



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y REDES

**“ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA WDS Y SU APLICACIÓN EN EL DISEÑO DE
INFRAESTRUCTURA DE RED INALÁMBRICA EN AMBIENTE OPEN SOURCE”**

CASO PRÁCTICO: FUNDACIÓN DESARROLLO SOLIDARIO.

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de

Ingeniero en Electrónica y Computación

Presentado por:

LUIS PATRICIO TELLO OQUENDO

Riobamba – Ecuador

2010

La magnitud de este aporte hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos.

A Dios por darme la vida, inteligencia, iluminar mi existencia y guiarme día a día para hacer las cosas y superarme en todo aspecto de mi vida.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica por su formación académica para afrontar los retos profesionales.

A mis padres Edwin y Lupe por su ejemplo de lucha, responsabilidad, amor y honestidad; a mis hermanos Fernando y Francisco por su tenacidad, paciencia, inteligencia y generosidad.

A mis suegros y cuñadas por su constante apoyo y apertura.

Y, por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para mi esposa Karin e hijita Samantha, sin su apoyo, colaboración, amor e inspiración habría sido imposible llevar a cabo esta dura tarea.

Dedico la presente tesis a las personas que más amo en este mundo: mi esposa Karin y mi hijita Samantha, por su dulzura, amor, comprensión y constante apoyo, por ser la fuente de mi inspiración, por dar sentido a mi existencia y ser el motivo para superarme cada día más y luchar por un buen porvenir.

FIRMAS RESPONSABLES Y NOTA

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Menes DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRONICA	_____	_____
Ing. José Guerra DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y REDES	_____	_____
Ing. Alberto Arellano DIRECTOR DE TESIS	_____	_____
Ing. Wilson Baldeón MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS	_____	_____
Lcdo. Carlos Rodríguez DIRECTOR DEL CENTRO DE DOCUMENTACIÓN	_____	_____

NOTA DE LA TESIS: _____

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

“Yo Luis Patricio Tello Oquendo, soy el responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”.

Luis Patricio Tello Oquendo

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ACK	Acknowledgment, Acuse de Recibo
AP	Access Point, Punto de Acceso
BSS	Basic Service Set, Conjunto de Servicios Básico
BSSID	Basic Service Set Identifier, Identificador de Conjunto de Servicios Básico
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Evasión de Colisiones
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol, Protocolo de Autenticación por Desafío Mutuo
DBPSK	Differential Binary Phase Shift Keying
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying
DS	Distribution System, Sistema de Distribución
DSL	Digital Subscriber Line, Línea de Abonado Digital
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum, Espectro Expandido por Secuencia Directa
EAP	Extensible Authentication Protocol, Protocolo de Autenticación Extensible
ESA	Extended Service Area, Área de servicio Extendida
ESS	Extended Service Set, Conjunto de Servicios Extendido
ETSI	European Telecommunications Standards Institute, Instituto Europeo de Normas para Telecomunicaciones
FCC	Federal Communication Commission, Comisión Federal de Comunicaciones
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum, Espectro Ensanchado por Salto de Frecuencia
FSK	Frequency Shift Keying, Modulación por Desplazamiento de Frecuencia
HiperLAN	Hi Performance Radio LAN
IBM	International Business Machines
IBSS	Independent Basic Service Set, Conjunto de Servicios Básico Independiente
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
IP	Internet Protocol, Protocolo de Internet

