora.
- Suministrar el servicio de Internet a la Escuela María Auxiliadora de la vereda Guabinal Cerro.
- Brindar opciones de seguridad y administración en el enlace y la red local.

## 1. TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS.

La tecnología inalámbrica está conviviendo en el mundo desde hace muchos años, nada menos que desde principios de los 90, aunque de manera desordenada, debido a que cada fabricante desarrollaba sus propios modelos, generando por ende dificultades entre sí. A principios de esta década, compañías como Lucent, Nokia o Symbol Technologies, se reunieron para crear una asociación conocida como WECA (Wireless Ethernet Compatibility), La WECA tenía como misión certificar la interoperabilidad y compatibilidad entre diferentes fabricantes de productos wireless bajo el estándar IEEE802.11.

**FIGURA 1: Símbolo Internacional Miembros Alianza Wi-Fi**



**Fuente:** <http://www.wificlub.org/wp-content/uploads/2010/01/wi-fimemberlogo1.jpg>

La WECA fue fundada por 3Com, Cisco, Intersil, Agere, Nokia y Symbol en Agosto de 1999, con el compromiso de impulsar el desarrollo a nivel mundial de la tecnología de LAN inalámbrica bajo el estándar IEEE 802.11. La lista de miembros se ha incrementado hasta 170 compañías participantes. Desde entonces, Intermec, Microsoft e Intel han formado el comité de dirección de WECA, esta, establece un procedimiento de certificación para garantizar la interoperabilidad de los dispositivos entre fabricantes que en 2003 pasó a llamarse Wi-Fi Alliance. Aquellos dispositivos con el logo WiFi gozan de esa garantía de interoperabilidad. Wi-Fi fue creado para ser utilizado en redes locales inalámbricas cuyo objetivo, era no sólo el fomento de la tecnología Wifi, sino establecer estándares para que los equipos dotados de esta tecnología inalámbrica fueran compatibles entre sí.

En abril de 2000 se establece la primera norma: Wifi 802.11b, que utilizaba la banda de los 2.4Ghz y que alcanzaba una velocidad de 11Mbps. Tras esta

especificación llegó 802.11a, que generó algunos problemas entre Estados Unidos y Europa por la banda que se utilizaba (5 Ghz). Mientras que en Estados Unidos esta banda estaba libre, en Europa estaba reservada para fines militares, situación que paralizó un tanto esta tecnología inalámbrica, sobre todo teniendo en cuenta que la mayoría de los fabricantes de dispositivos (norteamericanos en su mayor parte), tardaron en reaccionar ante la imposibilidad de vender sus productos en el viejo continente.

Tras muchos debates se aprobó una nueva especificación, 802.11g, que al igual que la "b" utilizaba la banda de los 2,4GHz pero multiplicaba la velocidad hasta los 54Mbps. Llegado el momento en que tres especificaciones diferentes conviven en el mercado, se da el caso de que son incompatibles, por lo que el siguiente paso fue crear equipos capaces de trabajar con las tres, saltando "en caliente" de unas a otras, y lanzado soluciones que se etiquetaban como "multipunto"

Cuando se da este caso la banda de los 5GHz, anteriormente reservada para usos militares, se habilitó para usos civiles, lo que fue un gran adelanto no sólo porque es ese momento ofrecía la mayor velocidad, sino porque no existían otras tecnologías inalámbricas, como Bluetooth, Wireless USB o ZigBee que utilizan la misma frecuencia.

Hoy estamos inmersos en la especificación 802.11n, que trabaja a 2,4GHz a una velocidad de 108 Mbps, una velocidad que gracias a diferentes técnicas de aceleración, es capaz de alcanzar 802.11g.

En los últimos años se viene produciendo un cambio constante de información impulsado por la imparable transformación de la sociedad del siglo XXI. Las competencias y saberes demandados por las nuevas estructuras productivas, y también por las nuevas competencias empresariales, tratando de brindar un excelente servicio.

Dando pie a la necesidad de equipos y aplicaciones informáticas sofisticadas, también se debe tener en cuenta que si hay ausencia de estrategias para hacer útil esa tecnología, en el desarrollo de habilidades propias del trabajador y personas que integran estas entidades, Por ello, tienen interés las investigaciones orientadas a poner de manifiesto las condiciones óptimas en que debe desarrollarse una o varias aplicaciones apoyadas en el uso de nuevas herramientas de trabajo.

Gracias a la aparición y al éxito de los protocolos de comunicación inalámbrica se ha producido una gran difusión en la utilización de dichas redes, debido fundamentalmente a la interoperabilidad del equipamiento producido por distintos fabricantes. Esto ha promovido que se desarrollen productos de manera veloz, haciendo además que los precios se hayan visto disminuidos gracias al volumen de producción.

## 1.2. Tipos de redes o tecnologías inalámbricas.

Las diferentes tecnologías inalámbricas se suelen agrupar basándose en el radio de acción de cada una de ellas:

- 1.2.1. **Redes inalámbricas de área extensa (WWAN, *Wireless Wide Area Network*):** Son el tipo de redes que tienen una cobertura más amplia. La familia de estándares IEEE 802.20 o UMTS son los más representativos de este tipo de redes.
- 1.2.2. **Redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN, *Wireless Metropolitan Area Network*):** Tienen un rango de acción promedio de unos 20 Km, y el estándar más destacado en este campo es el 802.16 (WiMAX).
- 1.2.3. **Redes inalámbricas de área personal (WPAN, *Wireless Personal Area Network*):** Son las que tienen un rango de acción limitado, estando este restringido a unas decenas de metros. El estándar más representativo es el IEEE 802.15.1 (Bluetooth).
- 1.2.4. **Redes inalámbricas de área corporal (WBAN, *Wireless Body Area Network*):** Tienen rango de acción muy limitado, y está constituida por sensores que se implantan o que son acoplados de alguna manera al cuerpo humano, y que monitorizan parámetros vitales. Estos parámetros son enviados de forma inalámbrica a una estación base, desde la cual se toman estos datos para analizarlos.
- 1.2.5. **Redes inalámbricas de área local (WLAN, *Wireless Local Area Network*):** Pensadas para cubrir áreas de unos pocos centenares de metros, son las que mayor impulso han tenido gracias al estándar IEEE 802.11 (WiFi) y sus numerosas variantes, con la cual se pretende aplicar la mejor solución de conectividad para la escuela rural María Auxiliadora de la vereda El Guabinal cerro.

## 1.3. Ventajas redes inalámbricas.

Las ventajas que presentan las redes inalámbricas son las siguientes:

- 1.3.1. **Flexibilidad:** Son flexibles debido a que permiten interconectar ubicaciones complicadas, y que además de puede ajustar de manera sencilla a los requerimientos impuestos.

- 1.3.2. Escalabilidad:** Esta cualidad se refiere a la posibilidad de adaptar y ampliar rápidamente las cualidades de la red en lo que a cobertura y ancho de banda se refiere.
- 1.3.3. Rapidez de despliegue:** El despliegue de una red inalámbrica suele ser por lo general bastante rápido, sobre todo si existe ya un equipamiento o una infraestructura previa (torres de comunicación, farolas, depósitos de agua ubicados a grandes alturas) que pueda ser aprovechada para llevar a cabo la instalación.
- 1.3.4. Costos reducidos:** Dependerá del caso, pero en general resulta menos costoso el despliegue de una red inalámbrica que una cableada, sobre todo si se dan de nuevo las condiciones citadas en el apartado anterior de que existan unas infraestructuras previas que puedan aprovecharse.

#### **1.4. Desventajas redes inalámbricas.**

También hay que tener en cuenta que no todo son ventajas en las redes inalámbricas. Los problemas que se presentan son los siguientes:

- 1.4.1. Interferencias:** La propagación de ondas electromagnéticas a través del interfaz aire lleva implícito el riesgo de que puedan interferirse unas con otras. La solución a este problema pasa por la legislación del uso de espectro radioeléctrico en cuanto a frecuencias utilizadas y potencias permitidas en cada una de esas frecuencias.
- 1.4.2. Inestabilidad del medio físico:** La propagación electromagnética a través del interfaz aire es un fenómeno altamente complejo que se ve afectado por elementos como las condiciones atmosféricas, presencia de ruido de fondo, interferencias no controladas y otras modificaciones del medio físico que hacen que las condiciones de los radioenlaces tengan por lo general una gran variabilidad.
- 1.4.3. Velocidad de transmisión y retardos:** Los factores descritos en los dos puntos anteriores son los que provocan que las velocidades de transmisión sean menores y los retardos mayores que en las transmisiones llevadas a cabo por medios cableados.
- 1.4.4. Seguridad:** Los datos transmitidos por el interfaz aire son susceptibles de ser escuchados por cualquiera que tenga los medios adecuados. Gracias al desarrollo de mecanismos de autenticación y encriptación, este problema queda solventado, siempre y cuando estos mecanismos sean implementados de manera adecuada.

Es necesario aclarar la diferencia entre velocidad de transmisión en el aire y velocidad real (comúnmente conocida como throughput). Cuando se habla de velocidad de transmisión en el aire se incluye la información de usuario así como toda aquella información adicional para asegurar el intercambio fiable de información (protocolos, verificación errores, etc.), mientras que cuando hablamos de velocidad real es la velocidad en cuanto a transferencia de datos que observa el usuario. Una manera de medir este último, es monitoreando la velocidad de transmisión en el puerto Ethernet de los equipos mientras se está usando alguna aplicación que consuma todo el ancho de banda (como puede ser una transferencia de archivos mediante FTP). Es importante realizar todo el diseño, en cuanto a ancho de banda se refiere, basándose siempre en la velocidad real. En la siguiente tabla se muestra una comparativa general, que depende en concreto del equipamiento utilizado, de las diferentes tecnologías.

**Tabla 1: Comparativa de velocidades de las instalaciones inalámbricas.**

<b>Tecnología</b>	<b>Velocidad máxima Interfaz aire</b>	<b>Velocidad máxima real</b>
<b>WiFi 802.11b</b>	11 Mbps	~5,5 Mbps
<b>WiFi 802.11g</b>	54 Mbps	~24 Mbps
<b>Pre-WiMAX</b>	54 Mbps	~30 Mbps
<b>WiMAX</b>	75 Mbps	~40 Mbps

Fuente: <http://blogcmt.com/2010/05/28/conceptos-basicos-de-telecos-redes-inalambricas-fijas-y-en-bandas-de-uso-comun/>.

Una vez comprobado el potencial a desarrollar y las dificultades asociadas al uso de este recurso, se ha procedido a la construcción de un entorno constructivista de modernización basado en el desarrollo de las redes inalámbricas WI-Fi enfocado en un entorno real, que para mejor comprensión se desarrollara en tres capítulos o escenarios de vanguardia.

## **2. CONSIDERACIONES GENERALES.**

### **2.1. Viabilidad.**

En el mundo de hoy en día la tecnología avanza a pasos agigantados y es por esto que las empresas, instituciones educativas y demás entes tratan de mantenerse competitivas, recurriendo a mejores medios tecnológicos que les permita estar a la vanguardia, es por esto que nace la idea de un estudio para ofrecer una solución totalmente inalámbrica, en el cual se evidencie los conocimientos adquiridos en el diplomado de redes Wlan dictado por la Universidad Minuto de Dios y así poder optar al título de tecnología En Informática.

Ya entrando en el tema de las redes Wlan o inalámbricas, como se ha descrito en las líneas anteriores las conexiones Wi-fi proveen un sin número de soluciones prácticas de conexiones móviles, permitiendo realizar entornos mucho más dinámicos y totalmente funcionales para las personas, instituciones educativas entonos empresariales y cualquier sin número de aplicaciones más, es por eso que se toma como referente para poder aplicar los conocimientos previamente adquiridos en un entorno real, como lo es el de poder brindar una solución de conexión a internet a la escuela rural María Auxiliadora de la vereda El Guabinal, que se encuentra a 5 kilómetros aproximadamente del casco urbano de Girardot, la cual ha abierto sus puertas para permitir el desarrollo del mismo.

Después de realizada la entrevista con el Director de la Institución educativa se expusieron las temáticas a tratar, así como las posibles soluciones para ofrecer una red inalámbrica, que permite una conexión permanente a internet con alta velocidad de transferencia, movilidad y cien por ciento libre de cables que faciliten el movimiento de sus alumnos y personal administrativo dentro de las instalaciones de la sede educativa y así poder brindar un ambiente idóneo y de alta productividad para los mismos.

### **2.2. caracterización de la población.**

La población objeto de este estudio, y la cual se va haber completamente beneficiada con este proyecto, es un grupo de 100 personas, las cuales van a tener el beneficio de utilizar las aulas de informática de la escuela María Auxiliadora y desde allí poder ingresar a Internet, haciendo de su cotidianidad académica mucho más amena e integral, cumpliendo así, con estándares de calidad, y estar a la vanguardia en el uso de las herramientas TIC.

El grupo de personas están comprendidas de la siguiente manera.

❖ Por edad.

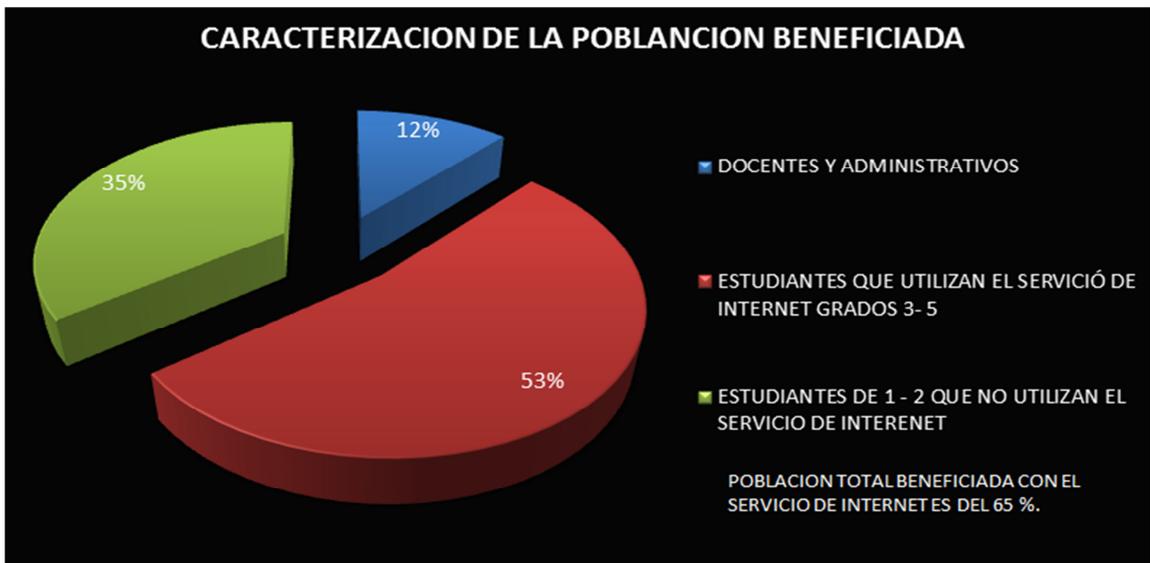
**Figura 2: Edades promedio población beneficiada.**



Fuente y diseño: Javier Castelblanco – Jaime Velasquez.

❖ Docentes, administrativos y alumnos.

**Figura 3: Caracterización población beneficiada.**



Fuente y diseño: Javier Castelblanco – Jaime Velasquez.

### **2.3. Conceptos de diseño.**

Como se sabe para poder garantizar el correcto funcionamiento del enlace es necesario, que entre los puntos a conectar exista línea de vista directa o en lo posible un rango para producir una acción de emisión y recepción, es decir, que entre el enlace exista una altura libre de obstáculos para la adecuada propagación de las ondas electromagnéticas en cualquier condición medio ambiental que se presente en la región donde se va a implementar la solución

Para poder calcular las alturas libres debe conocerse la topografía del terreno, así como la altura y ubicación de los obstáculos que puedan existir en el trayecto.

El diseño de un radio enlace se puede resumir en los siguientes pasos:

- Definir el modo de transmisión, es decir en condiciones de visibilidad directa o con un rango que emisión tolerable para la comunicación, donde este puede ser punto a punto o transmisión omnidireccional.
- Tener en cuenta los diferentes factores que pueden degradar la señal como por ejemplo el ruido de otros enlaces, estaciones de radio, edificios, etc.
- El alcance deseado dependerá especialmente de la potencia de los equipos a transmitir.
- Tener en cuenta bajo qué condiciones se producirá las pérdidas o atenuación de la señal.

Una vez analizado la parte técnica, para la implementación del enlace deberá tener en cuenta:

- Elección del sitio de instalación y el proveedor del servicio de internet.
- Topografía del terreno y cálculo de la altura del mástil para la antena.
- Cálculo completo del radio enlace, estudio de la trayectoria del mismo y los efectos a los que se encuentra expuesto.
- Prueba posterior a la instalación del radio enlace, y su posterior puesta en servicio con tráfico real.

### **2.4. Tipos de enlaces inalámbricos.**

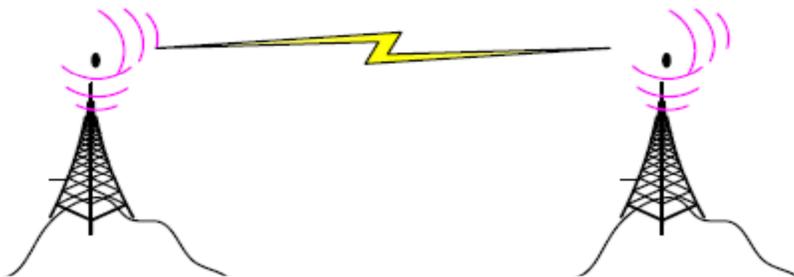
Los enlaces inalámbricos ofrecen la posibilidad de llegar con un servicio, en este caso el Internet a lugares de difícil acceso donde no existen otras posibilidades de servicios de telecomunicaciones. Con esto se pueden citar algunas de las conexiones y configuraciones más usuales dentro de los enlaces inalámbricos, aunque existen infinidad de configuraciones, así como de posibilidades, dependiendo de las que el cliente necesite.

**2.4.1. Enlaces Punto – Punto (Equipos Mikrotik).** Las redes punto a punto son aquellas que responden a un tipo de arquitectura de red en las que cada canal de datos se usa para comunicar únicamente dos nodos. En una red punto a punto, los dispositivos en red actúan como socios iguales, o pares entre sí. Los enlaces que interconectan los nodos de una red punto a punto se pueden clasificar en tres tipos según el sentido de las comunicaciones que transportan:

- ✓ **Simplex.-** La transacción sólo se efectúa en un solo sentido, la cual se utilizara para brindar la solución inalámbrica al plantel educativo María Auxiliadora.
- ✓ **Half-dúplex.-** La transacción se realiza en ambos sentidos, pero de forma alternativa, es decir solo uno puede transmitir en un momento dado, no pudiendo transmitir los dos al mismo tiempo.
- ✓ **Full-Dúplex.-** La transacción se puede llevar a cabo en ambos sentidos simultáneamente.

Cuando la velocidad de los enlaces Semi-dúplex y Dúplex es la misma en ambos sentidos, se dice que es un enlace simétrico, en caso contrario se dice que es un enlace asimétrico.

**Figura 4: enlace punto a punto.**



Fuente: <http://www.redeszone.net/2011/02/08/calcula-los-enlaces-wi-fi-punto-a-punto-con-la-aplicacion-web-de-ubiquiti/&usg>.

Los enlaces punto - punto pueden conseguir un mayor alcance utilizando antenas de grilla o plato tanto en el receptor como en el transmisor; permitiendo expandir a una red de forma fácil y rápida. La velocidad de transferencia conseguida con estos tipos de enlaces tiene un promedio 10Mbytes, sin ninguna dificultad, y esta es la mejor solución que se adecua a nuestro caso de estudio.

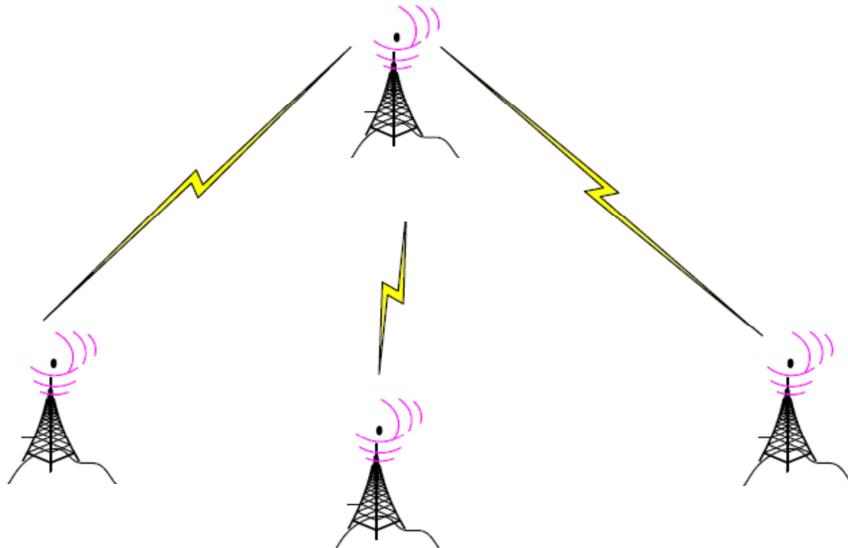
**2.4.2. Enlaces Punto – Multipunto (Equipos Mikrotik).** El **enlace punto a multipunto** es la versión del punto a punto para la conexión rápida y fiable de más de dos instalaciones. Para reducir costes, este sistema consta de una instalación central dotada de una antena multidireccional, a la que apuntan las antenas direccionales del resto de centros. Esto da

una capacidad igual a la del punto a punto, pero extensible hasta a 16 centros.

Algunas de las aplicaciones de este tipo de redes permiten:

- Mantener una constante comunicación con las diferentes sucursales de una empresa, permitiéndome compartir base de datos, acceso, etc.
- Implementar redes de voz sobre IP, permitiéndome reducir costos de llamadas entre sucursales.
- Venta de acceso a Internet (I.S.P.).
- Monitoreo a través de cámaras de vigilancia.

**Figura 5: enlace punto multipunto.**



Fuente: <http://gecca.wordpress.com/wifi/>.

## **2.5. Equipos necesarios para el enlace punto a punto.**

En el enlace propuesto para la solución inalámbrica de la institución educativa María Auxiliadora es un enlace punto-punto el cual será provisto desde el Hospital Universitario San Rafael hasta las instalaciones de la sede educativa que se encuentra en la vereda El Guabinal. Para lo cual se ha optado por usar equipos Mikrotik, en cada nodo; ya que estos presentan los siguientes beneficios:

- Son económicos con respecto a otras marcas de equipos que se consiguen en el mercado, y son unos de los pocos que ofrecen opciones como los RouterBOARD Mikrotik.
- Se pueden obtener velocidades de hasta 108Mbps en una transmisión inalámbrica.

- Se pueden conseguir distancias de conexión hasta de 70 kilómetros (con antenas externas) sin repetidoras.
- El Mainboard incluye un software pre-instalado que permite:
  - Soporte para IP - NAT, Routing, DHCP server, DHCP client
  - Seguridad - firewall y VPN.
  - Queues Tree, Queues Simple.
  - Control de ancho de banda, Proxy, contabilidad, HotSpot.
  - Instalación rápida y simple para la estación base y clientes.
  - Fácil control y Monitoreo
  - Acceso a Internet confiable y constante durante las 24 hs del día.

### 2.5.1. Routers inalámbricos mikrotik.

Los Equipos inalámbricos Mikrotik proveen varios productos interesantes, entre estos están: El sistema operativo RouterOs y distintas tarjetas madre (motherboards) con el sistema operativo RouterOs pre instalado. Estas tarjetas son mini CPU que proveen avanzadas prestaciones, entre ellas conectividad inalámbrica usando tarjetas miniPCI Atheros, control de ancho de banda, QoS, control de usuarios y mucho más.