ISM	Industrial, Scientific and Medical, Bandas en áreas Industrial, Científica y Médica.
ISP	Internet Service Provider, Proveedor de Servicios de Internet
LAN	Local Area Network, Red de Área Local
MAC	Media Access Control, Control de Acceso al Medio
Mbps	Mega bits por segundo
NAS	Network Access Server, Servidor de Acceso a la Red
OEM	Original Equipment Manufacturer, Fabricante de Equipos Originales
ODM	Original Designed Manufacturer, Diseñado Original del Fabricante
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing, Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales
OSI	Open System Interconnection, Interconexión de Sistemas Abiertos
PAP	Password Authentication Protocol , Protocolo Simple de Autenticación
PDA	Personal Digital Assistant, Asistente Digital Personal
PPP	Point to Point Protocol, Protocolo Punto a Punto
RADIUS	Remote Authentication Dial-In User Server, Servidor de Autorización para aplicaciones de acceso remoto a la red
RF	Radiofrecuencia
RMA	Random Multiple Access
SSID	Service Set Identifier, Identificador del Conjunto de Servicios
STA	Station, Estación de trabajo
TCP	Transmission Control Protocol, Protocolo de Control de Transmisión
UDP	User Datagram Protocol, Protocolo de Datagrama de Usuario
UTP	Unshielded Twisted Pair, Par Retorcido no Apantallado
WAN	Wide Área Network, Red de Área Amplia
WDS	Wireless Distribution System, Sistema de Distribución Inalámbrico
WEP	Wired Equivalent Privacy, Privacidad Equivalente a Cableado
WPA	Wi-Fi Protected Access, Acceso Inalámbrico Protegido
Wi-Fi	Wireless Fidelity, Fidelidad Inalámbrica
WLAN	Wireless Local Area Network, Red de Área Local Inalámbrica

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

ÍNDICES

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. ANTECEDENTES 22

1.2. JUSTIFICACIÓN..... 25

1.3. OBJETIVOS 28

1.3.1. Objetivo General..... 28

1.3.2. Objetivos Específicos 28

1.4. HIPÓTESIS 28

1.5. IDENTIFICACIÓN DE LA FUNDACIÓN DESARROLLO SOLIDARIO 29

1.5.1. Misión 29

1.5.2. Visión..... 29

1.5.3. Objetivos de la Fundación Desarrollo Solidario..... 29

1.5.4. Organigrama de la Fundación Desarrollo Solidario 30

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL

2.1. INTRODUCCIÓN A LAS REDES INALÁMBRICAS DE ÁREA LOCAL..... 31

2.2. GENERALIDADES SOBRE REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICAS..... 32

2.2.1. Definición de red de área local inalámbrica 32

2.2.2. Aplicaciones de los sistemas WLAN..... 33

2.2.3. Breve reseña histórica 34

2.3. TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN LAS REDES INALÁMBRICAS..... 36

2.3.1. Tecnologías de espectro ensanchado..... 36

2.3.1.1. Tecnología de espectro ensanchado por secuencia directa DSSS..... 36

2.3.1.2. Tecnología de espectro ensanchado por salto en frecuencia FHSS	38
2.3.2. Tecnología de infrarrojos	39
2.4. TOPOLOGÍAS WIRELESS LAN	41
2.4.1. Redes Ad hoc	41
2.4.2. Conjunto de servicios básicos	41
2.4.3. Conjuntos de servicios extendidos	41
2.4.4. Sistema de distribución común	42
2.5. ESTÁNDARES WIRELESS LAN IEEE	42
2.5.1. Esquema de canalización para el uso de las bandas ISM RF no licenciadas en las Wlan	44
2.6. WIRELESS DISTRIBUTION SYSTEM “WDS”	46
2.6.1. Introducción	46
2.6.2. Explicación de WDS	47
2.6.3. Interoperabilidad WDS	49
2.6.4. Disposición de un sistema de distribución inalámbrico	50
2.6.5. Como trabaja WDS	52
2.6.5.1. Direccionamiento	52
2.6.5.2. Flujo de Tráfico	53
2.6.5.3. Roaming	56
2.6.6. Cuando usar WDS Y Cuando no	56
2.6.6.1. Ventajas	56
2.6.6.2. Desventajas	57
2.6.7. Consejos para el éxito WDS	58
2.7. MIKROTIK ROUTEROS™	61
2.7.1. Licenciamiento	61
2.7.1.1. Niveles de Licenciamiento	62
2.7.2. Características del sistema Operativo RouterOS de Mikrotik	62
2.7.2.1. Características principales	62
2.7.2.2. Características de ruteo	63
2.7.2.3. Características de filtrado	63

2.7.2.4. Calidad de Servicio (QoS).....	63
2.7.2.5. Interfaces del Routeros.....	64
CAPÍTULO III	
ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA UTILIZANDO WDS EN AMBIENTE OPEN SOURCE	
3.1. INTRODUCCIÓN	66
3.2. CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS Y DISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO FÍSICO DEL EDIFICIO	67
3.3. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DE LA RED	68
3.3.1. Seguridad	69
3.3.2. Escalabilidad	70
3.3.3. Simplicidad y facilidad de uso.....	71
3.3.4. Estándar a utilizarse.....	71
3.3.5. Área de cobertura.....	72
3.3.6. Atenuación por interferencia	72
3.3.7. Distorsión por múltiples trayectorias	73
3.3.8. Diversidad de antenas	73
3.3.9. Relación entre áreas de cobertura y velocidades de conexión.....	74
3.3.10. Interoperabilidad de los dispositivos inalámbricos dentro de la red.....	75
3.3.11. Interferencia y coexistencia.....	75
3.3.12. Número de usuarios a servir.....	75
3.3.13. Aplicaciones que van a correr en la WLAN.....	76
3.3.14. Dimensionamiento del Tráfico	76
3.3.14.1. Correo Electrónico	77
3.3.14.2. Acceso a Internet	78
3.3.14.3. Servidor y transferencia de archivos	78
3.3.14.4. Otros servicios	78
3.3.15. Estimación del ancho de banda.....	78
3.3.16. Especificación de los requerimientos de la red inalámbrica WDS	80
3.4. DISEÑO DE LA RED.....	82
3.4.1. Componentes de la red inalámbrica.....	82

3.4.1.1. Estaciones de trabajo.....	82
3.4.2. Tarjetas de red inalámbricas.....	83
3.5. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE ACCESO WDS.....	87
3.5.1. Interferencia co-canal.....	87
3.5.2. Atenuación por obstáculos.....	88
3.5.3. Estimación del número de puntos de acceso.....	89
3.6. INFRAESTRUCTURA DE LA RED INALÁMBRICA UTILIZANDO WDS DISEÑADA PARA LA FUNDACIÓN DESARROLLO SOLIDARIO.....	92
3.7. ESQUEMA DE DIRECCIONAMIENTO IP PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RED WDS	93
CAPÍTULO IV	
IMPLEMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED WDS EN LA FUNDACIÓN DESARROLLO SOLIDARIO	
4.1. INSTALACIÓN DE SISTEMA ROUTEROS DE MIKROTIK.....	95
4.2. CONFIGURACIÓN IP PARA LA INFRAESTRUCTURA WDS.....	105
4.3. CONFIGURACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA WDS UTILIZANDO EL SISTEMA ROUTEROS.....	109
4.4. CONFIGURACIÓN DE SERVIDORES Y ACCESO A INTERNET.....	116
4.4.1. Configuración del servidor DHCP para la infraestructura inalámbrica WDS.....	116
4.4.1.1. Equipamiento lógico necesario.....	116
4.4.1.2. Procedimientos.....	116
4.4.1.2.1. Fichero de configuración /etc/dhcpd.conf.....	116
4.4.1.2.2. Fichero de configuración /etc/sysconfig/dhcpd.....	118
4.4.1.2.3. Iniciar, detener y reiniciar el servicio dhcpd.....	118
4.4.1.2.4. Agregar el servicio dhcpd al arranque del sistema.....	118
4.4.2. Configuración del servidor de archivos utilizando SAMBA en CentOS 5.3.....	119
4.4.2.1. Acerca del protocolo SMB.....	119
4.4.2.2. Acerca de Samba.....	119
4.4.2.3. Equipamiento lógico necesario.....	120
4.4.2.4. Instalación a través de yum.....	120
4.4.2.5. Procedimientos.....	120