En el mercado existe una gran variedad de Mainboard RouterBOARD con características distintas en función de aplicación que se le desee dar, le que se adapta a nuestras necesidades es la Metal 5SHPn, es completamente resistente al agua y cualquier condición de clima, es un dispositivo inalámbrico que opera al aire libre totalmente sellado, diseño industrial caja de metal, impulsado por RouterBOARD y RouterOS. 1300mW de potencia de salida la cual permite obtener gran alcance en cualquier condición.

Viene con licencia nivel 4, opera en el rango de las 5Ghz puede ser utilizado como punto de acceso, para hacer inalámbricas punto-a-punto o multipunto, Tiene incorporado un conector N-macho y los puntos de fijación del poste, así que se puede conectar a una antena directamente o utilizar un cable de antena estándar. LED indicadores de señal que sea fácil de instalar y alinear. Su costo en el país es de aproximadamente \$ 330.000 con IVA incluido.

**Figura 6: vista física RouterBOARD Metal 5SHPn**



Fuente: <http://routerboard.com/RBMetal5SHPn>

## 2.5.2. Antenas.

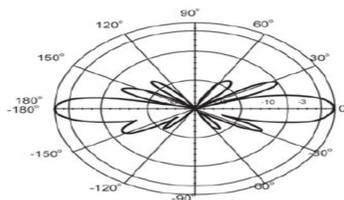
Una antena es un elemento que forma parte importante en un enlace, especialmente cuando este tiene que alcanzar una distancia considerable o cubrir un área determinada. La función principal de una antena es la de emitir y recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Básicamente podemos clasificar las antenas en dos tipos: aquellas que deben expandir en lo posible la potencia radiada, es decir, no deben ser directivas (radioenlaces punto-multipunto) y las que deben serlo para canalizar la potencia en una dirección y no interferir a otros servicios (radioenlaces punto-punto).

El funcionamiento de una antena está definido por los siguientes parámetros:

**Patrón de radiación:** no es más que una gráfica en donde se representa las características de radiación de la antena en función de su azimut “dirección” y elevación. Por su patrón de radiación se pueden clasificar las antenas por la directividad de la antena (antena isotrópica, antena direccional, antena bidireccional, antena omnidireccional)

A continuación se podrá evidenciar como irradia una antena omnidireccional dipolo. La figura que describe es un toroide, donde en el eje del toroide es la antena omnidireccional.

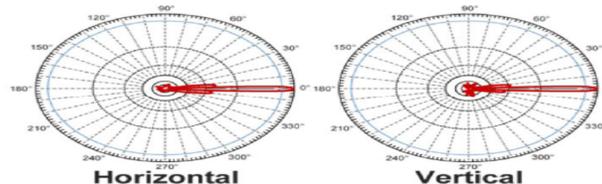
**Figura 7: patrón de radiación de una antena omnidireccional.**



Fuente: [http://tache.gnu.org.ve/?page\\_id=986](http://tache.gnu.org.ve/?page_id=986)

Por otro lado se tiene el diagrama de radiación de una antena direccional, se ve que no es perfecto, no es un rayo ni nada parecido.

**Figura 8: patrón de radiación de una antena direccional.**



Fuente: [http://tache.gnu.org.ve/?page\\_id=986](http://tache.gnu.org.ve/?page_id=986)

Los parámetros más importantes del diagrama de radiación son:

- ✓ Dirección de apuntamiento: Es la de máxima radiación. Directividad y Ganancia.
- ✓ Lóbulo principal: Es el margen angular en torno a la dirección de máxima radiación.
- ✓ Lóbulos secundarios: Son el resto de máximos relativos, de valor inferior al principal.
- ✓ Ancho de haz: Es el margen angular de direcciones en las que el diagrama de radiación de un haz toma el valor de la mitad del máximo. Es decir, la dirección en la que la - potencia radiada es 3 dB menos.
- ✓ Relación de lóbulo principal a secundario (SLL): Es el cociente en dB entre el valor máximo del lóbulo principal y el valor máximo del lóbulo secundario.
- ✓ Relación delante-atrás (FBR): Es el cociente en dB entre el valor de máxima radiación y el de la misma dirección y sentido opuesto.

**Directividad.** La Directividad ( $D$ ) no es más que la relación entre la intensidad de radiación de una antena en la dirección del máximo y la intensidad de radiación de una antena isotrópica que radia con la misma potencia total.

$$D = U (max) / U (iso) \text{ [dBi.]}$$

**Ganancia (G):** Es un factor que indica en donde existe la mayor concentración de radiación de una antena.

$$G = 10 \log [4\pi * U (max) / P (in)] \text{ [dB]}$$

**Eficiencia:** Es la Relación entre la potencia radiada y la potencia entregada a la antena.

$$e = P(r) / P (in) = G / D$$

**Impedancia de entrada:** Es la impedancia de la antena en sus terminales. Es la relación entre la tensión y la corriente de entrada. La impedancia es un número complejo. La parte real de la impedancia se denomina Resistencia de Antena y la parte imaginaria es la Reactancia. La resistencia de antena es la suma de la resistencia de radiación y la resistencia de pérdidas.

$$Z = \frac{V}{I}$$

**Anchura de haz:** Está relacionado con el diagrama de radiación. Ya que es angular en el que la densidad de potencia radiada es igual a la mitad de la potencia máxima (-3dB).

**Polarización:** La polarización electromagnética es aquella que determina la dirección, como la figura geométrica que traza el extremo del vector campo eléctrico a una cierta distancia de la antena, al variar el tiempo.

**Relación Delante/Atrás:** Este parámetro se define como la relación existente entre la máxima potencia radiada en una dirección geométrica y la potencia radiada en la dirección opuesta a esta.

**Resistencia de radiación:** Cuando se le suministra potencia a una antena, parte de ella se irradia y otra parte, se convierte en calor disipándose. La resistencia de radiación es igual a la relación de la potencia radiada por la antena al cuadrado de la corriente en su punto de alimentación,

$$R_r = \frac{P}{i^2}$$

Siendo:

*R<sub>r</sub>* = Resistencia de radiación (Ohms)

P = Potencia radiada por la antena (Watts)

i = Corriente de la antena en el punto de alimentación (Amperes)

Se podría obtener la eficiencia de una antena, dada que es la relación de la potencia radiada y la potencia disipada.

### 2.5.3. Antena grillada 5.8GHz 27dbi Qpcom Qpao58g27

Este tipo de antena es ideal para conexiones a largo alcance, altamente direccional de 5.8GHz. Estas antenas son ideales para los sistemas de punto a punto, punto a multipunto y puentes inalámbricos. Su diseño compacto y aleación de aluminio hace que sea casi invisible en la mayoría de las instalaciones, y puede ser instalado, ya sea para la polarización vertical u horizontal, y es altamente resistente a cualquier condición climática. Esta suministra una inclinación de 60 grados y giro kit de montaje del mástil. Esto permite la instalación en diversos grados de inclinación para un fácil alineamiento.

Aplicaciones

- ✓ Retransmite internet sin línea telefónica (donde no llega la red Telefónica).

- ✓ Interconecta sucursales y oficinas de empresas públicas y privada (Wireless LAN).
- ✓ Telefonía por IP (VOIP).
- ✓ Vigilancia y monitoreo remoto, cámaras IP.
- ✓ Proveer servicios de internet inalámbrico (ISP inalámbrico).

### Ventajas

- ✓ Opera en todo tipo de clima
- ✓ Ideal para aplicaciones punto a punto
- ✓ Construcción de acero soldada con autógena
- ✓ Fácil de armar, diseño compacto
- ✓ Compatible con todas las marcas de Access Point 802.11b , 802.11g

**Figura 9: Aspecto físico y especificaciones técnicas antena grillada.**



<b>Frecuency</b>	5725-5850 MHZ		
<b>Gain</b>	27dBi		(400 x 600 mm)
<b>Polarization</b>	Horizontal or Vertical	<b>Mounting</b>	2in. (50.8 mm) diameter mast max.
<b>Horizontal Beam Width</b>	6°	<b>Operating Temperature</b>	-40° C to 85° c
<b>Vertical Beam Width</b>	9°	<b>Lighting Protection</b>	(-40° f TO 185° F)
<b>Front to Back Ratio</b>	25dB	<b>RoHS Compliant</b>	Yes
<b>Impedance</b>	50 Ohm	<b>Connector</b>	N-Female
<b>Max. Input Power</b>	100 Watts		
<b>VSWR</b>	< 1.5:1 avg.		
<b>Weight</b>	5,3 lbs, (2,4 kg)		
<b>Grid Dimensions</b>	15.7 x 23.6 inches		

Fuente: [http://tache.gnu.org.ve/?page\\_id=986](http://tache.gnu.org.ve/?page_id=986)

#### **2.5.4. Descargas transitorias e interferencias.**

Este tipo de descargas siempre han sido un serio problema en equipos electrónicos ya que la mayoría de estos están conformados por chips sensibles, para ello se tienen que tomar algunas medidas de seguridad como la puesta a tierra.

**2.5.4.1. Transitorios.** Los transitorios son ocasionados especialmente en los puestos de interconexión de datos, y los de control de bajo voltaje, originados generalmente por.

- ✓ Descargas atmosféricas.
- ✓ Interrupción de cargas inductivas.
- ✓ Descargas electrostáticas.

**2.5.4.2. Interferencias:** Que no son más que voltajes de una magnitud de decenas de volts a varios miles de volts y, con duración de unas decenas de nanosegundos a unas centenas de microsegundos. La forma de eliminar estos es conectando los componentes al sistema de tierra para así proteger los equipos de estos daños.

#### **2.5.5. Funcionamiento estación transmisora.**

Una estación transmisora forma parte fundamental en un enlace, ya que se encarga de codificar señales ópticas, mecánicas o eléctricas, las amplifica, finalmente las emite como ondas electromagnéticas a través de una antena. Para que el equipo Mikrotik, funcione como transmisor de una señal, este tiene que disponer de la información a transmitir, y ser configurado como un Access Point (AP).

Ya que la información a transmitir por el enlace es para un ISP, brindado por una empresa proveedora del servicio de internet, la misma que a través de sus router proporcionaran un rango de IP públicas y privadas para que el usuario final disponga de este servicio. Una vez proporcionado el servicio de internet por la empresa, se procederá realizar la interfaz con el equipo que transmitirá la información en este caso a nuestro RouterBOARD, que realizará el proceso correspondiente para generar las señales eléctricas en recibir ondas electromagnéticas así como propagarlas hacia el espacio libre.

#### **2.5.6. Funcionamiento estación receptora.**

Una estación receptora es el dispositivo encargado de recuperar las diferentes señales enviadas por transmisor, convertirlas para que cumplan su propósito o simplemente para volver a ser retransmitidas al espacio libre por medio de otro

transmisor. La tecnología Mikrotik permite que el mismo mainboard con dos diferentes tarjetas Wireless funcionar como receptor y como transmisor a la vez, sin la necesidad de realizar una conexión física.

### 2.5.7. Equipos de energía de soporte.

Tener un equipo de soporte de energía a disposición en una estación base es de vital importancia ya que en caso apagones, caídas de tensión y disturbios en las líneas de alta tensión, podemos garantizar el funcionamiento en los equipos de transmisión. Las pérdidas de datos y tiempos improductivos hasta reparaciones y ajustes especializados a equipos sofisticados que utilizan cooperativas, empresas financieras, medicas, transmisión de datos, telecomunicaciones, etc.; con lleva a pérdidas económicas que pueden llegar a ser considerables al no tener un respaldo en un corte energético.

Frente a este problema surgen las Fuentes de Poder Ininterrumpida (UPS) cuya función es la mantener la energía eléctrica el mayor tiempo posible a la entrada de los equipos asegurando el perfecto funcionamiento de los mismos y evitando la reducción en la eficiencia de una empresa.

**Figura 10: UPS SU1000XLA marca Tripp Lite.**



**Fuente:** [www.sucomputo.com/productos/details/30/10/ups---sistemas-ininterrumpidos-de-energía/ups-tripp-lite/smart-on--line-ups-en-torre-750va-3000va/su1000xla.html](http://www.sucomputo.com/productos/details/30/10/ups---sistemas-ininterrumpidos-de-energía/ups-tripp-lite/smart-on--line-ups-en-torre-750va-3000va/su1000xla.html).

UPS de 1000VA/1kVA en línea, de conversión doble, con funcionamiento extendido para montar en torre. Soporta tiempo de transferencia cero, en línea, conversión doble y funcionamiento en Modo económico.

Mantiene una salida de onda sinusoidal de 120V +/-2% durante sobretensiones de 138 y caídas de tensión hasta 65V (selección automática de 50/60Hz). Comunicaciones simultáneas de uso a través del puerto USB compatible con HID, puertos seriales y ranura para tarjeta SNMP/Web.

Modo de derivación automática tolerante de fallas, monitoreo de corriente y control de PDU controlada con interruptor mediante 2 bancos de carga controlables individualmente.

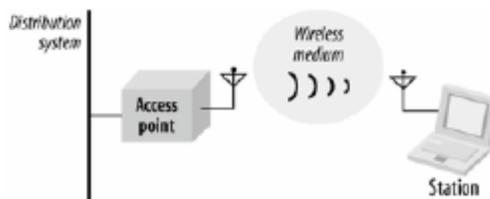
Entrada: NEMA 5-15P (120V 15A) / Salida: 6 NEMA 5-15R (120V)

Garantía del producto por 2 años.

## 2.6. Equipos necesarios para la solución inalámbrica en el interior de las instalaciones de la escuela Rural María Auxiliadora.

### 2.6.1. Arquitectura de red.

Figura 11: componentes de lan's 802.11 wirelessNet.



Fuente: <http://tashayy.blogspot.com/>

**Sistema de Distribución (DS-Distribution System):** está definido para asociar varios puntos de acceso que forman un área de cobertura mayor. Es un componente lógico de 802.11 usado para encaminar paquetes a sus destinos. En el estándar no se especifica ninguna tecnología particular para el DS pero es una estructura que se toma en cuenta para direccionar tramas a través de él como si de una conexión troncal “*backbone*” se tratase.

**Punto de acceso (AP-Access Point):** de interface entre la red 802.11 hacia el mundo. Actúan de puentes entre la red inalámbrica y la cableada, para comunicar estaciones que están conectadas al AP.

**Medio inalámbrico (Wireless medium):** es el medio que el estándar usa para trasladar los paquetes de una estación (STA o AP) a otra (STA o AP).

**Estaciones (STA-Station):** son todos los dispositivos con interfaces inalámbricas. Ej. Ordenadores, PDA's, teléfonos inalámbricos...etc, que utilicen una red WiFi para transferir datos entre ellos y comunicarse.

Una de las operaciones básicas de las redes 802.11 es el Grupo de Funcionamiento Básico o *BSS (Basic Service Set)*, que consiste en un grupo de estaciones que se comunican entre sí. El área donde se comunica es determinada y está definida por las características de propagación del medio inalámbrico.

De esta idea de BSS surgen una serie de alternativas y modos de comunicación:

**BSS independiente (IBSS, "Independent Basic Service Set").** Las estaciones se comunican directamente entre ellas sin ningún intermediario, es decir no hay un sistema de distribución, por tanto, no tiene conexión con otras redes.

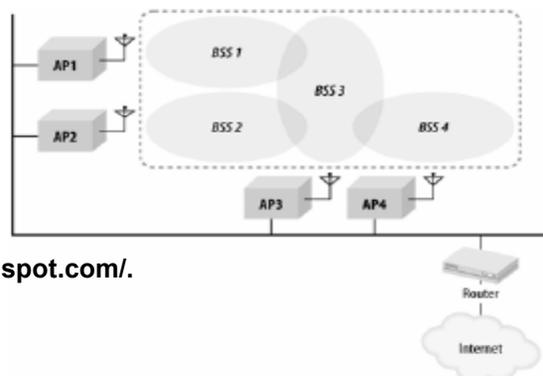
**Modo Ad-hoc.** Es una variante del *IBSS* en el cual no hay punto de acceso. Las funciones de coordinación son asumidas de forma aleatoria por una de las estaciones presentes. El tráfico de información se lleva a cabo directamente entre los dos equipos implicados. La cobertura se determina por la distancia máxima entre dos equipos, la cual suele ser apreciablemente inferior a los modos en que hay un punto de acceso.

**Modo infraestructura.** El AP realiza las funciones de coordinación. Todo el tráfico tiene que atravesarlo, por lo que hay una clara pérdida de eficiencia cuando dos estaciones dentro de un mismo BSS desean comunicarse entre sí (los paquetes de información son enviados una vez al AP y otra vez al destino). Es una arquitectura apropiada cuando la mayor parte del tráfico se origina o finaliza en las redes exteriores a las cuales está conectado el punto de acceso.

Es el modo que se emplea habitualmente para conectar una red inalámbrica con redes de acceso a Internet (ADSL –"Asymmetrical Digital Subscriber Line"- , RDSI Red Digital de Servicio Integrados,...) y redes locales de empresa.

**BSS extendido (ESS, "Extended Service Set").** Es un caso específico del modo infraestructura, representado por un conjunto de BSS asociados mediante un sistema de distribución. Esto permite una serie de prestaciones avanzadas opcionales como el roaming entre zonas de cobertura.

Figura 12. Servicio Extendido (ESS).



Fuente: <http://tashayy.blogspot.com/>.

Una red WiFi se suele caracterizar por un identificador llamado (*SSID-Service Set Identifier*), que consiste en una cadena de 32 caracteres.

El estándar IEEE802.11 especifica los denominados *servicios* asociados a los distintos elementos de la arquitectura. Los fabricantes de equipos pueden implementar estos servicios de la forma que quieran. Existen 9 servicios de red especificados en el estándar, solo tres de ellos son usados para datos, los siguientes seis son operaciones de gestión que permiten a la red seguir el rastro de los nodos y de la entrega de tramas.

Estos servicios se pueden dividir en dos categorías:

**2.6.1.1. SS (Station Service):** aquellos servicios que son parte de todas las estaciones (incluyendo AP's):

- **Autenticación:** proporciona el control sobre el acceso a la LAN, es invocado por cada STA para establecer su identidad frente al resto de estaciones con las que desea comunicarse. Es un servicio que puede darse en múltiples ocasiones durante la conexión de la STA hacia la WLAN.
- **Desautenticación:** es utilizado cuando se desea terminar con la relación de autenticación existente.
- **Privacidad:** es usado para incrementar la privacidad de las tramas en una red WiFi acercándose a la de una red cableada. El estándar proporciona mediante este servicio capacidad de encriptar el contenido.
- **Entrega de tramas MSDU (MAC Service Data Unit):** es invocado para la entrega de este tipo de tramas en la misma BSS.

**2.6.1.2. DSS (Distribution System Service):** los servicios que son parte de un DS, accedidos vía AP:

- **Asociación:** la entrega de mensajes entre STA's es posible porque las estaciones están registradas o asociadas con un AP. El DS puede usar la información de registro para determinar que AP usar para cada STA.
- **Desasociación:** es invocado cuando una STA quiere dar por terminada su asociación con un determinado AP.
- **Distribución:** es el principal servicio utilizado por las estaciones del IEEE802.11. Lo utilizan las estaciones de una red tipo infraestructura cada vez que se envían datos. Se usa el DS para entregar las tramas a su destino. Todas las comunicaciones que usan un AP pasan a través del DSS, incluso las comunicaciones entre dos estaciones con el mismo AP.
- **Integración:** es un servicio del DS, que permite la conexión de sistemas DS's hacia una red que no sea IEEE802.11. Es el responsable de hacer

todo lo necesario para entregar mensajes de la WLAN a cualquier equipo de la red integrada.

- **Reasociación:** La asociación es suficiente para la entrega de las tramas entre estaciones WiFi que no realicen cambios entre distintas BSS, sin embargo es necesario la funcionalidad de este servicio para dar soporte a la movilidad entre BSS. Cada servicio esta soportado por uno o más mensajes a nivel MAC.

Tabla 2: resume todos los servicios de ieee802.11.

Servicio	Servicio de Estación SS o de Distribución-DSS	Descripción
Distribución	DSS	Usado en la entrega de tramas hacia un destino específico en redes de infraestructura.
Integración	DSS	Entrega de tramas de una red IEEE802.11 hacia fuera de la WLAN.
Asociación	DSS	Usado para establecer el AP que servirá de gateway hacia una STA particular.
Reasociación	DSS	Usado para cambiar el AP que servirá de gateway hacia una STA particular.
Desasociación	DSS	Terminar la asociación con el AP
Autenticación	SS	Establece la identidad de la STA (dirección MAC) para establecer una asociación.
Desautenticación	SS	Usado para terminar la autenticación existente.
Privacidad	SS	Da protección contra "espías"
Entrega de tramas MSDU	SS	Entrega de tramas hacia su destino

Fuente: <http://redesfran-cisco.blogspot.com/2010/04/wi-fi-estandares-ieee-80211.html>.

Aparte de los estándares propios de las conexiones wi-fi, hay que hablar de manera significativa del modelo de torre OSI (*Open System Interconnection*). Este modelo jerárquico que describe una arquitectura normalizada de protocolos, las funciones están divididas en siete niveles (capas).

Figura 13. Modelo OSI (pila)



Fuente: <http://so2caece.wikispaces.com/M%C3%B3dulo+2.+Comunicaciones+en+istemas+distribuidos>.

El estándar IEEE802.11 como todos los de la familia IEEE802, define los protocolos de la capa física (PHY) y la del control de acceso al medio (MAC), estos coinciden parcialmente con los dos primeros niveles de la capa OSI (Figura 7) niveles físico y de enlace.

El nivel físico es el inicial de la torre y trabaja con señales de radio e impulsos eléctricos, proporciona a las capas superiores servicio de transmisión y recepción de flujo de bits.

El nivel 2 se encarga de que el físico sea seguro además de proporcionar medios para activar, mantener y desactivar el enlace. También se encarga del acceso al medio compartido, pero su función más importante es la detección de errores y el control de flujo ofrecido a las capas superiores. Este nivel se puede dividir en dos subniveles: MAC (*Medium Access Control*), encargado del control de acceso de los datos que se transmiten, y LLC (*Logical Link Control*) el que es responsable de la sincronización de las tramas, el control de flujo y control de errores.

Todas las versiones del estándar definen distintas técnicas de transmisión a nivel físico pero todos tienen la misma capa MAC. Con la definición de los mismos niveles de PHY y MAC que en Ethernet, se logran los mismos aspectos de funcionalidad externos en las redes WiFi que en el caso cableado, por lo que cualquier aplicación LAN funcionara en una WLAN de la misma forma que en una Ethernet.

### 3. ENLACE PUNTO A PUNTO.

#### 3.1. Descripción del área de trabajo.

Como se describió en el capítulo anterior, es aquí donde se desarrollará el enlace punto a punto, entre el proveedor del servicio de internet, que se encuentra ubicado en el hospital San Rafael de Girardot en la Cra. 5 # 6 – esq. Cuya coordenadas son las siguientes **4° 17' 47,84 latitud norte – 74° 47'49,96 latitud oeste**, y las instalaciones de la escuela rural María Auxiliadora de la vereda El Guabinal que se encuentra ubicada en un cerro de dicha vereda también de esta localidad a una distancia de 10 kilómetros aproximadamente por carretera, cuyas coordenadas son **4° 21'06,29 latitud norte – 74° 48' 21,64 latitud oeste**.

Figura 14: Escenario de red punto a punto.

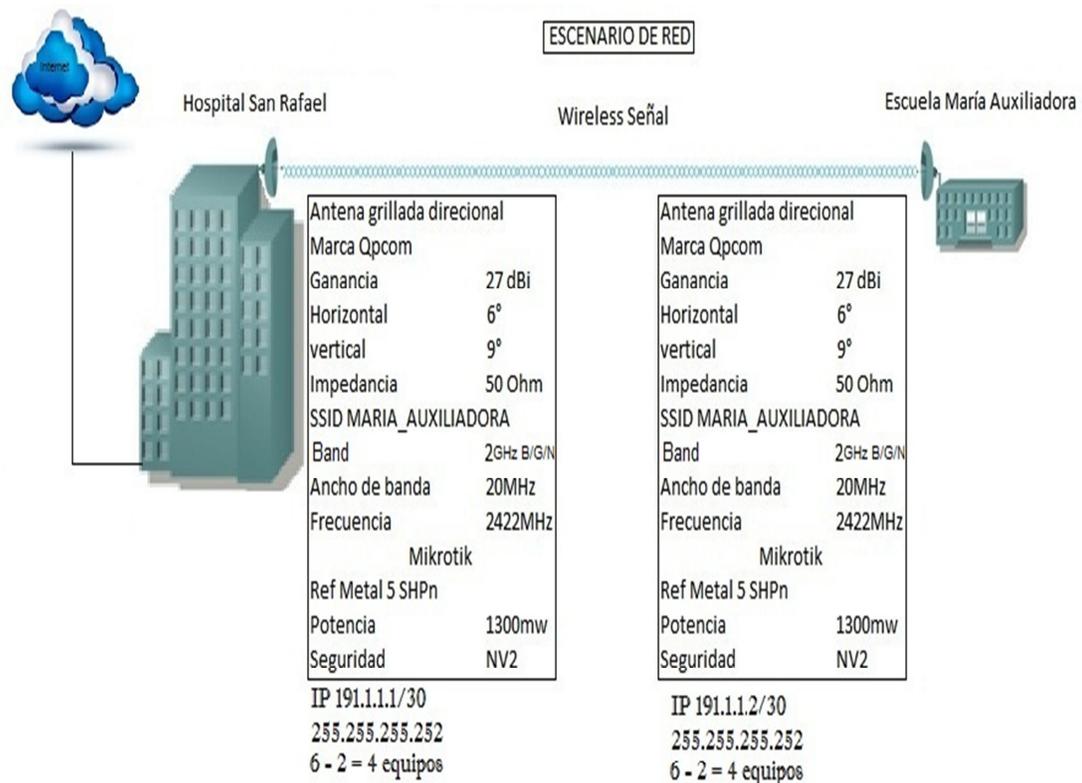
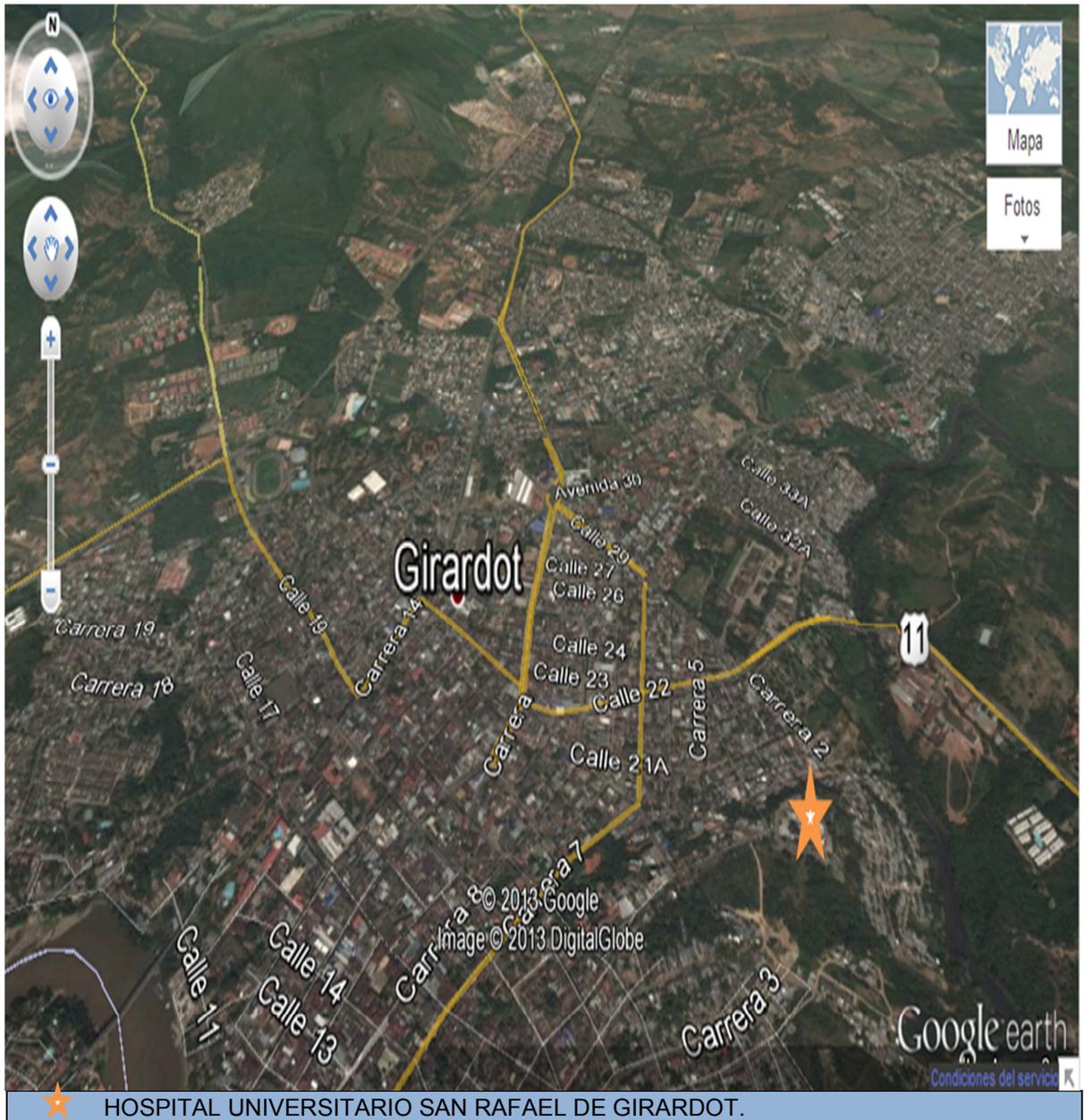


Figura 15: localización geográfica proveedor de servicio de internet (ISP).



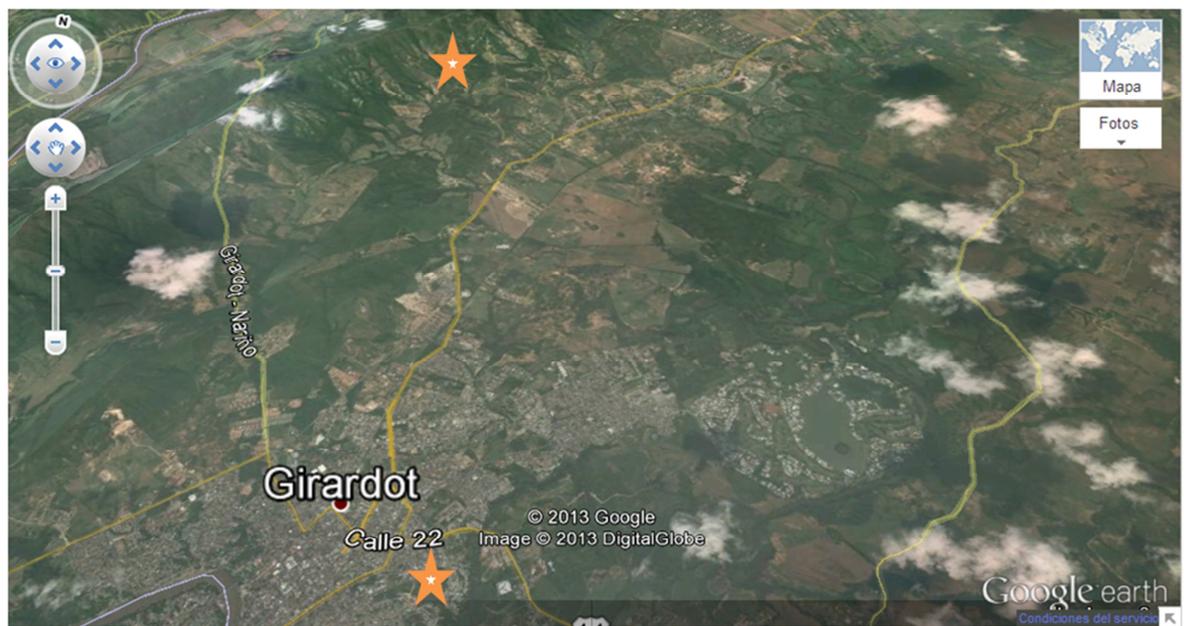
Fuente: Imágenes ©2013 DigitalGlobe, GeoEye, U.S. Geological Survey, Datos del mapa ©2013 Google.

**Figura 16: localización geográfica escuela María Auxiliadora.**



Fuente: Imágenes ©2013 DigitalGlobe, GeoEye, U.S. Geological Survey, Datos del mapa ©2013 Google.

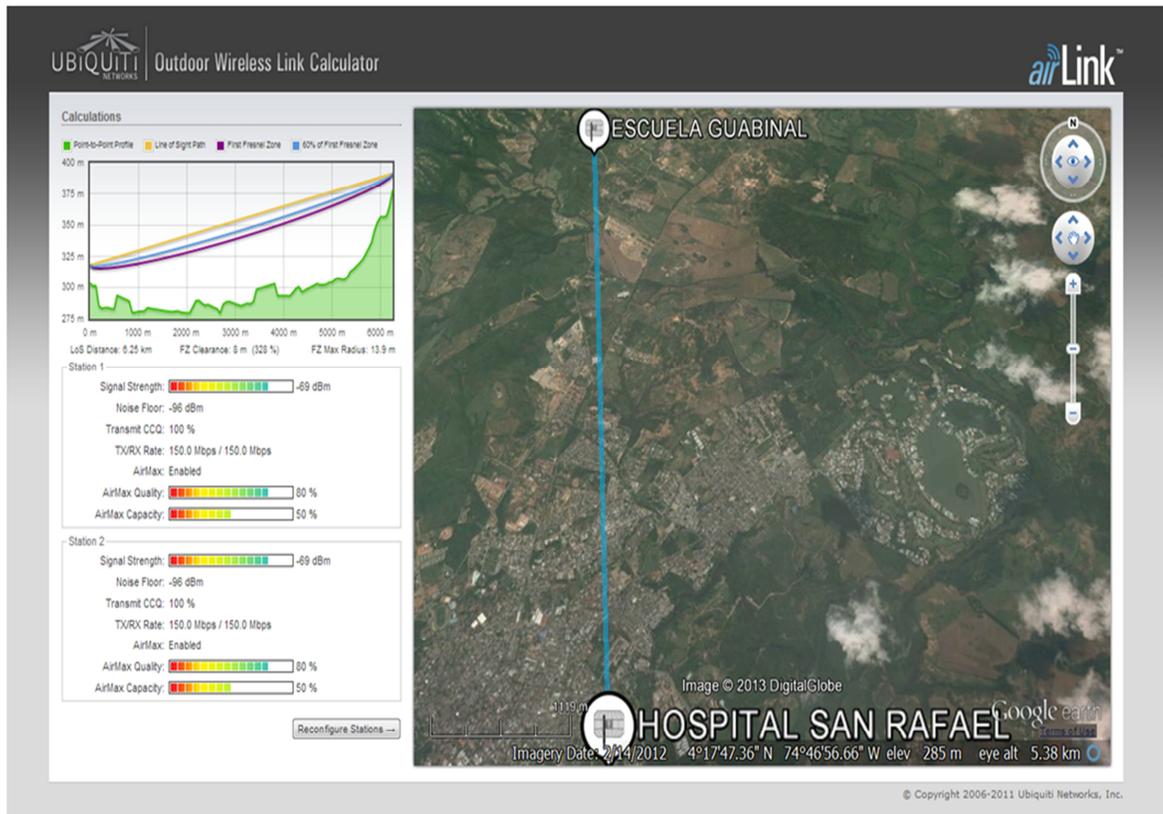
**Figura 17: localización geográfica puntos a enlazar.**



Fuente: Imágenes ©2013 DigitalGlobe, GeoEye, U.S. Geological Survey, Datos del mapa ©2013 Google.

Ahora bien, se utilizara una herramienta muy práctica de Ubiquiti, la cual permite obtener una imagen detallada del trabajo a realizar, así como la oportunidad de apreciar si los dispositivos tienen línea de vista y si el enlace es viable, esta herramienta también calcula la distancia entre los puntos, entre otras cosas, se puede descargar del siguiente link <http://www.ubnt.com/airlink/#>.

**Figura 18: viabilidad del enlace propuesto.**



Fuente: AirLink Ubiquiti Networks, Inc – Google earth.

Como se puede apreciar el enlace propuesto consta aproximadamente de 5.9 km de distancia en línea recta u óptica de visión, que con los antenas grilladas y equipos de mikrotik propuesto se obtendrá calidad en el enlace. Para llegar a un óptimo desempeño en el enlace se debe realizar un apuntamiento de la estación emisora como la receptora, ósea, que haya entre los dos puntos a enlazar la muy conocida línea de vista, gracias a las antenas grilladas, altura del mástil en la estación receptora que será de 6 metros y equipos Mikrotik Groove 5Hn, que por sus indicadores luminosos hacen mucho más fácil dicha tarea.

**Figura 19: Apuntamiento y fijación en el mástil de la grillas**



Fuente:

[http://www.yapo.cl/arica\\_parinacota/servicios/instalador\\_y\\_orientador\\_de\\_antena\\_satelital\\_1032053.htm](http://www.yapo.cl/arica_parinacota/servicios/instalador_y_orientador_de_antena_satelital_1032053.htm).

### **3.2. Funcionamiento software (configuración equipos mikrotik).**

A continuación se describirá la configuración de los equipos a instalar, sin embargo no se limitará únicamente a esto, se describirá cada uno de los pasos, así como algunos conceptos que ayudaran a una mejor comprensión y del porqué de dicha configuración.

#### **3.2.1. Software routers.**

Este software viene pre instalado en el mainboard el mismo que se puede acceder por medio de un software conocido como Winbox que nos servirá de interfaz entre el las diferentes configuraciones del RouterBOARD y el usuario.

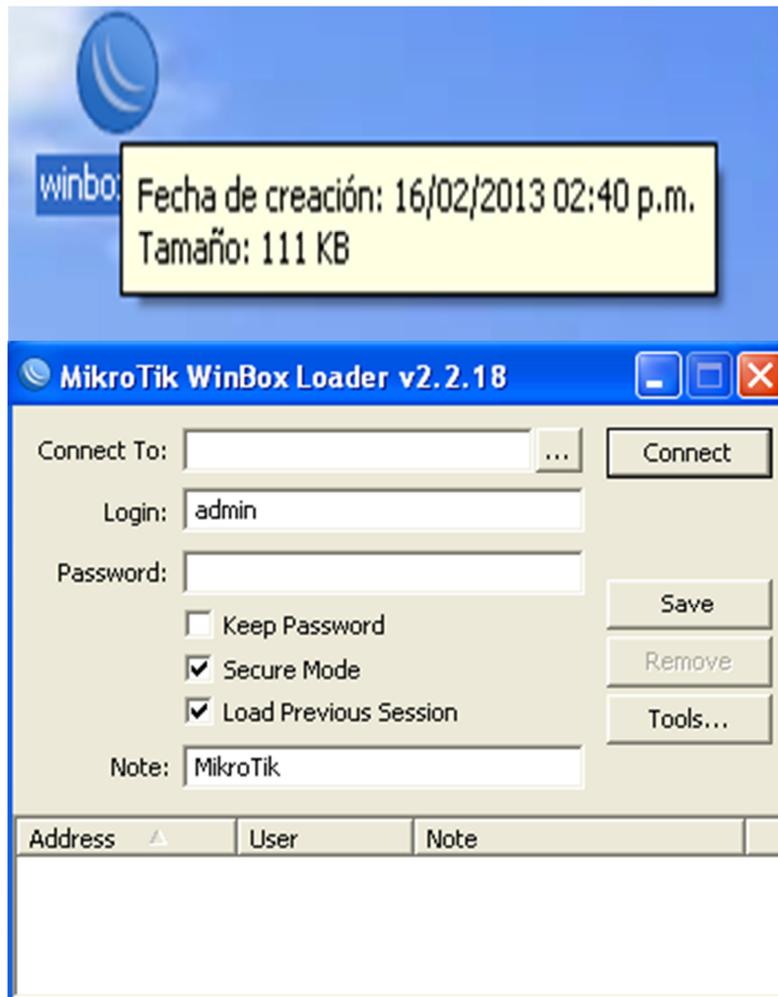
El Mikrotik RouterOS es un sistema operativo basado en el Kernel de Linux y es muy estable, la facilidad de acceso a las múltiples configuraciones dependerá del tipo de licencia a la que tengamos acceso con nuestro RouterBOARD. La licencia

que este establecida en la mainboard no tiene fecha de expiración, pero si un tiempo de duración en la que se podrá tener acceso a una nueva actualización.

### 3.2.1.1. Winbox.

Winbox es un programa ejecutable en Windows y en Linux, que permite acceder a las múltiples configuraciones de la mainboard desde un PC por medio de un entorno amigable. Es un software liviano que se lo puede descargar de la página <http://www.mikrotik.com/download.html> en la sección Tools / Utilities y el ítem **Winbox configuration tool**, una vez descargado dicho programa simplemente es ejecutado mediante con un solo click.

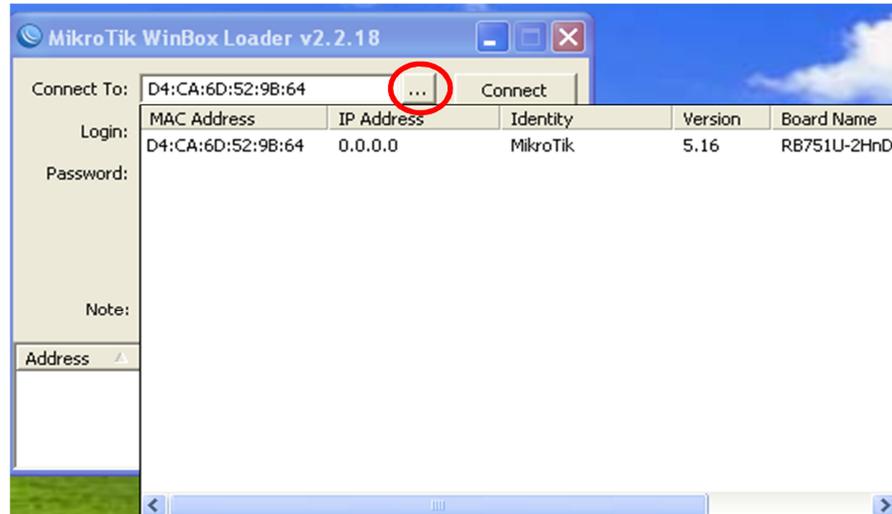
Figura 20: Ventana e icono de Winbox.



Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18

### 3.2.1.2. Opciones Winbox.

Figura 21: Identificación de la mikrotik.

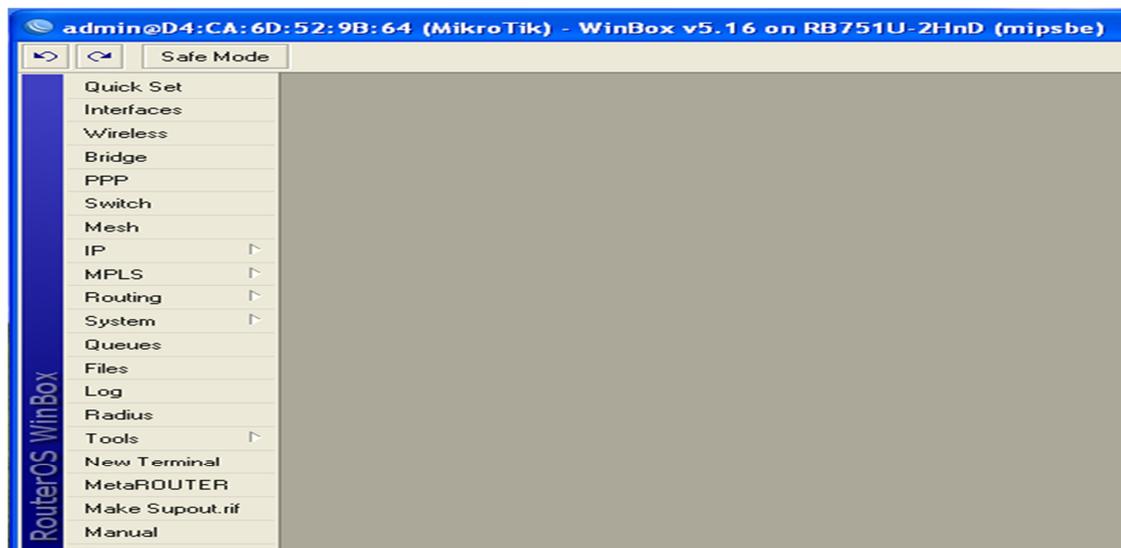


Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

### 3.2.1.3. Winbox Características Router.

Una vez seleccionado el mainboard en la cual se desea trabajar en la ventana de Winbox, tendremos acceso a la consola con las múltiples características de nuestro mainboard.

Figura 22: ventana de principal.



Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

### 3.3. Mikrotik routers – enlaces punto- punto.

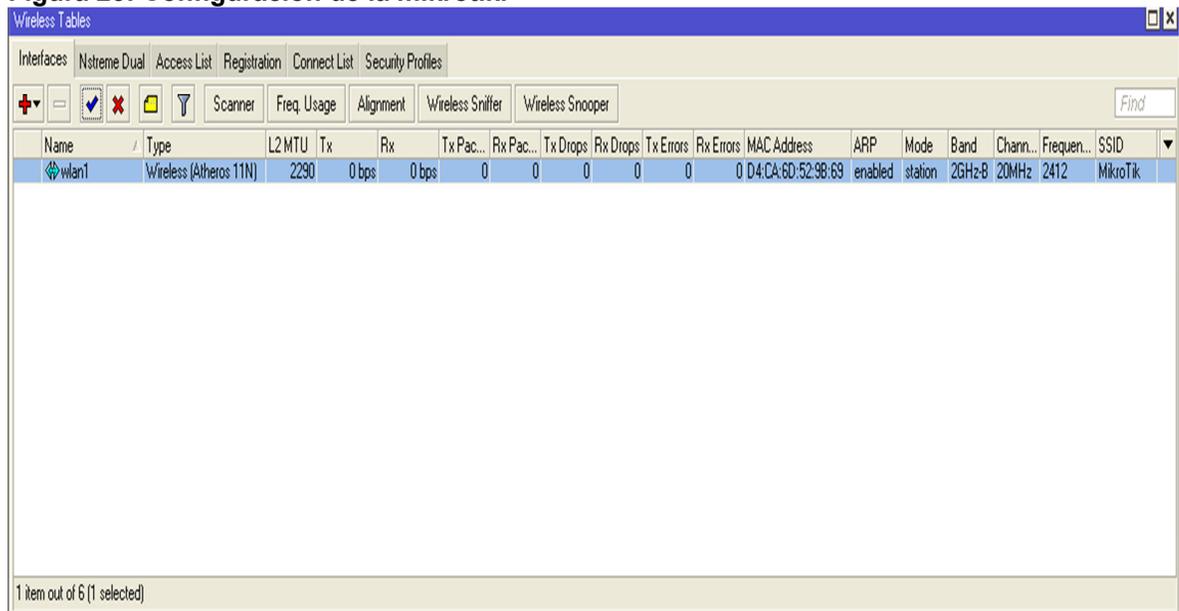
Para establecer la comunicación en un enlace inalámbrico punto – punto generalmente la topología que se utiliza es la de AP – Station. Este tipo de configuración se lo hace en el modo de operación de cada mainboard que forma parte del enlace.