4.4.2.5.1. SELinux y el servicio smb	120
4.4.2.5.2. Parámetros principales del fichero smb.conf	122
4.4.2.5.2.1. Parámetro workgroup	122
4.4.2.5.2.2. Parámetro netbios name	122
4.4.2.5.2.3. Parámetro server string	122
4.4.2.5.2.4. Parámetro hosts allow	123
4.4.2.5.2.5. Parámetro interfaces	123
4.4.2.5.2.6. Parámetro remote announce	124
4.4.2.6. Compartiendo directorios a través de Samba	124
4.4.2.7. Iniciar el servicio y añadirlo al arranque del sistema	127
4.4.3. Configuración del servidor DHCP para el centro de cómputo	128
4.4.4. Configuración de Acceso a internet para toda la infraestructura WDS	130
4.5. PRUEBAS DE CONECTIVIDAD Y FUNCIONAMIENTO	132
4.6. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	142
4.6.1. Sistema Hipotético	142
4.6.1.1. Hipótesis de la investigación	142
4.6.1.2. Operacionalización de las variables	142
4.6.2. Descripción de variables con sus respectivos indicadores	146
4.6.2.1. Escala de medición	146
4.6.2.2. V1. Variable Independiente: Análisis de la tecnología WDS y su aplicación en el diseño de la infraestructura de red inalámbrica en ambiente Open Source	146
4.6.2.2.1. Indicadores	146
4.6.2.3. V2. Variable dependiente: Conectividad	147
4.6.2.3.1. Indicadores	147
4.6.2.4. V3. Variable dependiente: Movilidad	148
4.6.2.4.1. Indicadores	148
4.6.2.5. V4. Variable dependiente: Escalabilidad	149
4.6.2.5.1. Indicadores	149
4.6.3. Procesamiento de información e interpretación	149
4.6.4. Tabla de resumen de la variable dependiente y sus puntajes totales	157

4.6.5. Aplicación del método estadístico Chi Cuadrado para la comprobación de la hipótesis.....	158
4.6.6. Resultados de la implementación.....	163

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

Figura I-1. Esquema de la infraestructura WDS propuesta para la Fundación Desarrollo Solidario	27
Figura I-2. Organigrama de la Fundación Desarrollo Solidario	30

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL

Figura II-1. Codificación de la información mediante la secuencia de Barker	37
Figura II-2. Modo de trabajo de la técnica FHSS	39
Figura II-3. Topologías Wireless LAN	42
Figura II-4. Comparación de velocidades entre los diferentes estándares	43
Figura II-5. Estándares LAN inalámbricos IEEE	44
Figura II-6. Canales de la banda de 2,4 GHz	45
Figura II-7. Sistema de distribución	50
Figura II-8. Sistema de distribución inalámbrico	51
Figura II-9. Puntos de Acceso inalámbricamente conectados que utilizan WDS	51
Figura II-10. Flujo de tráfico básico entre dos estaciones interconectadas con WDS ...	54

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA UTILIZANDO WDS EN AMBIENTE OPEN SOURCE

Figura III-1. Distorsión por múltiples trayectorias	73
Figura III-2. Antenas Duales	74
Figura III-3. Esquema del cambio de velocidad de conexión en función de la distancia	74
Figura III-4. Tarjeta Inalámbrica TP-LINK TL-WN651G	84
Figura III-5. Antena TP-LINK TL-ANT2405C	86
Figura III-6. Canales sin interferencia en 802.11 b/g	87
Figura III-7. Esquema de la infraestructura WDS para la Fundación Desarrollo Solidario	92
Figura III-8. Esquema de direccionamiento para la red de la Fundación Desarrollo Solidario	94