Antes de iniciar con la configuración respectiva de cada equipo es importante señalar que existen algunos parámetros que se deben tomar en consideración para garantizar la conexión del enlace; entre estos parámetros se encuentra: el SSID de la red, seguridad WEP, la banda de operación y la frecuencia de trabajo (Únicamente en el AP, ya que la estación trabajará en la frecuencia del AP al que se conecte.)

#### 3.3.1. Configuración AP.

Una vez inicializada la consola de Winbox, en el menú del costado izquierdo ingresamos a la opción Wireless y activamos la tarjeta inalámbrica wlan1, con la cual vamos a realizar la configuración inalámbrica de nuestra mikrotik en este caso para la estación emisora, en la opción **Interfaces**, el mismo que presentara la ventana **Interface List** que presentará los diferentes puertos Ethernet e inalámbricos de los que disponen.

Figura 23: Configuración de la mikrotik.



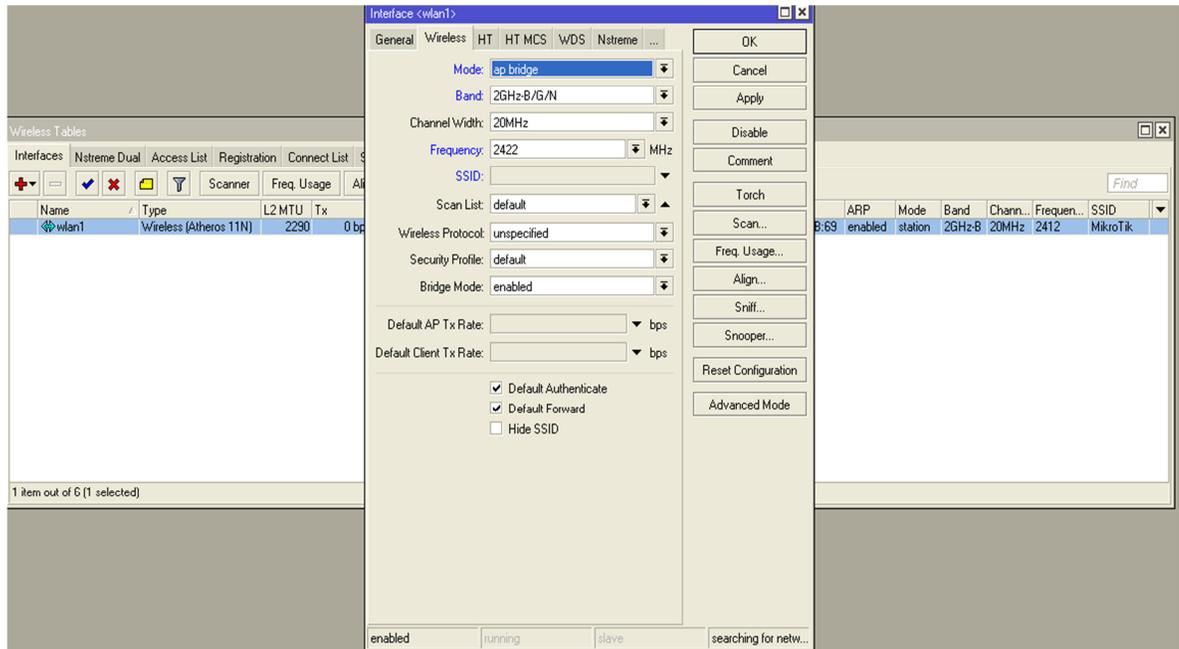
The screenshot shows the 'Wireless Tables' window in Mikrotik WinBox. The 'Interfaces' tab is active, displaying a table of wireless interfaces. The table has the following columns: Name, Type, L2 MTU, Tx, Rx, Tx Pac..., Rx Pac..., Tx Drops, Rx Drops, Tx Errors, Rx Errors, MAC Address, ARP, Mode, Band, Chann..., Frequen..., and SSID. One interface, 'wlan1', is listed with the following details: Type: Wireless (Atheros 11N), L2 MTU: 2290, Tx: 0 bps, Rx: 0 bps, Tx Drops: 0, Rx Drops: 0, Tx Errors: 0, Rx Errors: 0, MAC Address: 0 D4:CA:6D:52:98:69, ARP: enabled, Mode: station, Band: 2GHz-B, Chann...: 20MHz, Frequen...: 2412, and SSID: MikroTik. The status bar at the bottom indicates '1 item out of 6 (1 selected)'.

Name	Type	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Pac...	Rx Pac...	Tx Drops	Rx Drops	Tx Errors	Rx Errors	MAC Address	ARP	Mode	Band	Chann...	Frequen...	SSID
wlan1	Wireless (Atheros 11N)	2290	0 bps	0 bps	0	0	0	0	0	0	0 D4:CA:6D:52:98:69	enabled	station	2GHz-B	20MHz	2412	MikroTik

Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

Se ingresa a la opción de Wireless: muestra los datos de la mikrotik

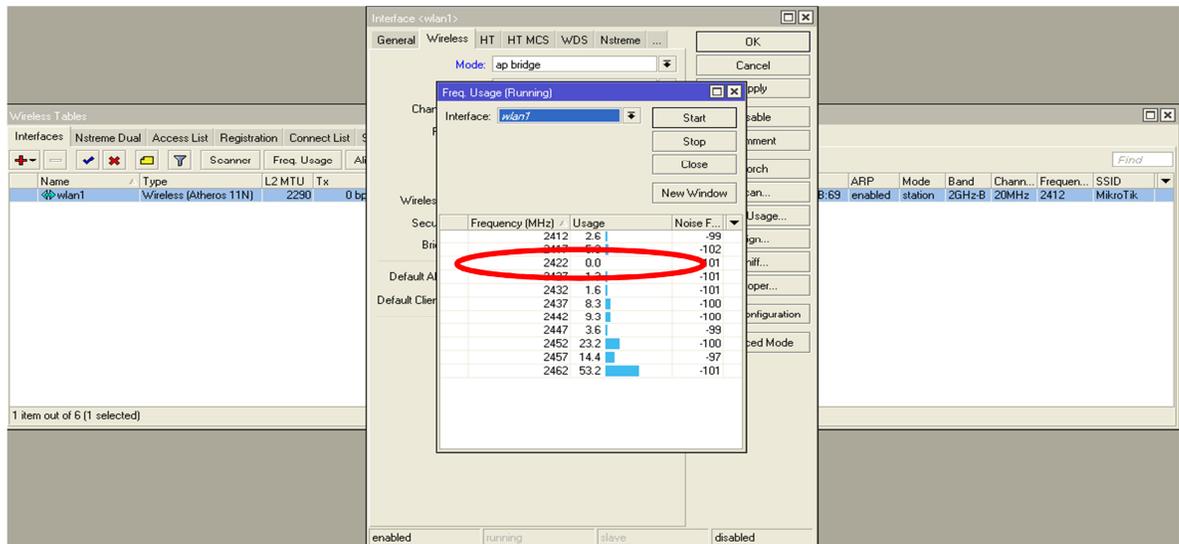
figura 24: Opciones mikrotik.



fuentes: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

Ya que la configuración es inalámbrica se procede a la configuración de la tarjeta wlan1 en el **Menú Wireless <wlan1>** A continuación se describe únicamente los parámetros más importantes a configurar para un enlace AP- bridge.

Figura 25: Escaneo de frecuencias



Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

Se selecciona la opción de **freq. Usage**, para determinar en qué frecuencia va operar el enlace y así, poder establecer cuál es la frecuencia con menos interferencia que en este caso se utilizó la frecuencia 2422 MGz de la interface wlan1.

**Figura 27: configuración de la estación en emisora.**

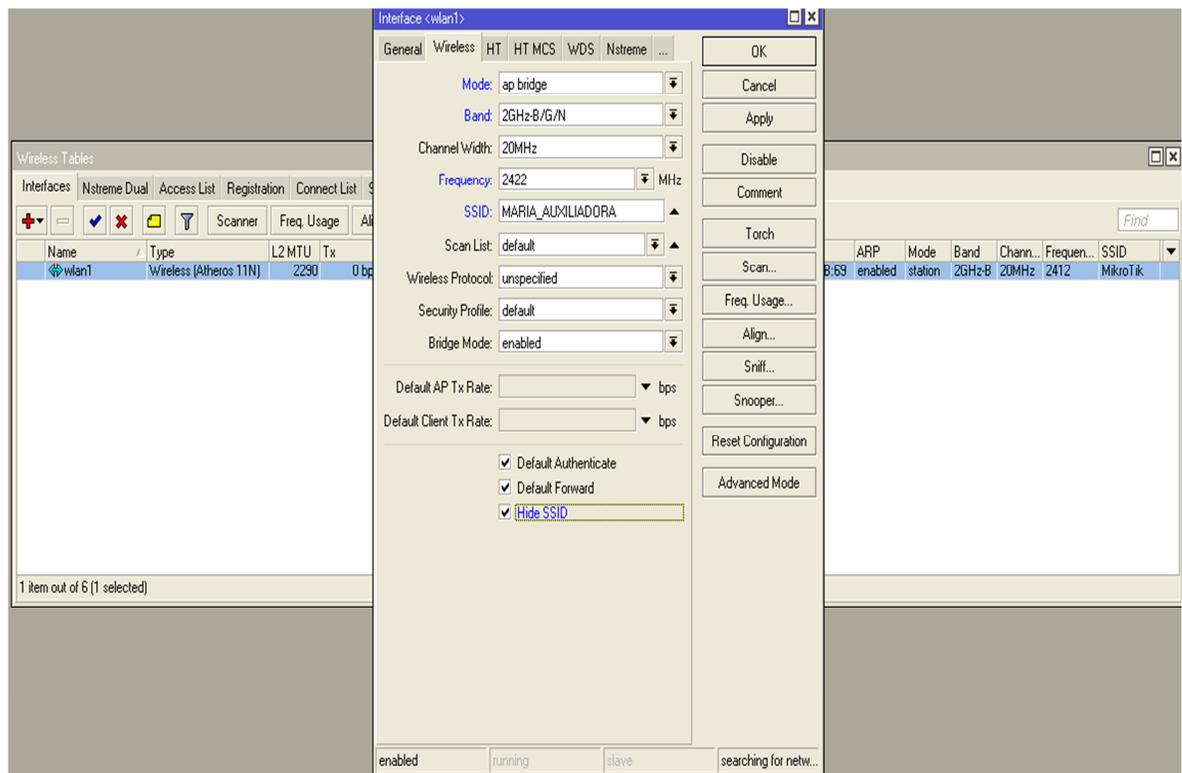
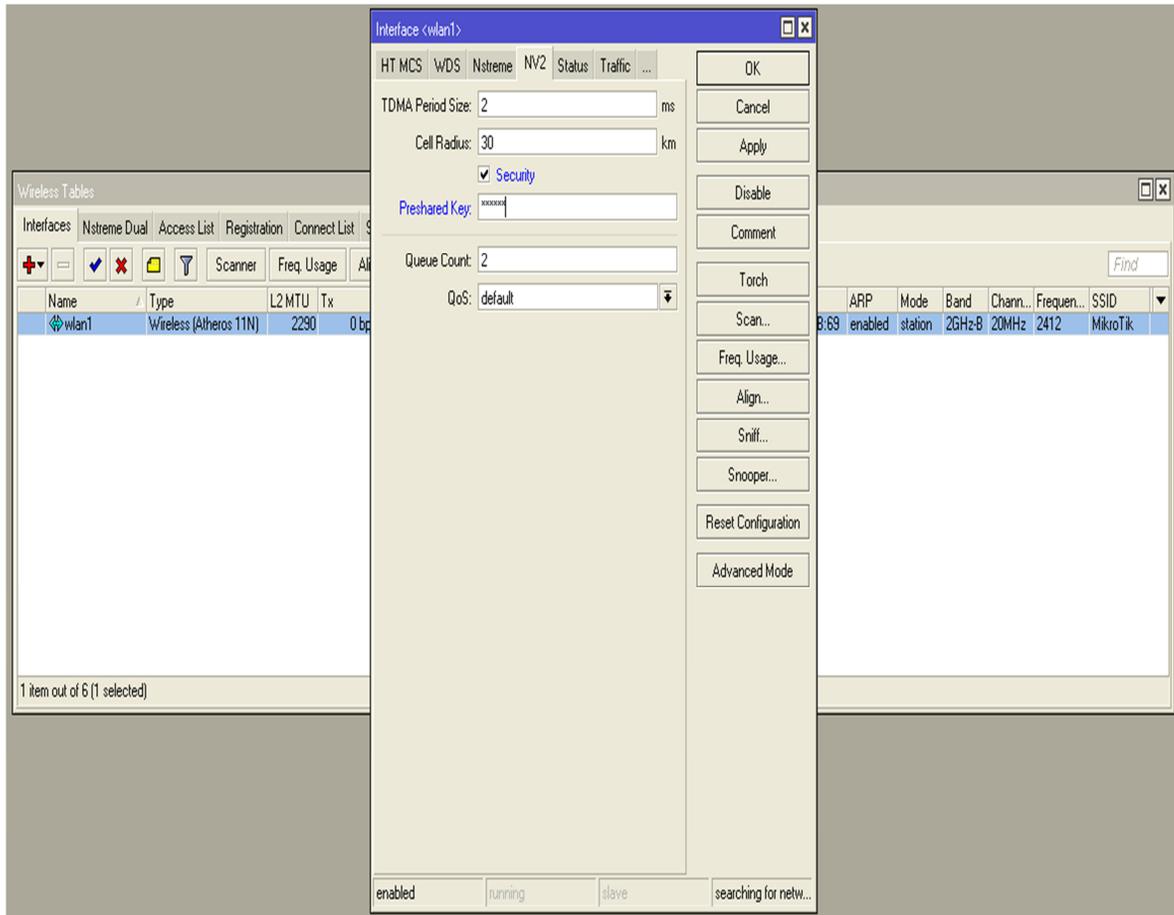


Figura: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

Importante tener en cuenta configurar las demás opciones como son el SSID, con lo cual se podrá identificar el nombre del enlace y escondemos la difusión del SSID, con la opción Hide SSID, para que otros enlaces no puedan identificar el nuestro y configuramos el protocolo NV2, ya que con este, podremos brindarle seguridad mediante una contraseña, importante realizar lo mismo en la estación receptora para establecer el enlace.

**Figura 27: Establecer seguridad mediante protocolo NV2.**



Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

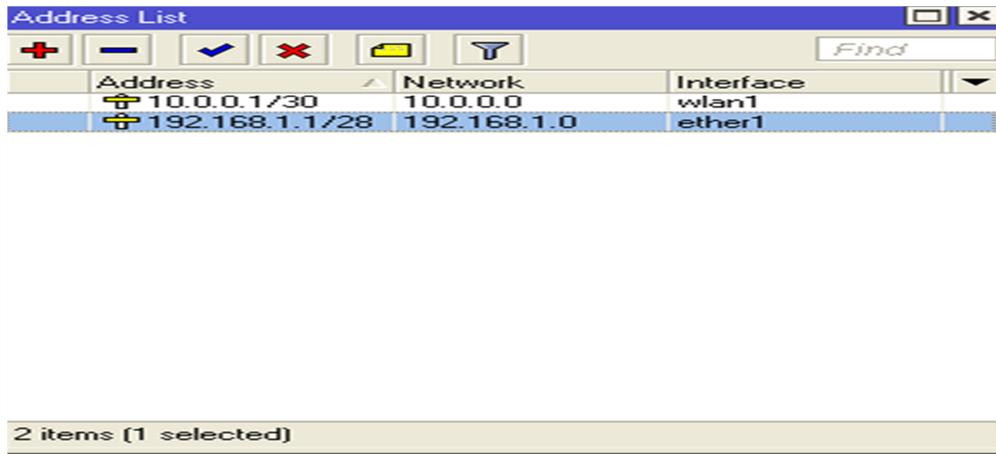
### 3.3.2. Configuración IP.

Las IP (Internet Protocol) son muy importantes en cada uno de los enlaces ya que por medio de ellas se establecerá la comunicación de los mismos.

Para asignar direcciones IP se debe tener:

- Escoger el menú IP>Address
- Click en el ícono 
- Se Asigna la IP a la interfaz que se requiere.

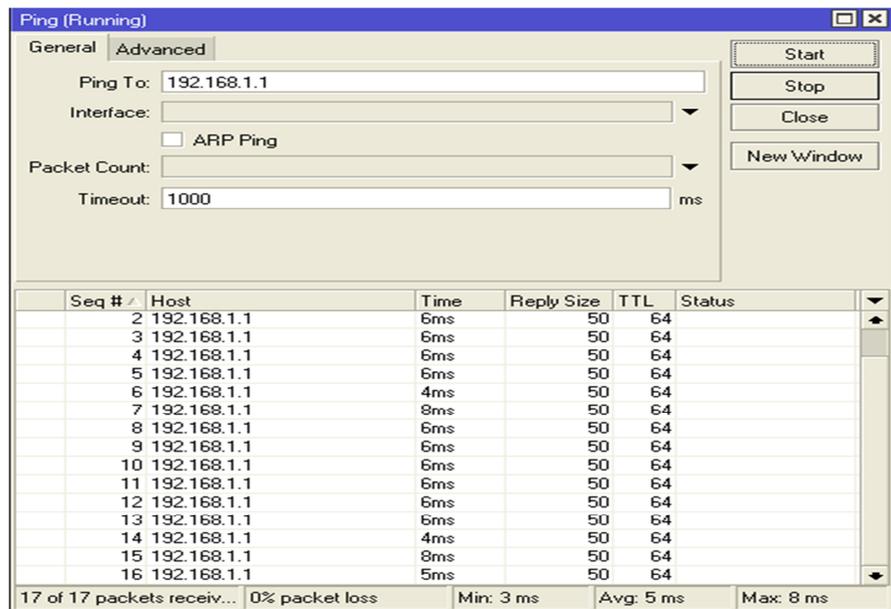
**Figura 28: Configuración de direcciones IP**



Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

Luego de realizar este proceso de direccionamiento IP en cada una de las interfaces se pueden realizar diferentes pruebas de diagnóstico como por ejemplo; realizar ping entre las diferentes interfaces inalámbricas para medir los tiempos del enlace, el desempeño del canal y si es necesario, tener argumentos para cambiar la frecuencia de operación.

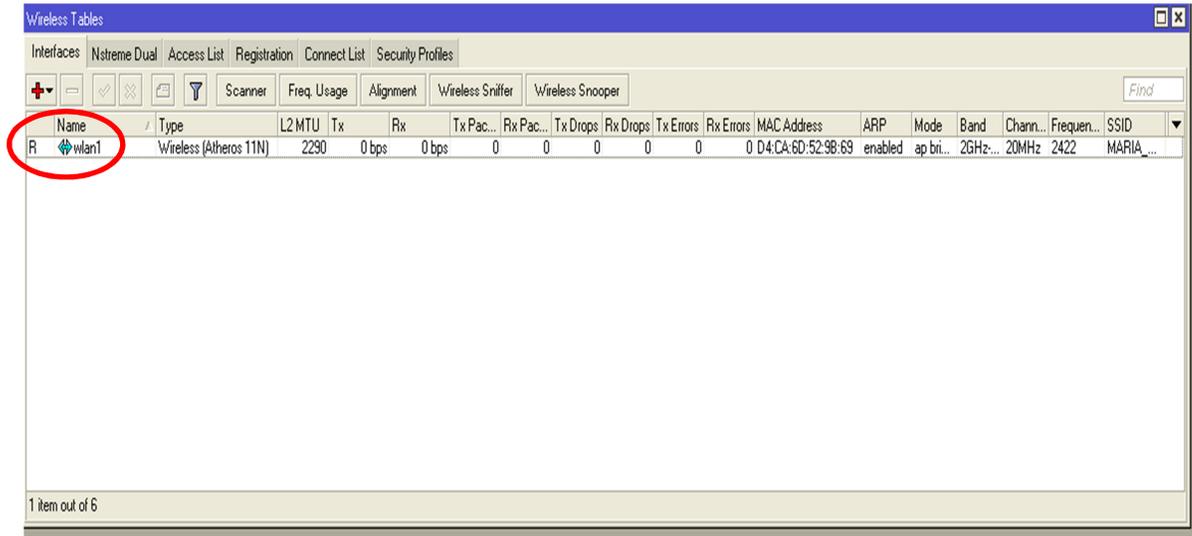
**Figura 30: Realización de ping entre los enlaces**



Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

Ya para culminar con la configuración de la estación emisora, se puede apreciar una “R” donde como tal sea establecido un enlace con el proveedor de Internet o como se le conoce en ingles ISP.

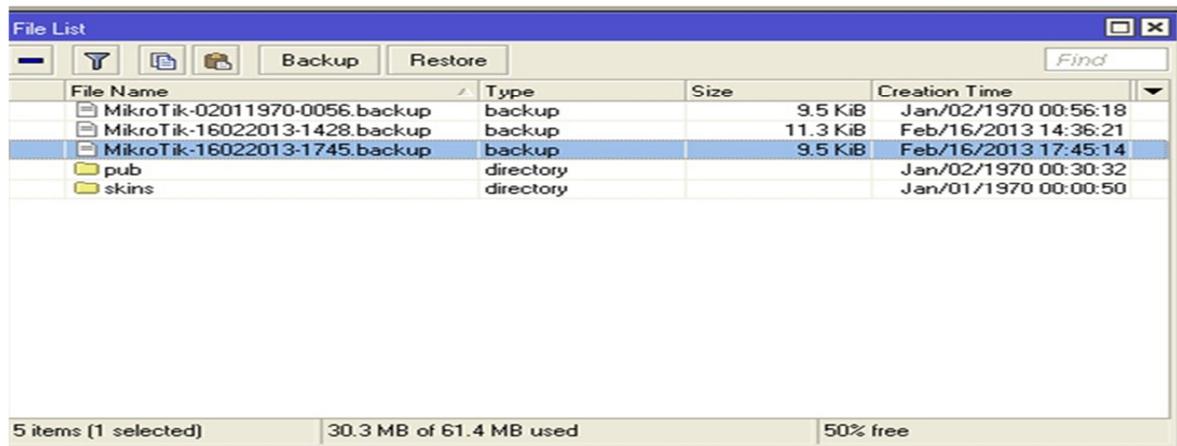
**Figura 31: Identificación de conectividad con el proveedor ISP.**



Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

Una buena práctica de configuración, es una vez establecido y configurados los parámetros de la mikrotik se debe realizar un backup el cual nos permita extraer la configuración del mismo, y solo es importar el archivo cuando sea necesario.

**Figura 32: Generación de backup.**

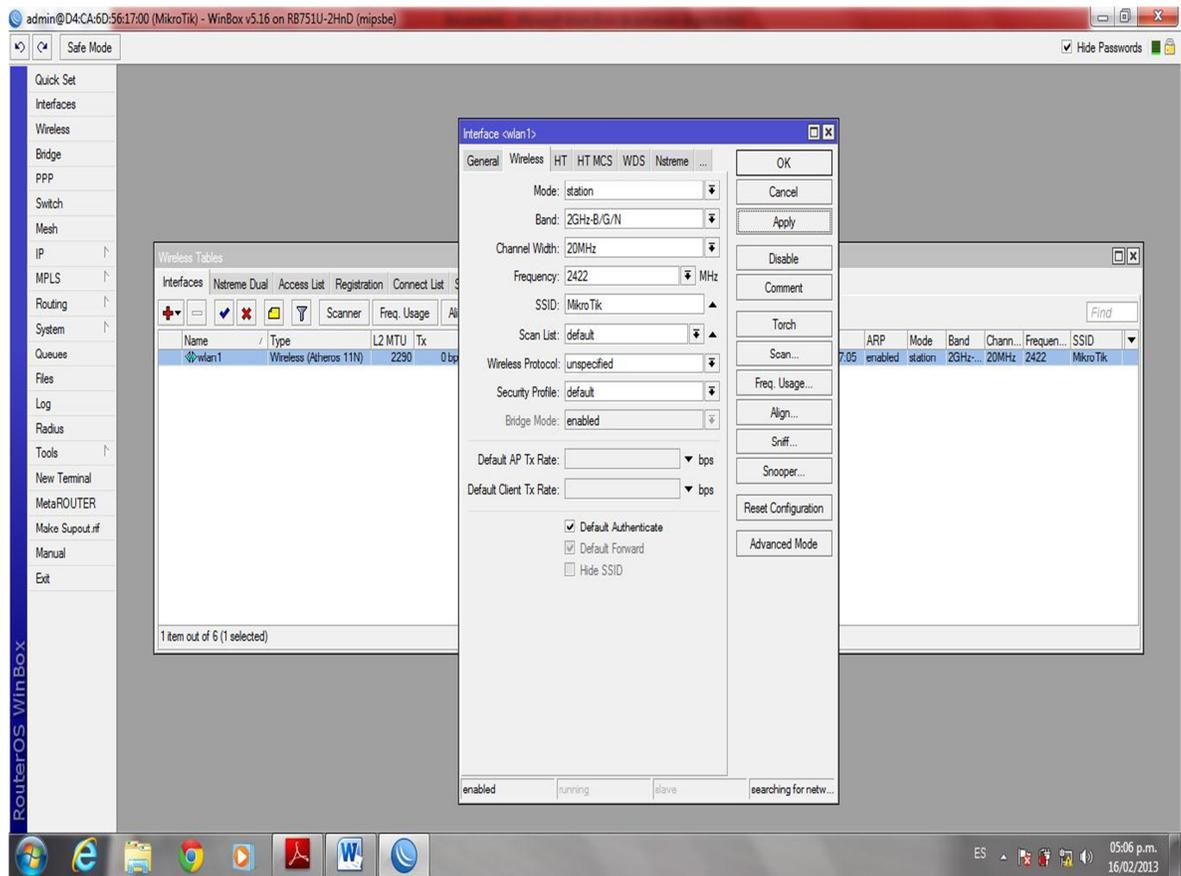


Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

### 3.3.3. Configuración estación receptora o cliente.

Se ubica en icono de winbox en el escritorio del pc, en el que previamente se ha conectado la mikrotik por medio del inyector PoE, se realizan los mismos pasos que en el AP que se configuro, pero con la diferencia de que en esta mikrotik se configura en el modo station, ya que es la que va a recibir la señal.

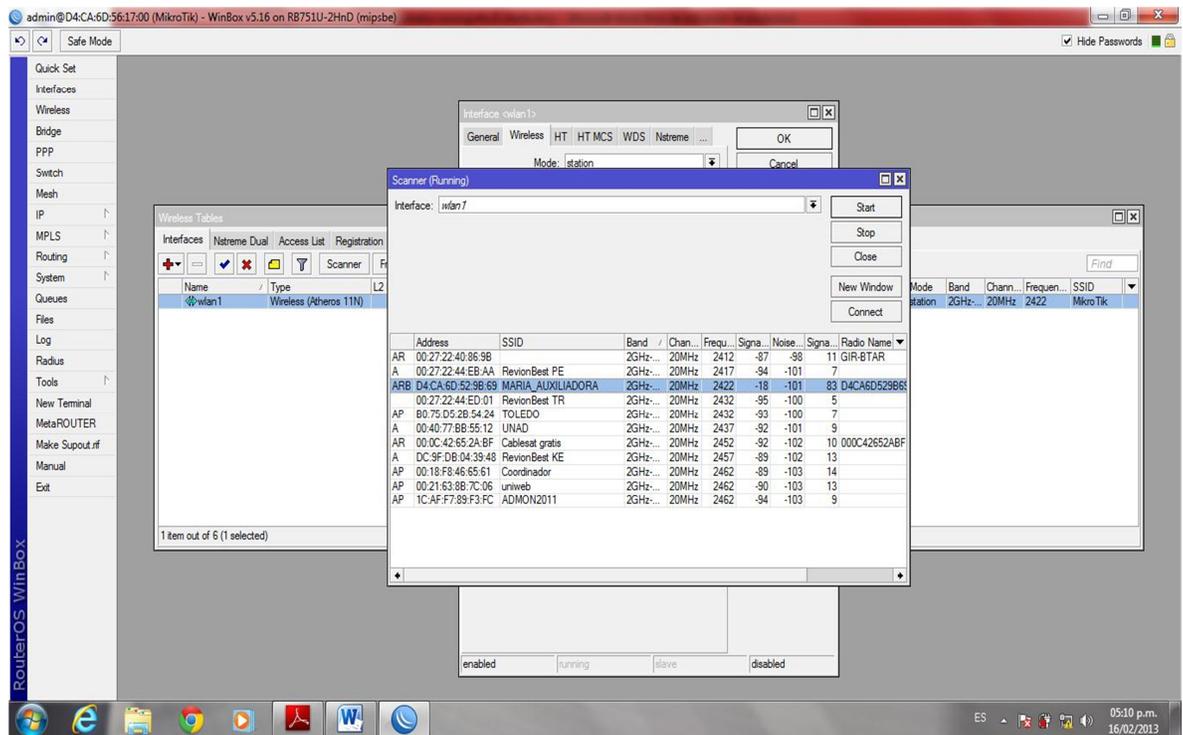
Figura 33: Configuración estación receptora.



Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

Escaneamos el medio para encontrar la señal de la estación emisora, y así poder estar enlazados con ella, como se puede apreciar en la siguiente imagen que aparecen los diferentes enlaces que se encuentra al alcance, elegimos el nuestro y vamos a la pestaña connect, para ingresar al mismo.

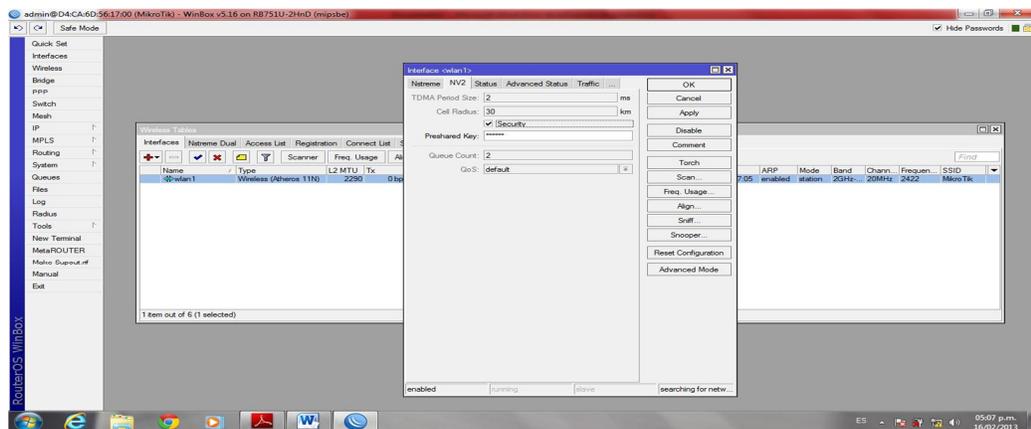
**Figura 34: Elección de la señal emitida por la estación emisora.**



**Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.**

Como nuestra estación emisora se encuentra protegida con el protocolo NV2, debemos ingresar la contraseña pertinente para poder así estar la línea con el enlace del proveedor.

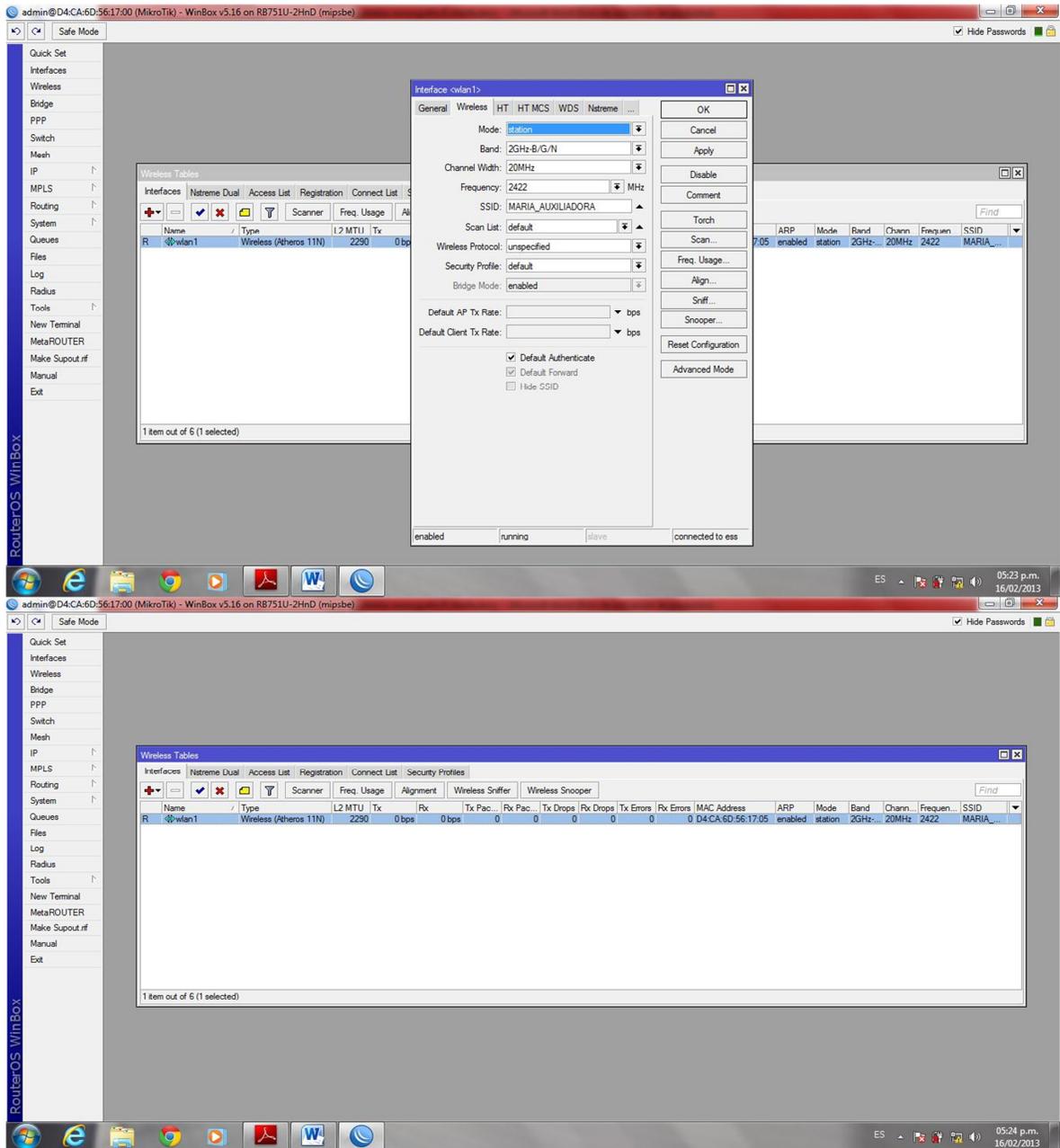
**Figura 35: Ingreso de contraseña NV2 en el cliente.**



**Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.**

Luego de haber ingresado la contraseña, aplicamos y ubicamos la opción OK, para guardar los cambios en nuestro enlace y es así que ya estamos en línea con el proveedor y aparece en la opción Wlan una "R" con lo cual nos indica de que es efectivo el enlace.

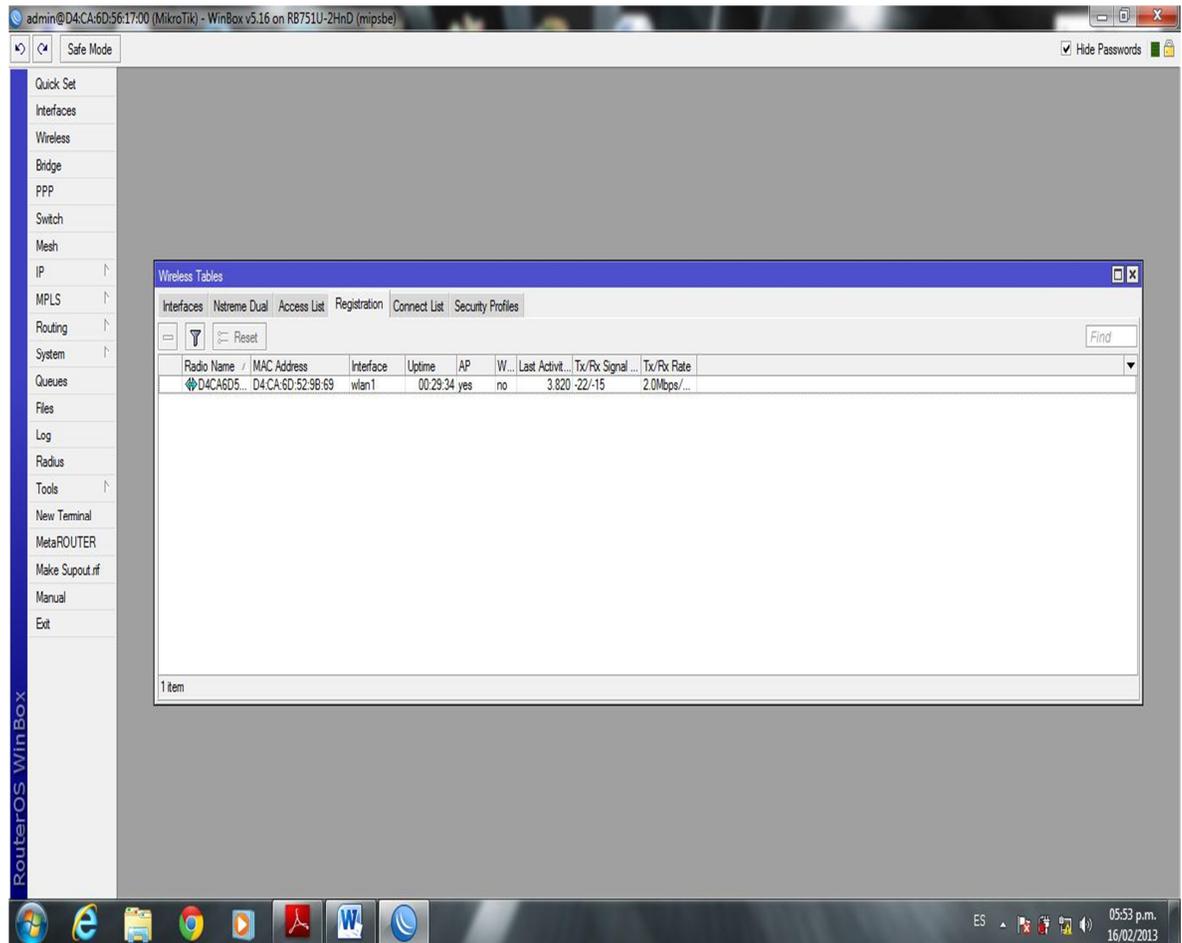
**Figura 36: Establecido el enlace punto a punto entre los 2 equipos mikrotik.**



Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

Como medida de seguridad, hemos implementado la opción de registrar la dirección MAC del equipo que se encuentra en la estación emisora con el fin de evitar que se asocien a nuestro enlace otros equipos y puedan hacernos el mismo, ingresamos a la opción **registration** y listo.

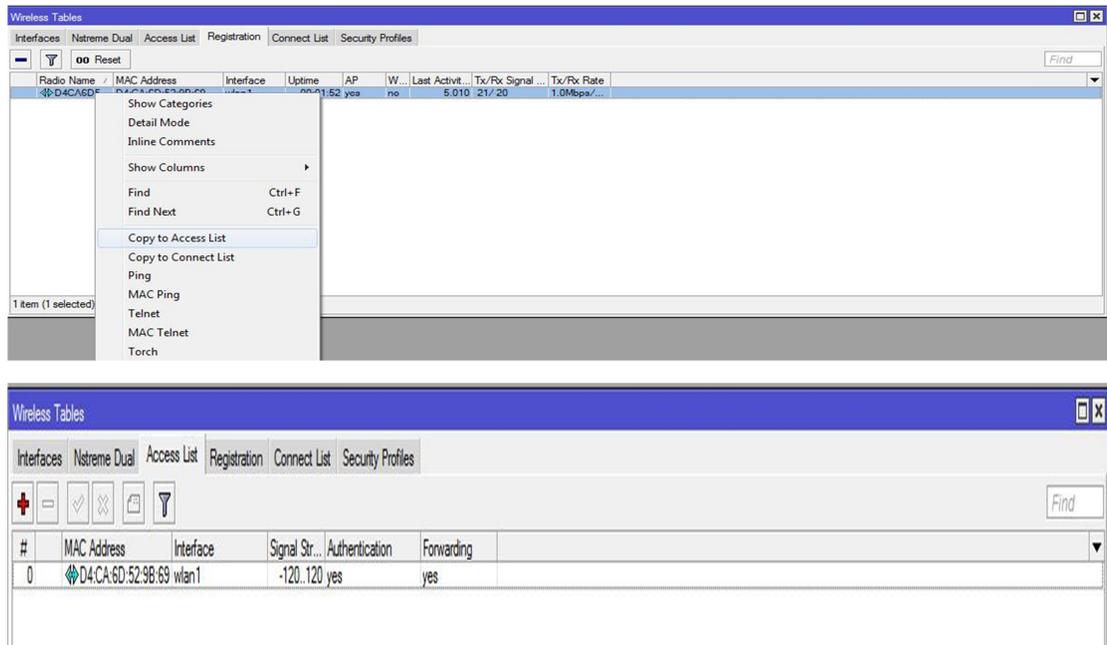
**Figura 37: Registrar direcciones MAC.**



Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

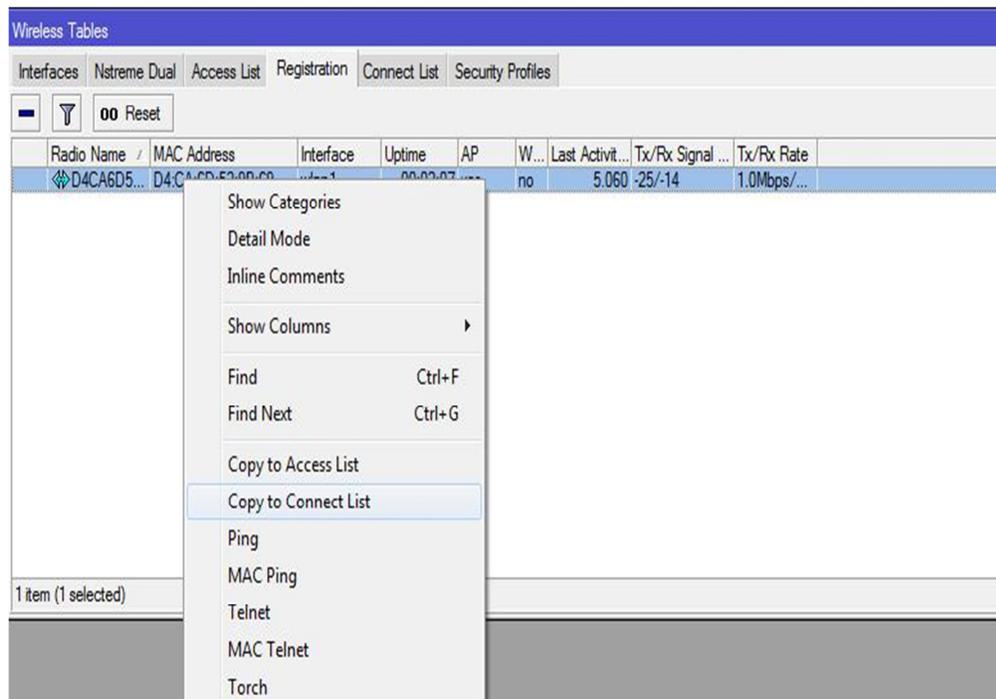
Otra forma es usar la opción Access list o connect list, para tener el mismo resultado.

**Figura 38: Access list imágenes a continuación.**



**Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.**

**Figura 39: Connect List imágenes a continuación.**



Wireless Tables						
Interfaces Nstreme Dual Access List Registration Connect List Security Profiles						
#	Interface	MAC Address	Connect	Area Prefix	Signal Str...	Security ...
0	wlan1	D4:CA:6D:52:9B:69	yes		-120..120	default

Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

Realizar ping entre las direcciones MAC, previamente registradas o conectadas.

Figura 40: Ping entre direcciones MAC.

The screenshot shows the Mikrotik WinBox interface. The 'Wireless Tables' window is open, displaying a table with columns: Radio Name, MAC Address, Interface, Uptime, AP, W..., Last Activit..., Tx/Rx Signal..., Tx/Rx Rate. A row is selected with MAC Address 'D4:CA:6D:52:9B:69'. A context menu is open over this row, with 'MAC Ping' selected. To the right, the 'Ping (Running)' dialog box is open, showing the 'General' tab. The 'Ping To' field contains 'D4:CA:6D:52:9B:69'. Below the dialog, a table shows the results of the ping operation:

Seq #	Host	Time	Reply Size	TTL	Status
9	D4:CA:6D:52:9B:69	5ms	64		
10	D4:CA:6D:52:9B:69	5ms	64		
11	D4:CA:6D:52:9B:69	5ms	64		
12	D4:CA:6D:52:9B:69	3ms	64		
13	D4:CA:6D:52:9B:69	8ms	64		
14	D4:CA:6D:52:9B:69	5ms	64		
15	D4:CA:6D:52:9B:69	5ms	64		
16	D4:CA:6D:52:9B:69	14ms	64		
17	D4:CA:6D:52:9B:69	14ms	64		
18	D4:CA:6D:52:9B:69	14ms	64		
19	D4:CA:6D:52:9B:69	14ms	64		
20	D4:CA:6D:52:9B:69	14ms	64		
21	D4:CA:6D:52:9B:69	14ms	64		
22	D4:CA:6D:52:9B:69	14ms	64		
23	D4:CA:6D:52:9B:69	4ms	64		

Summary statistics at the bottom of the ping window: 24 of 24 packets received, 0% packet loss, Min: 2 ms, Avg: 8 ms, Max: 14 ms.

Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.

## **4. CONFIGURACIÓN DE LA RED INALÁMBRICA EN LAS DEL COLEGIO RURAL MARÍA AUXILIADORA.**

Una vez verificado el buen desempeño del enlace punto a punto se procede a brindar la solución de una red inalámbrica dentro de las instalaciones del plantel educativo objeto de este estudio. Una red inalámbrica es aquella que posibilita la conexión de dos o más equipos entre sí, sin que intervengan cables.

En este cuarto y último capítulo se describir los pasos idóneos para conectar una estación de trabajo a una red inalámbrica de área local, utilizando el protocolo “Wi-Fi”. Este tipo de redes ofrece grandes ventajas para hogares, empresas, ambientes educativos, zonas públicas, ya que no se necesitan instalar cables.

Las redes de área Local Inalámbricas, permite una gran movilidad a los usuarios, al permitirles minimizar las conexiones de cables, utilizando tecnología de radiofrecuencia.

### **4.1. Características Principales de las Red Wi-Fi**

- La reducción del cableado, trae como consecuencia que se facilite su instalación, disminuyendo el tiempo.
- Al utilizarse radiofrecuencias para la comunicación, nos permite conectar zonas a las cuales no podamos llegar utilizando cableado, ya sea por costo o por ubicación.
- Permite la transmisión en tiempo real a usuarios. Lo que permite grandes posibilidades de servicio y productividad.