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED WDS EN LA FUNDACIÓN DESARROLLO SOLIDARIO

Figura IV-1. Booteo de nuestra PC desde CD ROM	95
Figura IV-2. Inicialización de isolinux para la instalación.....	96
Figura IV-3. Selección de paquetes a instalar del sistema RouterOS	96
Figura IV-4. Instalación de paquetes seleccionados	97
Figura IV-5. Fin de la instalación de paquetes	97
Figura IV-6. Software ID del sistema RouterOS de Mikrotik.....	98
Figura IV-7. Instalación del ID crack en el sistema routerOS.....	98
Figura IV-8. Archivo de texto con las claves de licencia	99
Figura IV-9. Generación de llaves aleatorias	99
Figura IV-10. Software ID con la nueva llave generada	100
Figura IV-11. Selección de mac-address para ingresar al router	100
Figura IV-12. Software key del sistema RouterOS	101
Figura IV-13. Exportación de la clave.....	101
Figura IV-14. Actualización del archivo del Software key.....	102
Figura IV-15. Importación del nuevo archivo con el Software key.....	102
Figura IV-16. Reinicio del sistema RouterOS	103
Figura IV-17. Licencia del sistema RouterOS	103
Figura IV-18. Funciones del sistema RouterOS.....	104
Figura IV-19. IP address de la interfaz wan_internet para el acceso a internet.....	106
Figura IV-20. IP address de la interfaz bridge para la comunicación WDS.....	106
Figura IV-21. IP address de la interfaz ether1 para el centro de cómputo	107
Figura IV-22. IP address de la interfaz wlan1 para el sistema de distribución inalámbrico	107
Figura IV-23. Configuración de los servidores DNS	108
Figura IV-24. Configuración de la interfaz inalámbrica: Modo, SSID, Banda y Frecuencia.	109
Figura IV-25. Añadir puente y modo de protocolo.....	110
Figura IV-26. Configuración del modo WDS y puente que utilizará por defecto	111

Figura IV-27. Añadir un puerto ethernet o interfaz inalámbrica al puente 'bridge'	112
Figura IV-28. Añadir dirección IP a la interfaz 'bridge 1'	113
Figura IV-29. Tráfico de la interfaz WDS creada e interfaces que permiten conectividad a usuarios y salida a internet.	113
Figura IV-30. Configuración de la interfaz inalámbrica en el segundo punto de acceso	114
Figura IV-31. Configuración de WDS en el segundo punto de acceso.....	115
Figura IV-32. Dirección IP para la interfaz bridge del segundo Punto de Acceso.....	115
Figura IV-33. Configuración del servidor DHCP para el centro de cómputo	129
Figura IV-34. Red del centro de cómputo.....	129
Figura IV-35. Configuración de NAT para la infraestructura de red WDS	130
Figura IV-36. Configuración de firewall para la infraestructura de Red WDS	131
Figura IV-37. Tráfico del enlace WDS en el Access Point del primer piso del edificio..	133
Figura IV-38. Tráfico del enlace WDS en el Access Point del segundo piso del edificio	133
Figura IV-39. Tráfico del enlace WDS entre los Access Points.....	134
Figura IV-40. Tráfico de la interfaz inalámbrica en la infraestructura de red WDS.....	134
Figura IV-41. Tráfico de la interfaz 'bridge' para la comunicación WDS	135
Figura IV-42. Ping hacia el otro extremo del puente WDS	135
Figura IV-43. Conexiones establecidas en la red de la Fundación Desarrollo Solidario	136
Figura IV-44. Conexiones establecidas en la red de la Fundación Desarrollo Solidario	136
Figura IV-45. Conexiones establecidas en la red de la Fundación Desarrollo Solidario	137
Figura IV-46. Ping hacia www.google.com desde la interfaz Wan_internet del sistema RouterOS.....	137
Figura IV-47. Traceroute hacia www.google.com desde la interfaz Wan_internet del sistema RouterOS	138
Figura IV-48. Conectividad y acceso a internet de un equipo portátil de la Fundación	138
Figura IV-49. Ping hacia la conexión bridge de la infraestructura WDS desde el equipo portátil	139

Figura IV-50. Configuración del adaptador Wireless del equipo portátil y comprobación de funcionamiento del servidor DHCP	139
Figura IV-51. Ping hacia la red cableada desde la red inalámbrica	140
Figura IV-52. Ping hacia www.google.com desde el equipo portátil.....	140
Figura IV-53. Intensidad de señal (dbm) en el primer piso del edificio.....	141
Figura IV-54. Intensidad de señal (dbm) en el segundo piso del edificio.....	141
Figura IV-55. Representación gráfica del número de usuarios conectados a la red. ...	150
Figura IV-56. Representación gráfica del número de usuarios con acceso a internet. .	151
Figura IV-57. Representación gráfica del número de usuarios con acceso a servidores.	152
Figura IV-58. Representación gráfica del tráfico entre puntos de acceso.....	153
Figura IV-59. Representación gráfica de la intensidad de señal con el tiempo en el primer piso para acceder a la red.	154
Figura IV-60. Representación gráfica de la intensidad de señal con el tiempo en el segundo piso para acceder a la red.	155
Figura IV-61. Representación gráfica de la posibilidad de conectar de manera inalámbrica Puntos de Acceso	156
Figura IV-62. Curva de análisis de chi-cuadrado.....	163

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA UTILIZANDO WDS EN AMBIENTE OPEN SOURCE

Tabla III-1. Detalle de usuarios en el primer piso de la Fundación.....	67
Tabla III-2. Detalle de usuarios en el segundo piso de la Fundación.....	68
Tabla III-3. Número máximo de usuarios a servir con la red inalámbrica	76
Tabla III-4 Requerimiento de ancho de banda	80
Tabla III-5. Características CPU donde se instalará el sistema RouterOS.....	83
Tabla III-6. Características tarjeta inalámbrica TP-LINK TL-WN651G	85
Tabla III-7. Características antena omnidireccional TP-LINK TL-ANT2405C	86
Tabla III-8. Atenuaciones de materiales a 2,4 Ghz	88
Tabla III-9. Distribución de los puntos de acceso de acuerdo al número de usuarios en el primer piso	91
Tabla III-10. Distribución de los puntos de acceso de acuerdo al número de usuarios en el segundo piso	91
Tabla III-11. Características Servidor HP ProLiant ML150 G5	93

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED WDS EN LA FUNDACIÓN DESARROLLO SOLIDARIO

Tabla IV-1. Operacionalización Conceptual de Variables	143
Tabla IV-2. Operacionalización Metodológica de la Variable Independiente	144
Tabla IV-3. Operacionalización Metodológica de las Variables Dependientes	145
Tabla IV-4. Escala de likert para el indicador 8, variable dependiente: Conectividad .	148
Tabla IV-5. Escala de likert para el indicador 9, variable dependiente: Movilidad	148
Tabla IV-6. Escala de likert para el indicador 10, variable dependiente: Movilidad	148
Tabla IV-7. Escala de likert para el indicador 11, variable dependiente: Escalabilidad	149
Tabla IV-8. Usuarios conectados a la red.....	150
Tabla IV-9. Usuarios con acceso a internet.....	151
Tabla IV-10. Número de usuarios con acceso a servidores	152
Tabla IV-11. Tráfico entre puntos de acceso	153

Tabla IV-12. Intensidad de señal con el tiempo en el primer piso para acceder a la red	154
Tabla IV-13. Intensidad de señal con el tiempo en el segundo piso para acceder a la red	155
Tabla IV-14. Posibilidad de conectar de manera inalámbrica Puntos de Acceso.....	156
Tabla IV-15. Resultados obtenidos para variables dependientes y porcentajes de mejora con la utilización de WDS	157
Tabla IV-16. Resultados totales obtenidos para variables dependientes en el análisis de la hipótesis	159
Tabla IV-17. Frecuencias observadas de cada variable dependiente de la hipótesis ..	160
Tabla IV-18. Frecuencias esperadas de cada variable dependiente de la hipótesis	161
Tabla IV-19. Cálculo de chi cuadrado.....	161

INTRODUCCIÓN

En los últimos años las redes inalámbricas de área local (WLAN, Wireless Local Area Network) han ganado mucha popularidad en mercados verticales tales como hospitales, fábricas, bodegas, tiendas de autoservicio, tiendas departamentales, pequeños negocios y áreas académicas. Las redes inalámbricas permiten a los usuarios acceder a la información y recursos en tiempo real sin necesidad de estar físicamente en un sólo lugar.