### **4.2. Implementación de la solución de conectividad WIFI.**

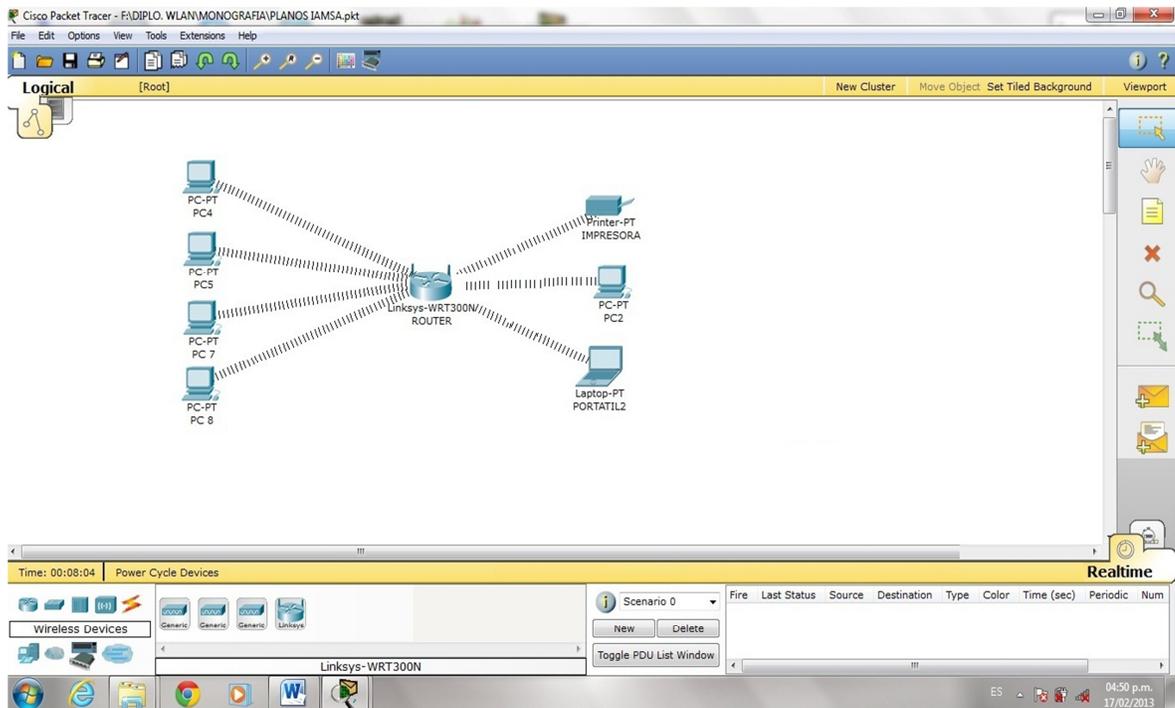
#### **4.2.1. Diseño.**

El concepto de diseño de la red inalámbrica es la que dará interconectividad de los equipos ya que con esto, bien claro, podemos ofrecer calidad en el servicio.

Empezamos definiendo cuantos equipos o puntos de acceso inalámbrico son necesarios para proveer la solución más idónea para la institución objeto de nuestro estudio, posteriormente desarrollar un diseño lógico de red wifi, para el mismo, se utilizara un aplicativo el cual permitirá realizar el diseño y simulación, con la cual vamos a proporcionar movilidad dentro de las instalaciones del plantel educativo.

El nombre del aplicativo es Cisco Packet Tracer el cual podemos descargar del siguiente link

**Figura 41: Diseño red Inalámbrica en el interior del plantel educativo María Auxiliadora.**



Fuente: [http://www.cisco.com/web/learning/netacad/course\\_catalog/PacketTracer.html](http://www.cisco.com/web/learning/netacad/course_catalog/PacketTracer.html),

Ya con el diseño realizado, y después de haber hecho las respectivas simulaciones para comprobar la operabilidad de la red inalámbrica, se procede a verificar que elementos u equipos necesarios se deben tener para brindar la mejor solución.

#### **4.2.2. Punto de acceso o Access Point AP.**

Para la solución que sea implementado para dar la mejor conectividad de internet al plantel educativo María Auxiliadora, sea sugerido el **ROUTERBOART MIKROTIK RB2011** que por su bajo costo y diversas funcionalidades es el más idóneo para el trabajo. Diseñado para uso en interiores, el RB2011 es impulsado por RouterOS, un completo sistema operativo de enrutamiento que ha sido continuamente mejorado. El enrutamiento dinámico, punto de acceso, firewall, MPLS, VPN, calidad de servicio avanzada, balanceo de carga y el enlace en tiempo real configuración y supervisión, son algunos de sus bondades, que en especial utilizaremos para el cifrado de contenidos, ya que como es un plantel educativo no se desea que

los estudiantes tengan acceso a diferentes páginas que no contribuyen a su formación académica. Es impulsado por el nuevo procesador de 600MHz Atheros MIPS 74K red, tiene 128 MB de RAM, cinco puertos Gigabit LAN, cinco puertos Fast Ethernet LAN y jaula SFP (SFP módulo no incluidos). Además, cuenta con poderosos 1000mW doble cadena 2.4Ghz 802.11bgn punto de acceso inalámbrico, puerto serie RJ45, puerto microUSB y una licencia RouterOS L5, dos antenas de 4dBi Omni antenas y el panel LCD, en Colombia tiene un precio de \$ 215.500 aproximadamente.

**Figura 42: Aspecto físico y características técnicas RB2011UAS 2HnD-IN-**



General specifications	
CPU	Atheros AR9344 600MHz
Memory	128MB DDR2 SDRAM onboard memory
Ethernet	Five 10/100 Mbit Fast Ethernet ports with Auto-MDI/X Five 10/100/1000 Mbit Gigabit Ethernet ports with Auto-MDI/X
Wireless	<i>2HnD</i> : Built in 2GHz dual chain 802.11b/g/n wireless device <i>2HnD-IN</i> : Also includes two 4dBi swivel antennas
Expansion	One fixed Gigabit Ethernet SFP cage (Mini-GBIC; SFP module not included)
Extras	Reset button, Reset jumper, RJ45 serial port, LCD panel, Temperature and Voltage sensors, powered micro-B USB connector
Power options	Jack 8-28V DC; PoE: 8-28V DC on Ether1 (Non 802.3af). 15W max consumption
Dimensions	214 mm x 86 mm, Weight: 146g
Operating System	MikroTik RouterOS, L5 license
Package includes	RB2011, power supply, (depends on model: enclosure)

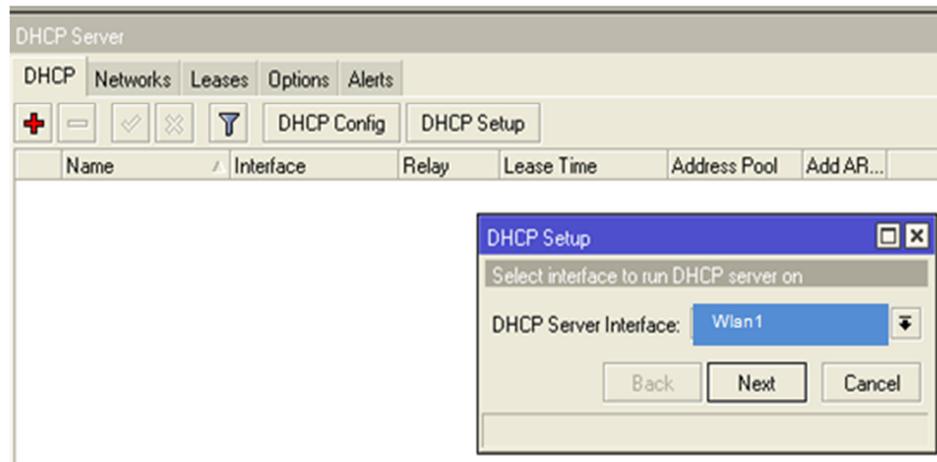
Feature / Model	2011UAS-2HnD-IN	2011UAS-2HnD
Enclosure	Desktop	-
SFP port	Yes	Yes
Serial port	Yes	Yes
USB	Yes	Yes
Wireless	Yes	Yes
Antennas	2x built in 4dBi swivel	None, MMCX connectors
LCD display	Yes	-

802.11b/g	RX Sensitivity	TX Power	802.11n	RX Sensitivity	TX power
1Mbit	-96	30dBm	MCS0/8 20MHz	-95	30dBm
11Mbit	-80	28dBm	MCS0/8 40MHz	-92	30dBm
6Mbit	-96	30dBm	MCS7/15 20MHz	-76	25dBm
54Mbit	-80	27dBm	MCS7/15 40MHz	-73	25dBm

Fuente: <http://routerboard.com/RB2011UAS-2HnD-IN>

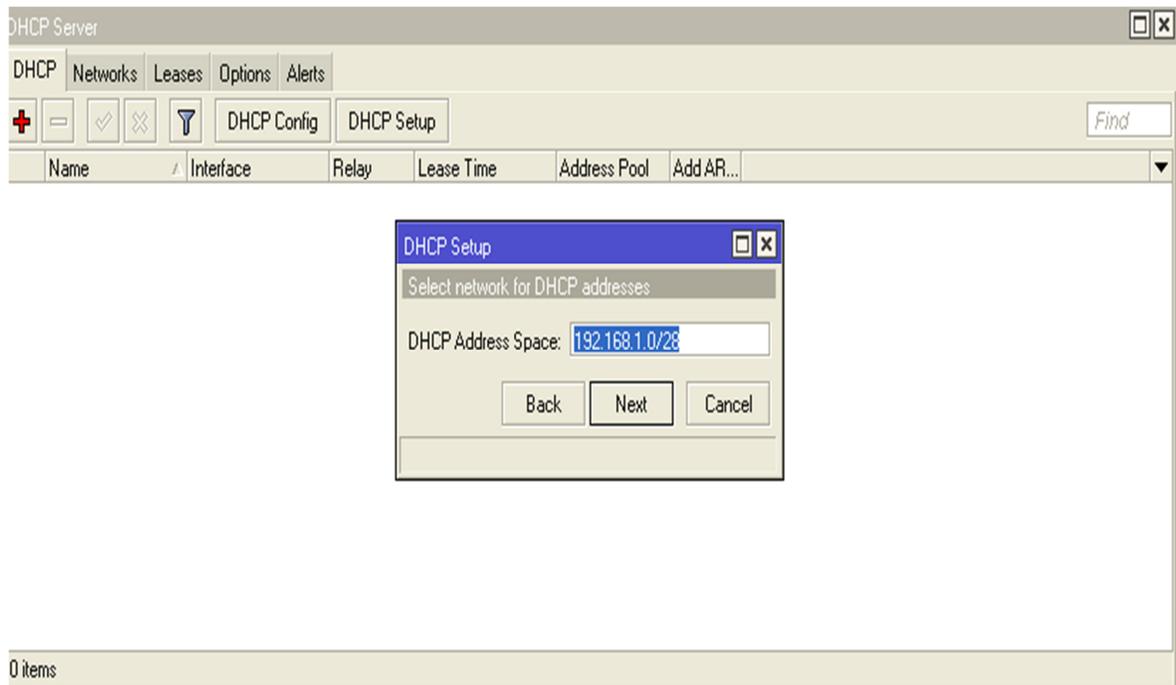
Para no entrar en detalles de configuración de direcciones IP, mikrotic permite hacer esto de manera automática con una opción que se llama DHCP Server.

**Figura 43: configurando DHCP Server interface wlan1.**



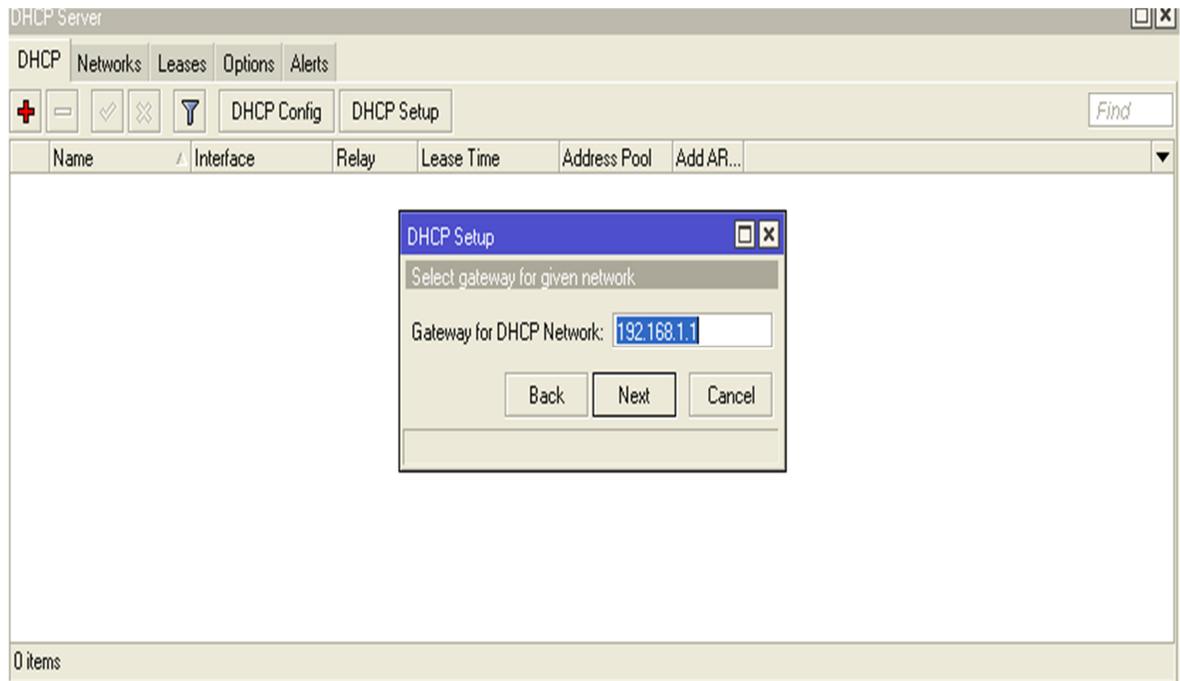
**Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.**

**Figura 44: configuración cantidad de equipos o PC que pueden tener acceso inalámbrico.**

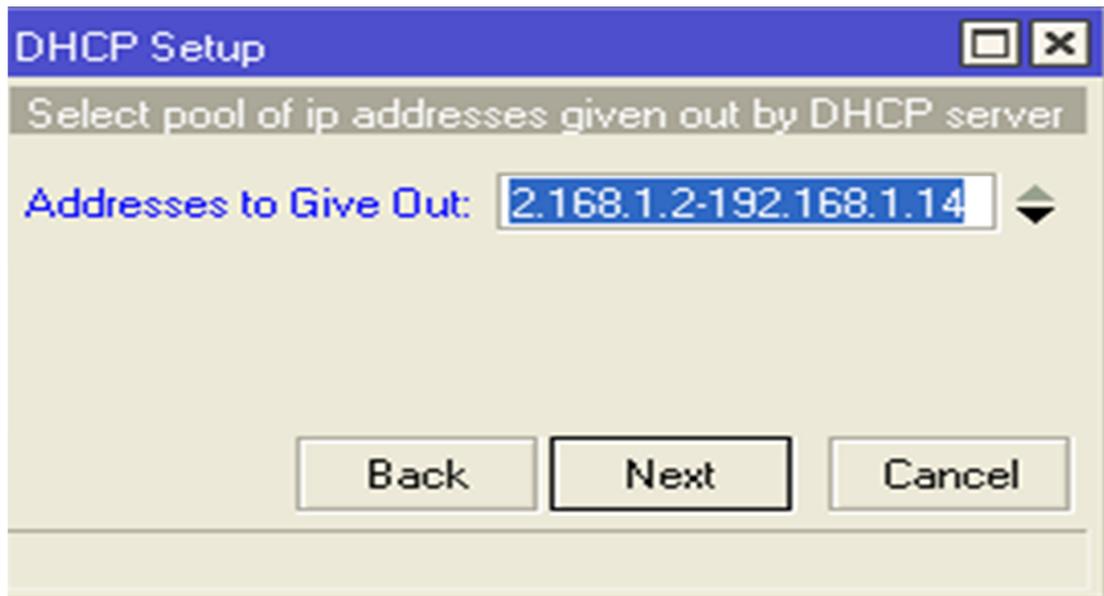


**Fuente: Mikrotik WinBox loader v2.2.18.**

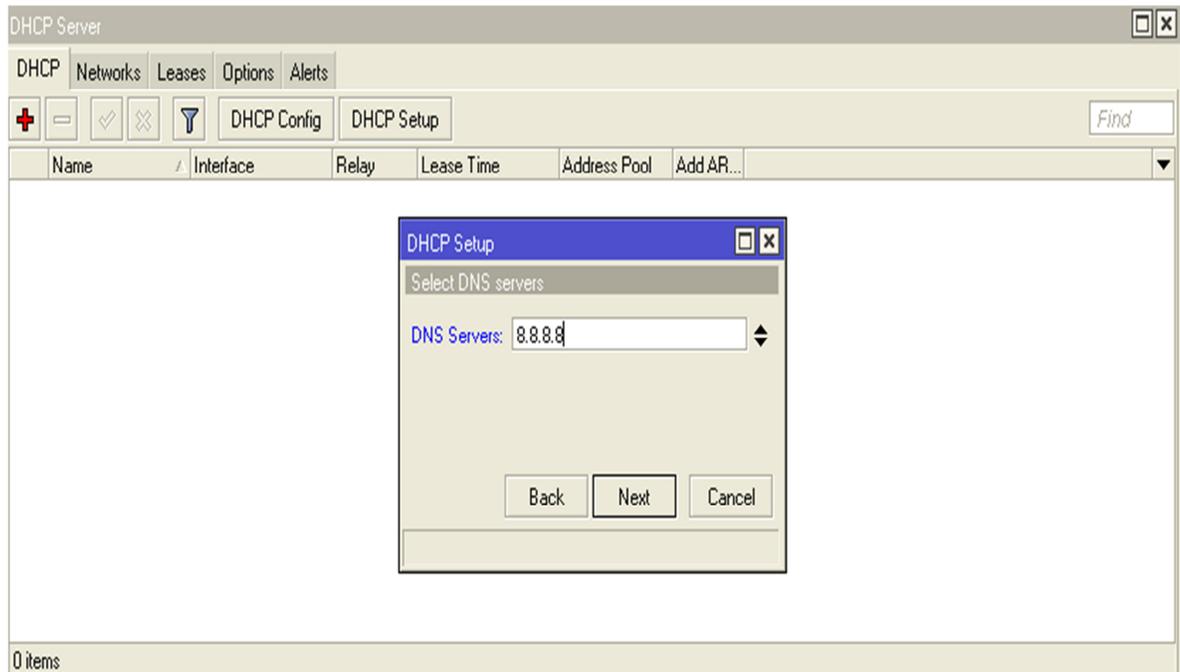
**Figura 45: Puerta de enlace o salida a internet.**



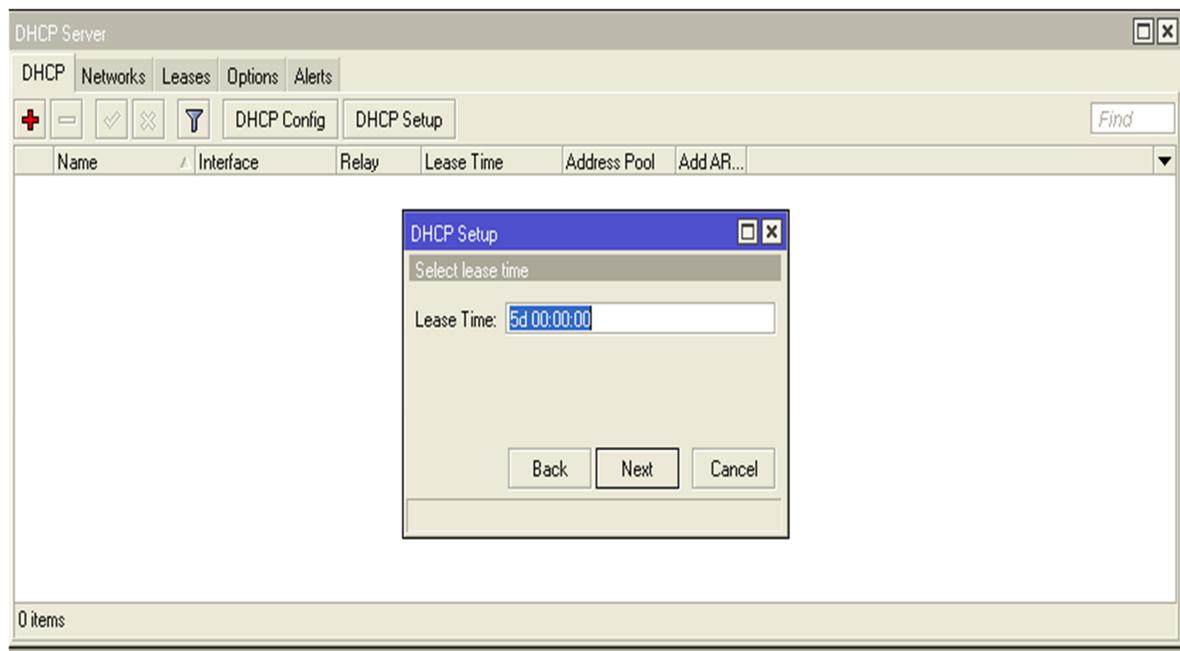
**Figura 46: Rango de direcciones IP configuradas.**



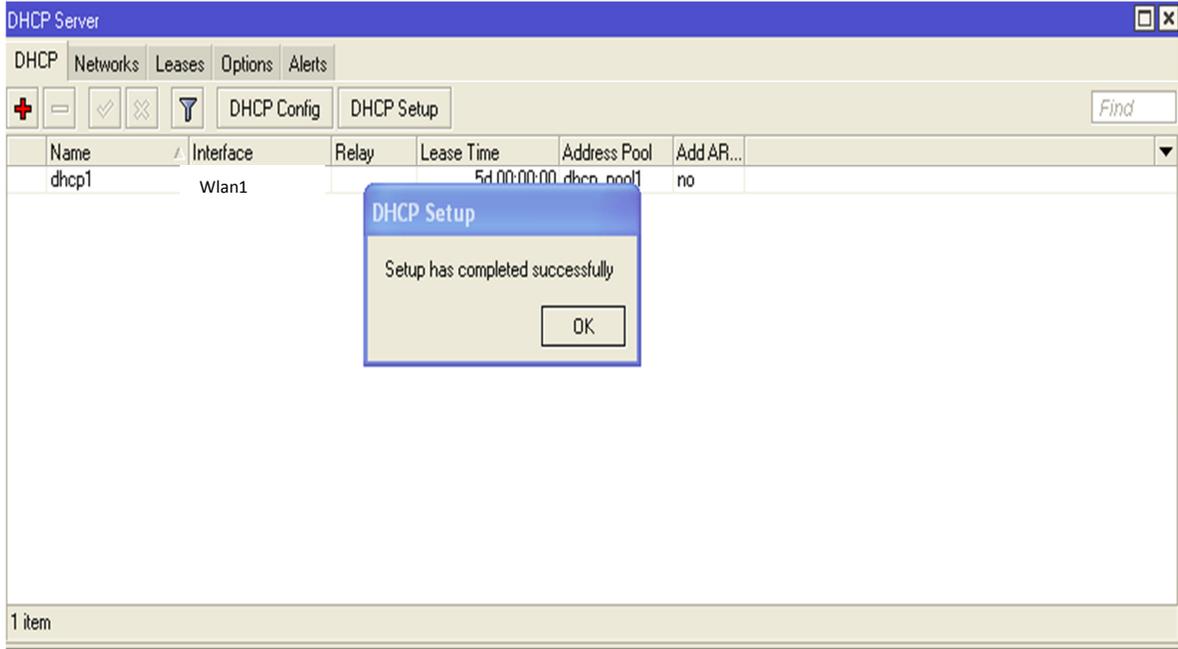
**Figura 47: DNS preferidos.**



**Figura 48: Configuración de vigencia de direcciones IP.**



**Figura 49: Configuración satisfactoria del DHCP Server.**



#### **4.3.3. Configuración de PC dentro de las instalaciones del plantel educativo María auxiliadora.**

Ahora bien, una vez sea comprobado que el routerboard se encuentran emitiendo la señal Wi-fi dentro de las instalaciones del plantel educativo se procederá a configurar los respectivos equipos o PC, los cuales son PC de escritorio y deberán ser instaladas las respectivas tarjetas de red inalámbricas, para así poder brindar una solución de conexión wifi, a continuación se detallaran los pasos a seguir.