Con WLANs la red por sí misma es móvil, elimina la necesidad de usar cables y establece nuevas aplicaciones añadiendo flexibilidad a la red y lo más importante incrementa la productividad y eficiencia en las actividades diarias de la empresa.

Las nuevas posibilidades que ofrecen las WLANs son permitir una fácil incorporación de nuevos usuarios dentro de la red, ofreciendo una alternativa de bajo costo a los sistemas cableados, además de la posibilidad ubicua para acceder a cualquier base de datos o cualquier aplicación que se encuentre localizada dentro de la red de información.

WDS es un acrónimo inglés que significa Sistema de Distribución Inalámbrico (Wireless Distribution System). WDS permite la interconexión de puntos de acceso de manera inalámbrica.

Con WDS, un punto de acceso puede funcionar: sólo como punto de acceso, bien como puente con otro punto de acceso, o ambas funciones. De esta manera es posible crear una gran red inalámbrica dado que cada punto de acceso se conecta a cualquier otro punto de acceso disponible (que use WDS) y a cada punto de acceso se pueden conectar (de forma cableada o inalámbrica) la cantidad máxima que soporta el aparato (típicamente 256 equipos).

El presente análisis de la tecnología WDS y su aplicación en el diseño de infraestructura de red inalámbrica para la Fundación Desarrollo Solidario, permitió solucionar la problemática en cuanto a conectividad, movilidad, escalabilidad que existía en la Fundación Desarrollo Solidario.

Se desarrolló con la finalidad de brindar a los usuarios servicios de acceso móvil que no disponían, garantizando rapidez, eficiencia y confiabilidad en la transmisión; además, se lo presenta como una alternativa para dar escalabilidad a la red en el edificio debido a la complejidad de realizar modificaciones con respecto a cableado.

Se utilizó el método inductivo, debido a que se tenía información particular específica y clara de lo que se realizó, con la cual se llegó a una metodología de diseño de red inalámbrica utilizando la tecnología WDS muy bien estructurada, que cumple con todos los requerimientos planteados para la implementación de la red inalámbrica de la Fundación Desarrollo Solidario.

En el proyecto se tomó en cuenta las siguientes fases:

Análisis.- Concepción del Sistema (Especificación). Análisis de la infraestructura y de los requerimientos de red.

Diseño.- Diseño lógico y físico de la infraestructura de red inalámbrica utilizando WDS.

Construcción.- Implementación de la red inalámbrica WDS en la Fundación Desarrollo Solidario en ambiente Open Source utilizando el sistema RouterOS de Mikrotik.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. ANTECEDENTES

Las Redes Inalámbricas de Área Local, WLAN, por sus siglas en inglés (Wireless Local Area Network), es un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible muy utilizado como alternativa a las redes LAN cableadas o como extensión de éstas.

Utiliza tecnología de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas. Las WLAN van adquiriendo importancia en muchos campos, como almacenes o para manufacturación, en los que se transmite la información en tiempo real a una terminal central. También son muy populares en los hogares para compartir el acceso a Internet entre varias computadoras.

El modo de funcionamiento es mediante ondas de radio para llevar la información de un punto a otro sin necesidad de un medio físico guiado. Al hablar de ondas de radio nos referimos normalmente a portadoras de radio, sobre las que va la información, ya que realizan la función

de llevar la energía a un receptor remoto. Los datos a transmitir se superponen a la portadora de radio y de este modo pueden ser extraídos exactamente en el receptor final.

WDS es un acrónimo inglés que significa Sistema de Distribución Inalámbrico (Wireless Distribution System). La tecnología WDS permite la interconexión de puntos de acceso de manera inalámbrica. Con WDS, un punto de acceso puede funcionar: sólo como punto de acceso, bien como puente con otro punto de acceso, o ambas funciones.