- **Barra de tareas:** se inicia buscando el icono de redes, que se encuentra en la barra de tareas, allí se podrá saber si la máquina tiene la red desconectada o no ha sido instalada.

**Figura 50: búsqueda de redes Wi-fi**



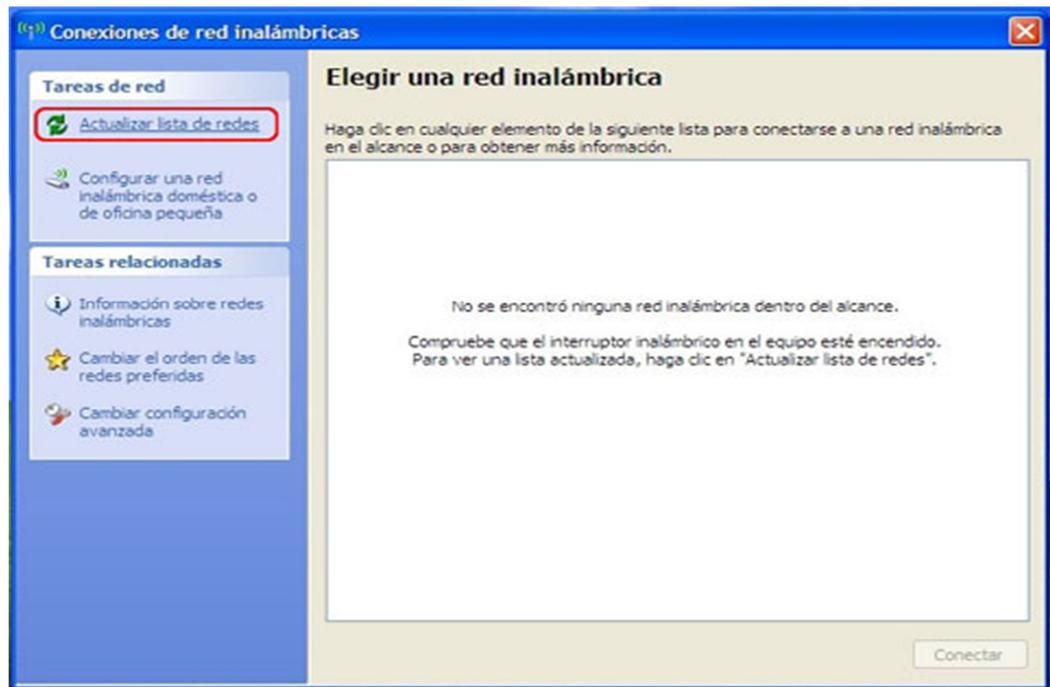
- **Búsqueda de la red:** Al encontrar el icono, damos clic derecho sobre él y a continuación nos saldrá un menú textual, con varias opciones, de las cuales debemos seleccionar “ver redes inalámbricas disponibles”.

Figura 51: Redes Disponibles



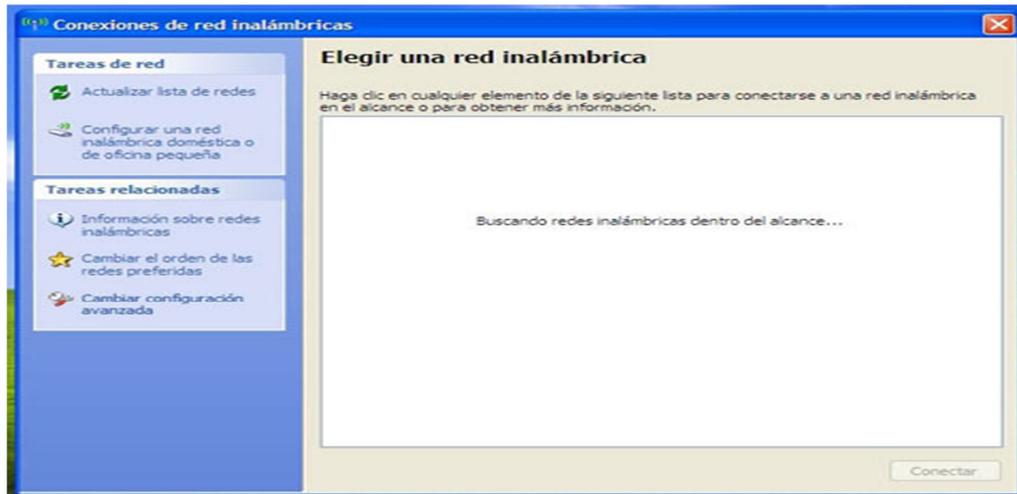
- **Elegir red:** En la ventana de conexiones de redes inalámbricas, se debe seleccionar la opción “elegir una red inalámbrica”. Luego, se selecciona la opción “actualizar lista de redes” con esto se podrá ver las redes inalámbricas a las cuales se tiene alcance.

Figura 52: Actualizar lista de redes.



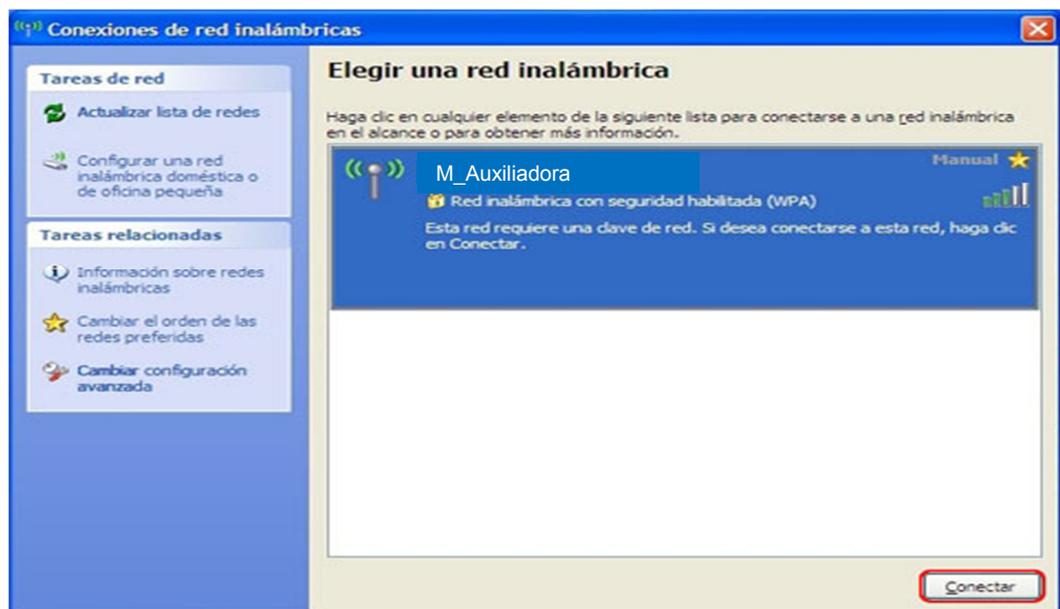
- **Redes disponibles:** después de haber hecho esto aparecerá la ventana como el de la siguiente imagen que indica que está buscando las redes wi-fi a las cuales se tiene alcance.

Figura 53: Elección de red Wi-fi.



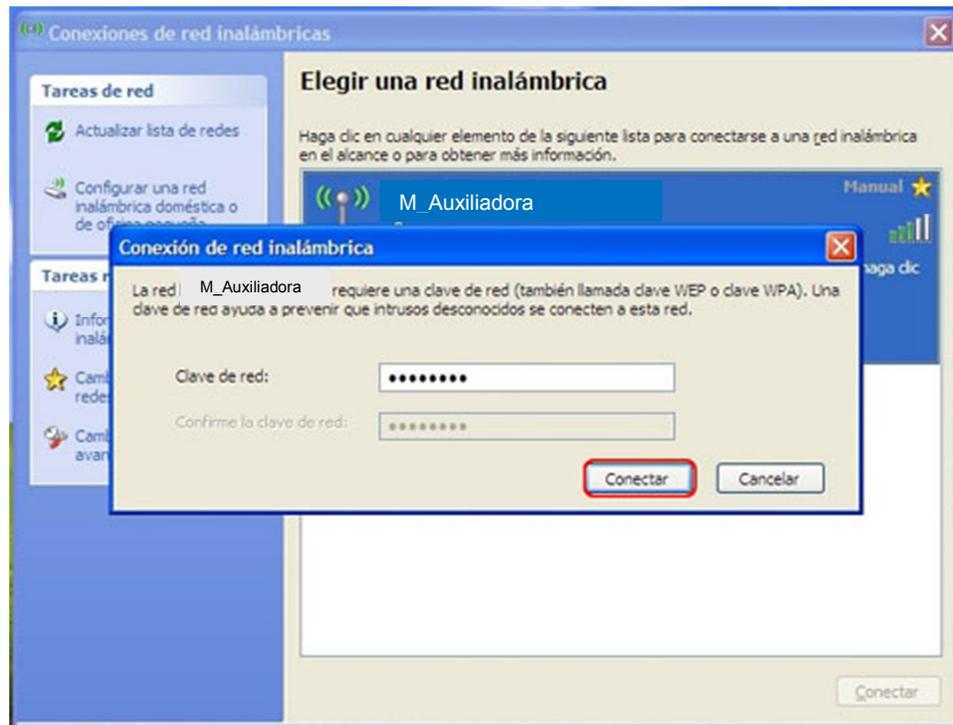
- **Datos para la configuración:** Como se puede apreciar en la siguiente imagen se ha encontrado una red inalámbrica disponible, en este caso el nombre de la red es M\_Auxiliadora. Luego, seleccionamos el botón "conectar".

Figura 54: conexión a la red de M\_Auxiliadora.



- **Clave:** Al intentar conectarse a esta red inalámbrica, se solicitara la clave de red para acceder a ella, la cual ya sea configurado previamente en el AP se introduce y se selecciona nuevamente el botón “conectar”.

Figura 55: contraseña red Wi-fi M\_Auxiliadora.



- **Asistente de conexión:** El asistente de conexión permitirá conectar a la red seleccionada. Se completará si la clave de red introducida es la correcta.

Figura 56: conectando a la red de M\_Auxiliadora.



- **Conectado:** Si la red ha sido conectada exitosamente, nos aparecerán los detalles de la conexión en la siguiente ventana, y de aquí en adelante se debe configurar las direcciones IP de los equipos para que la red sea una red debidamente estructurada.

Figura 47: Conectado a red M\_Auxiliadora.

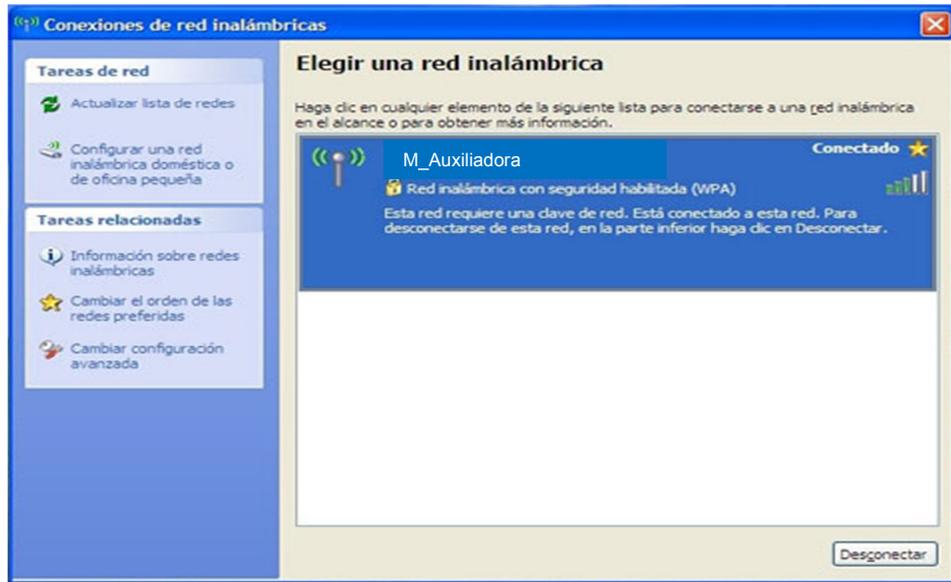


Tabla 3: Presupuesto enlace punto a punto.

**PRESUPUESTO ENLACE PUNTO A PUNTO PARA ESCUELA RURAL MARÍA AUXILIADORA  
VEREDA EL GUABINAL.**

DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Router BOARDT MIKROTIK METAL5HSPn	Un	2	\$ 330.000	\$ 660.000
Antenas tipo grilla 5.8ghz 27dbi QPCOM	Un	2	\$ 199.000	\$ 398.000
Mástil de acero inoxidable de 1 ½ " de 1 m.	Un	1	\$ 15.000	\$ 15.000
Abrazadera con lamina de sujeción	Un	3	\$ 5.000	\$ 15.000
Para rayo	Un	2	\$ 55.000	\$ 110.000
Kit Puesta a tierra	Un	2	\$ 180.000	\$ 180.000
Contador monofasico de energía	Un	2	\$ 65.000	\$ 130.000
Interruptor automático 5a	Un	2	\$ 15.000	\$ 30.000
Consumo de energia \$ 419 kw/h	Mes	2	\$ 64.861,2	\$ 129.722,4
Chazos expansivos	Un	8	\$ 700	\$ 5.600
Cable UTP	m	12	\$ 700	\$ 8.400
Conector RJ-45	Un	10	\$ 50	\$ 500
Cinta ban-it	m	2	\$ 1.000	\$ 2.000
Hebillas para cinta ban-it	Un	3	\$ 500	\$ 1.500
Cinta auto-fundente	Un	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Ups SU1000XLA Tripp Lite	Un	1	\$ 686.800	\$ 686.800
Alambre Cu # 12	m	200	\$ 83.000	\$ 166.000
<b>TOTAL:</b>				<b>\$ 2.573.522</b>

Tabla 4: Presupuesto solución Wi-fi instalaciones plantel educativo María Auxiliadora.

PRESUPUESTO DE IMPLEMETACION RED INALÁMBRICA EN LAS INSTALACIONES PLANTEL EDUCATIVO MARÍA AUXILIADORA.				
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
ROUTERBOARD MIKROTIK RB2011	Un	1	\$ 215.500	\$ 215.500
Impresora multifuncional HP Deskjet 3050	Un	1	\$ 135.000	\$ 135.000
Configuración Punto Wi-fi	Un	11	\$ 40.000	\$ 440.000
Ups back- rs 1500va lcd 120 v	Un	1	\$ 1'420.000	\$ 1'420000
Pie de amigos	Un	4	\$ 2.000	\$ 8.000
Tarjeta inalámbricas USB	Un	5	\$ 40.000	\$ 200.000
Triplex	M	2	\$ 200	\$ 400
chazos de ½	Un	12	\$ 250	\$ 3.000
<b>TOTAL:</b>				<b>\$ 2.421.900</b>

**Tabla 5: Presupuesto solución vía terrestre internet para escuela María Auxiliadora Guabinal cerro.**

Tabla: Presupuesto solución vía terrestre internet para escuela María Auxiliadora Guabinal cerro.

**PRESUPUESTO DE IMPLEMETACION RED ALÁMBRICA PARA LA CONEXIÓN A INTERNET  
PLANTEL EDUCATIVO MARIA AUXILIADORA GUABINAL CERRO.**

<b>Descripción</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANT.</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Poste concreto 8 m – 510 kg	Un	90	\$ 360.000	\$ 32.400.000
Apertura de hueco	Un	90	\$ 50.000	\$ 4.500.000
Tendido de red cada 100 mts	m	3000	\$ 60.000	\$ 18.000.000
<b>TOTAL:</b>				<b>\$ 54.900.000</b>

## CONCLUSIONES

- ✓ Las redes Wi-Fi utiliza ondas de radio en lugar de cables, lo que facilita la conexión entre dispositivos y el fácil mantenimiento de la red y por ende resultan más económicos para implementar en lugares apartados.
- ✓ Las redes Wi-Fi están siendo utilizado cada vez más como herramienta para facilitar la comunicaron entre dos o más lugares distantes entre sí.
- ✓ El aumento de su uso se debe a costo mucho más moderados y por su alta productividad.
- ✓ Son cada vez más los sitios que cuentan con esta tecnología ya que cualquier dispositivo puede ser adaptado para funcionar con Wi-Fi, ya que su uso se ha masificado en corto tiempo.
- ✓ Los estándares utilizados son necesarios ya que con estos se busca la compatibilidad entre los dispositivos.
- ✓ Las seguridades en las redes Wi-fi cada vez son más seguras debido a que son muchos los mecanismos que se han implementado para mantenerla a salvo.
- ✓ El inconveniente de usar bandas sin licencia es que tenemos una limitación en la potencia de emisión para no interferir con otras redes que estén utilizando parte del espectro.
- ✓ Cuanto a mayor altura se instalen las antenas, más alcance y ancho de banda se tendrá, al tener menos obstáculos en la trayectoria del enlace.
- ✓ Finalmente el uso de tecnologías inalámbricas está regulado y hay establecidas normas que definen las pautas de seguridad radioeléctrica que deben cumplir los fabricantes.

## BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS COLOMBIANAS, normas para la presentación de trabajos escritos. Octava actualización. Santafé de Bogotá D.C. ICONTEC.

Unión Internacional de Telecomunicaciones (2006). WirelessAccess Systems (WAS), including broadband. Recuperado el 15 de enero de 2012 del sitio web <http://www.itu.int/ITU-R/study-groups/was/index-es.html>

Lukor (2008). Redes WiFi. Recuperado el 15 de diciembre de 2012 del sitio web <http://www.lukor.com>

Monografías.com (2012). Redes Inalámbricas. Recuperado el 16 de enero de 2012 del sitio <http://www.monografias.com/trabajos12/reina/reina.shtml>

Castro, Edgar (2003). Redes inalámbricas. Recuperado el 18 de enero de 2012 del sitio [http://boards5.melodysoft.com/app?ID=S4\\_01&msg=41&DOC=121](http://boards5.melodysoft.com/app?ID=S4_01&msg=41&DOC=121)

Del Razo, Minerva (2004). Redes inalámbricas en Boletín Tress, junio 2004 Recuperado el 14 de enero de 2012 del sitio <http://www.tress.com.mx/boletin/junio2004/redes.htm>

Aguirre, José Eduardo (2007). Principios Básicos en Capas de Red. Redes Inalámbricas Recuperado el 24 de diciembre de 2013 del sitio <http://www.monografias.com/trabajos/redesinalam/redesinalam>

Noticias de Redes Inalámbricas y Seguridad WiFi (2008). Recuperado el 30 de diciembre de 2008 del sitio <http://www.virusprot.com/Nt200641>

Direccionamiento IP, <http://my.athenet.net/~multiplx/cgi-bin/wireless.main.cgi>. Recuperado 15 de diciembre de 2012.

## ANEXOS.

The new, completely waterproof, rugged, and super high powered RouterBOARD Metal. The serious outdoor wireless device.

Fully sealed, industrial design metal case, powered by RouterBOARD and RouterOS. 1.3 WATT of output power - to reach the last mile, in any conditions.

It has a built-in N-male connector, and pole attachment points, so you can attach it to an antenna directly, or use a standard antenna cable. LED signal indicators make it easy to install and align. Shipped complete with power injector, adapter and mounting kit.

CPU	Atheros AR7241 400MHz network processor
Memory	64MB DDR SDRAM onboard memory
Ethernet	One 10/100 Mbit/s Fast Ethernet port with Auto-MDI/X, L2MTU up to 2030
Wireless	Wireless Built-in 5GHz 802.11a/n 1x1 MIMO, N-male connector, Up to <b>1.3W output power</b>
Extras	Reset switch, Beeper, Voltage monitor, Temperature monitor
LEDs	5 wireless signal LEDs, ethernet activity LED (configurable)
Power options	Passive 8-30V PoE only. 16KV ESD protection on RF port
Consumption	Up to ~0,5A at 24V (11.5W)
Dimensions	177x44x44mm, 193g. Must be mounted with ethernet pointing down
Operating temperature	-30C to +70C
Operating system	MikroTik RouterOS v5, Level4 license (station, point-to-point or AP modes)
Package contains	Metal 5SHPn unit, mounting loops, PoE injector, 24V power adapter
RX sensitivity	<b>802.11a:</b> -93 dBm @ 6Mbps to -77 dBm @ 54 Mbps <b>802.11n:</b> -93 dBm @ MCS0 to -71 dBm @ MCS7
TX power	<b>802.11a:</b> 31dBm @ 6Mbps to 27dBm @ 54 Mbps <b>802.11n:</b> 30dBm @ MCS0 to 26dBm @ MCS7
Modulations	OFDM: BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM DSSS: DBPSK, DQPSK, CCK



Fuente: <http://routerboard.com/RBMetal5SHPn>

## PARARALLOS ALFA ALR06

EL protector de rayos ALR06 de ALFA Networks para Antenas externas, está diseñado en un alta calidad industrial a bajo costo, proporcionando así un valor agregado. Este protector proporciona gran protección desde 0 a 6 GHz con los conectores N-hembra a N-Macho.

El material con el que está fabricado es 100% latón plateado niquelado de alta calidad a diferencia de los dispositivos comunes en el mercado que son hechos con aluminio. La protección que ofrece normalmente se suministra con 90VDC de ruptura, que es más que suficiente para instalaciones LAN. Ideal para mantener los dispositivos inalámbricos libres de descargas de rayos, el ALR06 proporciona también protección para aquellas descargas que podrían ocasionarse en las fuentes de red. Disponible para banda 2.4GHz y 5.8GHz, las características eléctricas son básicamente las mismas, ambos conectores están protegidos.



## UPS SU1000XLA MARCA TRIPP LITE

UPS SmartOnline SU1000XLa en línea, de doble conversión de Tripp Lite protege servidores vitales, equipos de conexión en red y telecomunicaciones de apagones, caídas de voltaje, fluctuaciones de voltaje y sobretensiones transitorias en un atractivo factor de forma de torre vertical totalmente en color negro. UPS de gran capacidad, 1kVA/800 watt, convierte continuamente la CA entrante en CD y luego a una salida de CA de onda sinusoidal perfecta de 120V CA (+/-2%). Elimina la distorsión armónica, los impulsos eléctricos rápidos, las fluctuaciones de frecuencia y otros problemas de energía difíciles de resolver que no toman en cuenta otros sistemas UPS.

La salida de onda sinusoidal pura y cero tiempo de transferencia a la batería ofrecen compatibilidad garantizada con todo tipo de equipos. Funcionamiento extremadamente eficiente, en la configuración opcional de modo económico, reduciendo la salida de calor y ahorrando en los costos de energía.

Incluye 6 tomacorrientes respaldados por el UPS. 2 bancos de carga de con un solo tomacorrientes cada uno se pueden controlar en forma independiente a través de una interfaz de software para que reinicien equipos remotos de manera selectiva o eliminen cargas menos críticas para extender el tiempo de funcionamiento de la batería para equipos vitales.

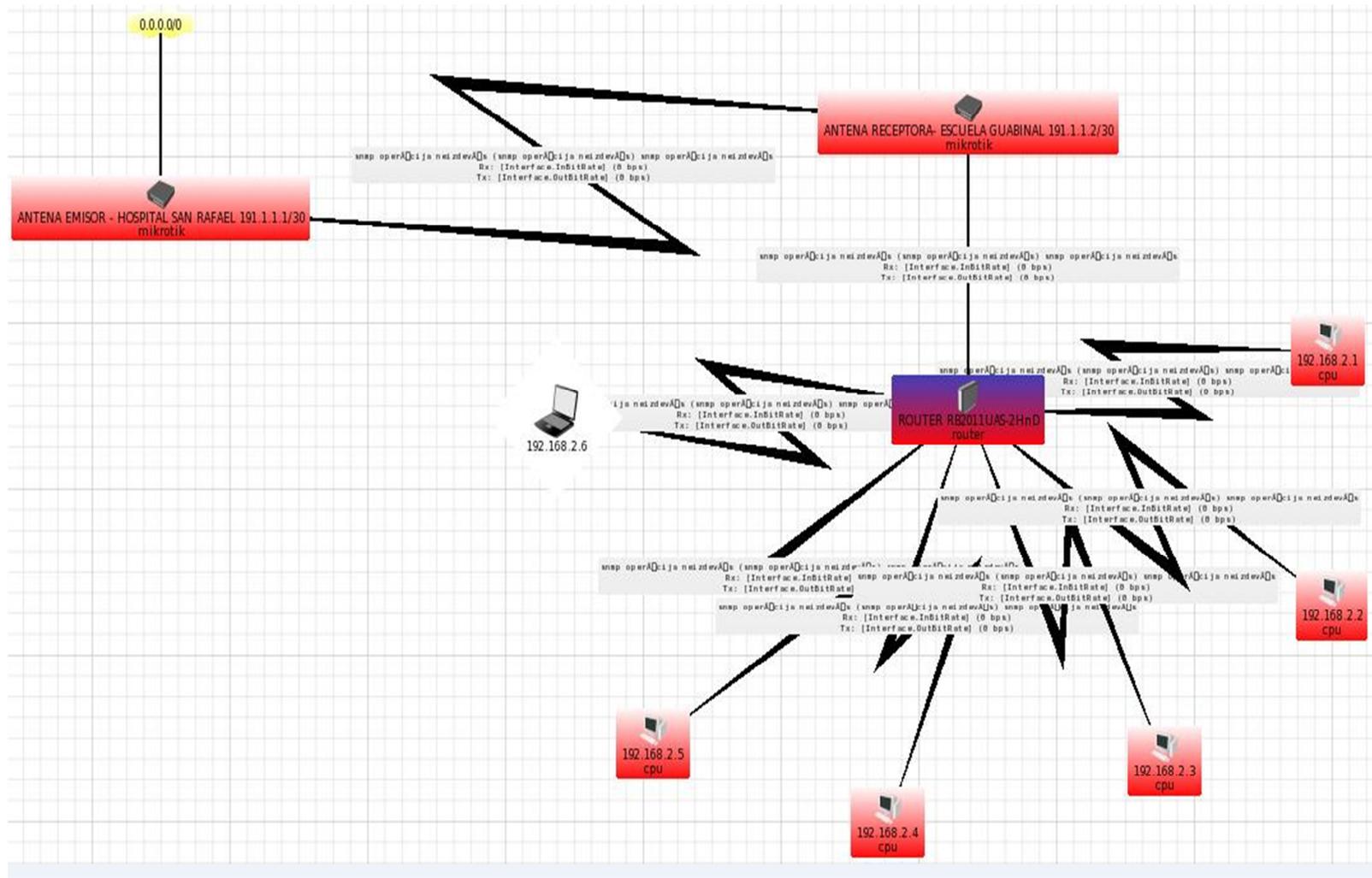
Dispone de tiempo de autonomía extendido con los módulos opcionales de baterías externas BP24V15RT2U, BP24V28-2U y BP24V70-3U. Incluye ranura para tarjeta SNMP/web interna, más puerto serial de monitoreo mejorado DB9 para el apagado sin supervisión, control remoto y monitoreo del sistema de UPS y datos de la energía.

Incluye el software de administración de energía de UPS PowerAlert de Tripp Lite. Compatible con el Software de Servicio de Monitoreo/Reinicio Watchdog de Tripp Lite.SMARTONLINE™

- UPS de doble conversión, en línea de 1000VA / 1kVA / 800 watts, en torre
- Salida de 100/110/120V +/-2% a 50/60Hz, alta eficiencia con la opción de modo económico
- Tiempo de respaldo ampliable, módulos de batería Hot-Swap
- Puertos USB, RS232 y EPO; soporte para opciones de tarjeta SNMP/WEB
- entrada NEMA 5-15P; Tomacorrientes 5-15R.
- 

Más información [www.tripplite.com/es/products/model.cfm?txtModelID=3180](http://www.tripplite.com/es/products/model.cfm?txtModelID=3180) 3/12

## MODELO LÓGICO DE LA RED



## BACKUP ENLACE PUNTO A PUNTO MARÍA AUXILIADORA.

```
# feb/16/2013 17:45:14 by RouterOS 5.16
# software id = QV08-WMGM
#
/interface ethernet
set 0 arp=enabled auto-negotiation=yes disabled=no full-duplex=yes
l2mtu=1600 \
    mac-address=D4:CA:6D:53:62:42 mtu=1500 name=ether1 speed=100Mbps
set 1 arp=enabled auto-negotiation=yes bandwidth=unlimited/unlimited \
    disabled=no full-duplex=yes l2mtu=1598 mac-address=D4:CA:6D:53:62:43
\
    master-port=none mtu=1500 name=ether2 speed=100Mbps
set 2 arp=enabled auto-negotiation=yes bandwidth=unlimited/unlimited \
    disabled=no full-duplex=yes l2mtu=1598 mac-address=D4:CA:6D:53:62:44
\
    master-port=none mtu=1500 name=ether3 speed=100Mbps
set 3 arp=enabled auto-negotiation=yes bandwidth=unlimited/unlimited \
    disabled=no full-duplex=yes l2mtu=1598 mac-address=D4:CA:6D:53:62:45
\
    master-port=none mtu=1500 name=ether4 speed=100Mbps
set 4 arp=enabled auto-negotiation=yes bandwidth=unlimited/unlimited \
    disabled=no full-duplex=yes l2mtu=1598 mac-address=D4:CA:6D:53:62:46
\
    master-port=none mtu=1500 name=ether5 speed=100Mbps
/interface ethernet switch
set 0 mirror-source=none mirror-target=none name=switch1
/interface wireless security-profiles
set [ find default=yes ] authentication-types="" eap-methods=passthrough
\
    group-ciphers=aes-ccm group-key-update=5m interim-update=0s \
    management-protection=disabled management-protection-key="" mode=none
\
    name=default radius-eap-accounting=no radius-mac-accounting=no \
    radius-mac-authentication=no radius-mac-caching=disabled \
    radius-mac-format=XX:XX:XX:XX:XX:XX radius-mac-mode=as-username \
    static-algo-0=none static-algo-1=none static-algo-2=none static-algo-
3=\
    none static-key-0="" static-key-1="" static-key-2="" static-key-3=""
\
    static-sta-private-algo=none static-sta-private-key="" \
    static-transmit-key=key-0 supplicant-identity=MikroTik tls-
certificate=\
    none tls-mode=no-certificates unicast-ciphers=aes-ccm wpa-pre-shared-
key=\
    "" wpa2-pre-shared-key=""
/interface wireless
set 0 adaptive-noise-immunity=none allow-sharedkey=no antenna-gain=0 \
    antenna-mode=ant-a area="" arp=enabled band=2ghz-b/g/n basic-rates-
a/g=\
```

```

6Mbps basic-rates-b=1Mbps bridge-mode=enabled channel-width=\
20/40mhz-ht-above compression=no country=no_country_set \
default-ap-tx-limit=0 default-authentication=yes default-client-tx-
limit=\
0 default-forwarding=yes dfs-mode=none disable-running-check=no
disabled=\
no disconnect-timeout=3s distance=dynamic frame-lifetime=0
frequency=2412 \
frequency-mode=manual-txpower frequency-offset=0 hide-ssid=no \
ht-ampdu-priorities=0 ht-amsdu-limit=8192 ht-amsdu-threshold=8192 \
ht-basic-mcs=mcs-0,mcs-1,mcs-2,mcs-3,mcs-4,mcs-5,mcs-6,mcs-7 \
ht-guard-interval=any ht-rxchains=0 ht-supported-mcs="mcs-0,mcs-
1,mcs-2,mc\
s-3,mcs-4,mcs-5,mcs-6,mcs-7,mcs-8,mcs-9,mcs-10,mcs-11,mcs-12,mcs-
13,mcs-14\
,mcs-15,mcs-16,mcs-17,mcs-18,mcs-19,mcs-20,mcs-21,mcs-22,mcs-23" \
ht-txchains=0 hw-fragmentation-threshold=disabled hw-protection-
mode=none \
hw-protection-threshold=0 hw-retries=7 l2mtu=2290 mac-address=\
D4:CA:6D:53:62:47 max-station-count=2007 mode=station mtu=1500 \
multicast-helper=default name=wlan1 noise-floor-threshold=default \
nv2-cell-radius=30 nv2-noise-floor-offset=default nv2-preshared-key=\
M_AUX_2013 nv2-qos=default nv2-queue-count=2 nv2-security=enabled \
on-fail-retry-time=100ms periodic-calibration=default \
periodic-calibration-interval=60 preamble-mode=both \
proprietary-extensions=post-2.9.25 radio-name=D4CA6D536247 \
rate-selection=advanced rate-set=default scan-list=default \
security-profile=default ssid="MARIA_AUXILIADORA" station-bridge-
clone-mac=\
00:00:00:00:00:00 supported-rates-a/g=\
6Mbps,9Mbps,12Mbps,18Mbps,24Mbps,36Mbps,48Mbps,54Mbps supported-
rates-b=\
1Mbps,2Mbps,5.5Mbps,11Mbps tdma-period-size=2 tx-power-mode=default \
update-stats-interval=disabled wds-cost-range=50-150 wds-default-
bridge=\
none wds-default-cost=100 wds-ignore-ssid=no wds-mode=disabled \
wireless-protocol=unspecified wmm-support=disabled
/interface wireless manual-tx-power-table
set wlan1 manual-tx-
powers="1Mbps:17,2Mbps:17,5.5Mbps:17,11Mbps:17,6Mbps:17,9M\
bps:17,12Mbps:17,18Mbps:17,24Mbps:17,36Mbps:17,48Mbps:17,54Mbps:17,HT20-
0:\
17,HT20-1:17,HT20-2:17,HT20-3:17,HT20-4:17,HT20-5:17,HT20-6:17,HT20-
7:17,H\
T40-0:17,HT40-1:17,HT40-2:17,HT40-3:17,HT40-4:17,HT40-5:17,HT40-
6:17,HT40-\
7:17"
/interface wireless nstreme
set wlan1 disable-csma=no enable-nstreme=no enable-polling=yes framer-
limit=\
3200 framer-policy=none
/ip hotspot profile

```

```

set [ find default=yes ] dns-name="" hotspot-address=0.0.0.0 html-
directory=\
    hotspot http-cookie-lifetime=3d http-proxy=0.0.0.0:0 login-by=\
    cookie,http-chap name=default rate-limit="" smtp-server=0.0.0.0 \
    split-user-domain=no use-radius=no
/ip hotspot user profile
set [ find default=yes ] idle-timeout=none keepalive-timeout=2m
name=default \
    shared-users=1 status-autorefresh=1m transparent-proxy=no
/ip ipsec proposal
set [ find default=yes ] auth-algorithms=sha1 disabled=no enc-
algorithms=3des \
    lifetime=30m name=default pfs-group=modp1024
/ppp profile
set 0 change-tcp-mss=yes name=default only-one=default use-compression=\
    default use-encryption=default use-mpls=default use-vj-compression=\
    default
set 1 change-tcp-mss=yes name=default-encryption only-one=default \
    use-compression=default use-encryption=yes use-mpls=default \
    use-vj-compression=default
/queue type
set 0 kind=pfifo name=default pfifo-limit=50
set 1 kind=pfifo name=ethernet-default pfifo-limit=50
set 2 kind=sfq name=wireless-default sfq-allot=1514 sfq-perturb=5
set 3 kind=red name=synchronous-default red-avg-packet=1000 red-burst=20
\
    red-limit=60 red-max-threshold=50 red-min-threshold=10
set 4 kind=sfq name=hotspot-default sfq-allot=1514 sfq-perturb=5
set 5 kind=none name=only-hardware-queue
set 6 kind=mq-pfifo mq-pfifo-limit=50 name=multi-queue-ethernet-default
set 7 kind=pfifo name=default-small pfifo-limit=10
/routing bgp instance
set default as=65530 client-to-client-reflection=yes disabled=no \
    ignore-as-path-len=no name=default out-filter="" redistribute-
connected=\
    no redistribute-ospf=no redistribute-other-bgp=no redistribute-rip=no
\
    redistribute-static=no router-id=0.0.0.0 routing-table=""
/routing ospf instance
set [ find default=yes ] disabled=no distribute-default=never in-filter=\
    ospf-in metric-bgp=auto metric-connected=20 metric-default=1 \
    metric-other-ospf=auto metric-rip=20 metric-static=20 name=default \
    out-filter=ospf-out redistribute-bgp=no redistribute-connected=no \
    redistribute-other-ospf=no redistribute-rip=no redistribute-static=no
\
    router-id=0.0.0.0
/routing ospf area
set [ find default=yes ] area-id=0.0.0.0 disabled=no instance=default
name=\
    backbone type=default
/snmp community
set [ find default=yes ] address=0.0.0.0/0 authentication-password="" \
    authentication-protocol=MD5 encryption-password="" encryption-
protocol=\

```

```

DES name=public read-access=yes security=none write-access=no
/system logging action
set 0 memory-lines=100 memory-stop-on-full=no name=memory target=memory
set 1 disk-file-count=2 disk-file-name=log disk-lines-per-file=100 \
    disk-stop-on-full=no name=disk target=disk
set 2 name=echo remember=yes target=echo
set 3 bsd-syslog=no name=remote remote-port=514 src-address=0.0.0.0 \
    syslog-facility=daemon syslog-severity=auto target=remote
/user group
set          read          name=read
policy="local,telnet,ssh,reboot,read,test,winbox,password,w\
    eb,sniff,sensitive,api,!ftp,!write,!policy" skin=default
set          write         name=write
policy="local,telnet,ssh,reboot,read,write,test,winbox,pa\
    ssword,web,sniff,sensitive,api,!ftp,!policy" skin=default
set          full          name=full
policy="local,telnet,ssh,ftp,reboot,read,write,policy,test,\
    winbox,password,web,sniff,sensitive,api" skin=default
/interface bridge settings
set use-ip-firewall=no use-ip-firewall-for-pppoe=no use-ip-firewall-for-
vlan=\
    no
/interface ethernet switch port
set 0 vlan-header=leave-as-is vlan-mode=fallback
set 1 vlan-header=leave-as-is vlan-mode=fallback
set 2 vlan-header=leave-as-is vlan-mode=fallback
set 3 vlan-header=leave-as-is vlan-mode=fallback
set 4 vlan-header=leave-as-is vlan-mode=fallback
/interface l2tp-server server
set authentication=pap,chap,mschap1,mschap2 default-profile=\
    default-encryption enabled=no max-mru=1460 max-mtu=1460 mrru=disabled
/interface ovpn-server server
set auth=sha1,md5 certificate=none cipher=blowfish128,aes128 default-
profile=\
    default enabled=no keepalive-timeout=60 mac-address=FE:82:D1:58:0D:05
\
    max-mtu=1500 mode=ip netmask=24 port=1194 require-client-
certificate=no
/interface pptp-server server
set authentication=mschap1,mschap2 default-profile=default-encryption \
    enabled=no keepalive-timeout=30 max-mru=1460 max-mtu=1460
mrru=disabled
/interface sstp-server server
set authentication=pap,chap,mschap1,mschap2 certificate=none default-
profile=\
    default enabled=no keepalive-timeout=60 max-mru=1500 max-mtu=1500
mrru=\
    disabled port=443 verify-client-certificate=no
/interface wireless access-list
add ap-tx-limit=0 authentication=yes client-tx-limit=0 disabled=no \
    forwarding=yes interface=wlan1 mac-address=D4:CA:6D:52:9D:97 \
    management-protection-key="" private-algo=none private-key="" \
    private-pre-shared-key="" signal-range=-120..120
/interface wireless align

```

```

set active-mode=yes audio-max=-20 audio-min=-100 audio-monitor=\
  00:00:00:00:00:00 filter-mac=00:00:00:00:00:00 frame-size=300 \
  frames-per-second=25 receive-all=no ssid-all=no
/interface wireless connect-list
add area-prefix="" connect=yes disabled=no interface=wlan1 mac-address=\
  D4:CA:6D:52:9D:97 security-profile=default signal-range=-120..120
ssid="" \
  wireless-protocol=any
/interface wireless sniffer
set channel-time=200ms file-limit=10 file-name="" memory-limit=10 \
  multiple-channels=no only-headers=no receive-errors=no streaming-
enabled=\
  no streaming-max-rate=0 streaming-server=0.0.0.0
/interface wireless snoop
set channel-time=200ms multiple-channels=yes receive-errors=no
/ip accounting
set account-local-traffic=no enabled=no threshold=256
/ip accounting web-access
set accessible-via-web=no address=0.0.0.0/0
/ip dhcp-client
add add-default-route=yes default-route-distance=0 disabled=no
interface=\
  wlan1 use-peer-dns=yes use-peer-ntp=yes
/ip dhcp-server config
set store-leases-disk=5m
/ip dns
set allow-remote-requests=no cache-max-ttl=1w cache-size=2048KiB \
  max-udp-packet-size=4096 servers=""
/ip firewall connection tracking
set enabled=yes generic-timeout=10m icmp-timeout=10s tcp-close-
timeout=10s \
  tcp-close-wait-timeout=10s tcp-established-timeout=1d \
  tcp-fin-wait-timeout=10s tcp-last-ack-timeout=10s \
  tcp-syn-received-timeout=5s tcp-syn-sent-timeout=5s tcp-syncookie=no
\
  tcp-time-wait-timeout=10s udp-stream-timeout=3m udp-timeout=10s
/ip firewall service-port
set ftp disabled=no ports=21
set tftp disabled=no ports=69
set irc disabled=no ports=6667
set h323 disabled=no
set sip disabled=no ports=5060,5061 sip-direct-media=yes
set pptp disabled=no
/ip hotspot service-port
set ftp disabled=no ports=21
/ip neighbor discovery
set wlan1 disabled=yes
set ether1 disabled=no
set ether2 disabled=no
set ether3 disabled=no
set ether4 disabled=no
set ether5 disabled=no
/ip proxy
set always-from-cache=no cache-administrator=webmaster cache-hit-dscp=4 \

```

```

        cache-on-disk=no        enabled=no        max-cache-size=none        max-client-
connections=\
        600 max-fresh-time=3d max-server-connections=600 parent-proxy=0.0.0.0
\
        parent-proxy-port=0 port=8080 serialize-connections=no src-address=\
        0.0.0.0
/ip service
set telnet address="" disabled=no port=23
set ftp address="" disabled=no port=21
set www address="" disabled=no port=80
set ssh address="" disabled=no port=22
set www-ssl address="" certificate=none disabled=yes port=443
set api address="" disabled=yes port=8728
set winbox address="" disabled=no port=8291
/ip smb
set allow-guests=yes comment=MikrotikSMB domain=MSHOME enabled=no
interfaces=\
    all
/ip smb shares
set [ find default=yes ] comment="default share" directory=/pub
disabled=no \
    max-sessions=10 name=pub
/ip smb users
set [ find default=yes ] disabled=no name=guest password="" read-only=yes
/ip socks
set connection-idle-timeout=2m enabled=no max-connections=200 port=1080
/ip traffic-flow
set active-flow-timeout=30m cache-entries=4k enabled=no \
    inactive-flow-timeout=15s interfaces=all
/ip upnp
set allow-disable-external-interface=yes enabled=no show-dummy-rule=yes
/mpls
set dynamic-label-range=16-1048575 propagate-ttl=yes
/mpls interface
set [ find default=yes ] disabled=no interface=all mpls-mtu=1508
/mpls ldp
set distribute-for-default-route=no enabled=no hop-limit=255 loop-
detect=no \
    lsr-id=0.0.0.0 path-vector-limit=255 transport-address=0.0.0.0 \
    use-explicit-null=no
/port firmware
set directory=firmware
/ppp aaa
set accounting=yes interim-update=0s use-radius=no
/queue interface
set wlan1 queue=wireless-default
set ether1 queue=only-hardware-queue
set ether2 queue=only-hardware-queue
set ether3 queue=only-hardware-queue
set ether4 queue=only-hardware-queue
set ether5 queue=only-hardware-queue
/radius incoming
set accept=no port=3799
/routing bfd interface

```

```

set [ find default=yes ] disabled=no interface=all interval=0.2s min-
rx=0.2s \
    multiplier=5
/routing mme
set bidirectional-timeout=2 gateway-class=none gateway-keepalive=1m \
    gateway-selection=no-gateway    origination-interval=5s    preferred-
gateway=\
    0.0.0.0 timeout=1m ttl=50
/routing rip
set    distribute-default=never    garbage-timer=2m    metric-bgp=1    metric-
connected=1 \
    metric-default=1 metric-ospf=1 metric-static=1 redistribute-bgp=no \
    redistribute-connected=no redistribute-ospf=no redistribute-static=no
\
    routing-table=main timeout-timer=3m update-timer=30s
/snmp
set contact="" enabled=no engine-id="" location="" trap-generators="" \
    trap-target="" trap-version=1
/system clock
set time-zone-name=manual
/system clock manual
set dst-delta=+00:00 dst-end="jan/01/1970 00:00:00" dst-start=\
    "jan/01/1970 00:00:00" time-zone=+00:00
/system identity
set name=MikroTik
/system leds
set 0 disabled=no interface=wlan1 leds=wlan-led type=wireless-status
/system logging
set 0 action=memory disabled=no prefix="" topics=info
set 1 action=memory disabled=no prefix="" topics=error
set 2 action=memory disabled=no prefix="" topics=warning
set 3 action=echo disabled=no prefix="" topics=critical
/system note
set note="" show-at-login=yes
/system ntp client
set enabled=no mode=broadcast primary-ntp=0.0.0.0 secondary-ntp=0.0.0.0
/system resource irq
set 0 cpu=auto
set 1 cpu=auto
set 2 cpu=auto
set 3 cpu=auto
/system routerboard settings
set    boot-device=nand-if-fail-then-ethernet    boot-protocol=bootp    cpu-
frequency=\
    400MHz force-backup-booter=no silent-boot=no
/system upgrade mirror
set    check-interval=1d    enabled=no    primary-server=0.0.0.0    secondary-
server=\
    0.0.0.0 user=""
/system watchdog
set    auto-send-supout=no    automatic-supout=yes    no-ping-delay=5m    watch-
address=\
    none watchdog-timer=yes
/tool bandwidth-server

```

```

set allocate-udp-ports-from=2000 authenticate=yes enabled=yes max-
sessions=\
    100
/tool e-mail
set address=0.0.0.0 from=<> password="" port=25 user=""
/tool graphing
set page-refresh=300 store-every=5min
/tool mac-server
set [ find default=yes ] disabled=no interface=all
/tool mac-server mac-winbox
set [ find default=yes ] disabled=no interface=all
/tool mac-server ping
set enabled=yes
/tool sms
set allowed-number="" channel=0 keep-max-sms=0 receive-enabled=no
secret=""
/tool sniffer
set file-limit=1000KiB file-name="" filter-ip-address="" filter-ip-
protocol=\
    "" filter-mac-address="" filter-mac-protocol="" filter-port="" \
    filter-stream=yes interface=all memory-limit=100KiB memory-scroll=yes
\
    only-headers=no streaming-enabled=no streaming-server=0.0.0.0
/tool traffic-generator
set latency-distribution-scale=10 test-id=0
/user aaa
set accounting=yes default-group=read exclude-groups="" interim-update=0s
\
    use-radius=no

```