De esta manera es posible crear una gran red inalámbrica dado que cada punto de acceso se conecta a cualquier otro punto de acceso disponible (que use WDS) y a cada punto de acceso se pueden conectar (de forma cableada o inalámbrica) la cantidad máxima que soporte el aparato (típicamente 256 equipos). Se requiere que todos los equipos usen el mismo canal de radio (frecuencia) y si usan cifrado WEP compartan las llaves de la clave.

La implementación se realizó en la Fundación Desarrollo Solidario, cuya misión es promover el desarrollo sostenible e integral, desplegando acciones de acogida, sensibilización, capacitación, promoción y desarrollo; protegiendo el derecho de cada persona a moverse libremente dentro y fuera de su propio país y de una nación a otra; salvaguardando la libertad y la identidad cultural de toda persona para construir un nuevo mundo.

A continuación se presentan los principales problemas que tenía la Fundación Desarrollo Solidario, relacionados con el uso de la red y sus servicios, los cuales fueron determinados después de realizar los respectivos estudios y entrevistas con el personal que labora dentro de la Fundación.

Los usuarios de la Fundación no podían acceder a los servicios de la red desde cualquier ubicación dentro de la institución, ya que si los equipos de computación eran ubicados en una oficina que no tenga estructura de cables de red, el usuario no podía acceder a la red.

El costo de implementación de cableado podría ser elevado, ya que se puede necesitar de obra civil (romper una pared o el piso) para poder pasar el cable que conectará un equipo a la red.

En departamentos, como la sala de sesiones de Presidencia, sólo existía una conexión de red, por lo que los miembros del Concejo no tenían acceso a la red en caso de realizarse una reunión.

El manejo de inventario y contabilidad se realizaba de forma lenta, ya que primero se tomaban de datos de forma manual, para después ingresarlos en los sistemas.

Los usuarios solían tener problemas para acceder a la red, debido a que los cables de conexión habían sido deteriorados o dañados por roedores.

Poseen un modem-router inalámbrico que brinda únicamente conectividad y acceso a la red a ciertos lugares en la planta baja, en el segundo piso no había conectividad, generando problemas con los usuarios de la red, debido a que si desean conexión a la red deben usar cable utp desde la planta baja, situación que causaba molestias.

Se determinó que la Fundación no cuenta con una infraestructura de red inalámbrica WLAN (Wireless Local Area Network) que consiste en un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible muy utilizado como alternativa a las redes LAN cableadas o como extensión de éstas, impidiendo a los usuarios de la red y a la Fundación en general de beneficios como: movilidad, escalabilidad, costos de instalación reducido, facilidad de configuración para el usuario, conexión de equipos móviles a la red.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La importancia del diseño e implementación del proyecto, surge debido a que en los últimos años las redes inalámbricas (WLAN, Wireless Local Area Network) han ganado mucha popularidad en mercados verticales tales como hospitales, fábricas, bodegas, tiendas de autoservicio, tiendas departamentales, pequeños negocios, áreas académicas y sociales.

Las redes inalámbricas permiten a los usuarios acceder a la información y recursos en tiempo real sin necesidad de estar físicamente en un sólo lugar.

Con WLANs la red por sí misma es móvil y elimina la necesidad de usar cables y establece nuevas aplicaciones añadiendo flexibilidad a la red y lo más importante, incrementa la productividad y eficiencia en las actividades diarias de la empresa u organización. Un usuario dentro de una red inalámbrica puede transmitir y recibir voz, datos y video dentro de edificios, entre edificios o campus universitarios e inclusive sobre áreas metropolitanas a velocidades de hasta 108Mbps.

Podríamos crear enlaces entre puntos a gran distancia, kilómetros incluso, si disponemos de los equipos adecuados mejorando la calidad de servicio y su influencia en las actividades sociales y científicas, brindando todos los beneficios y ventajas que las redes inalámbricas de área local ofrecen a los usuarios sin que existan problemas de consideración para extender un cable.

La implementación de la nueva infraestructura no es complicada; es decir, que no se debe de requerir mucha mano de obra para instalar un nuevo punto de red en cualquier ubicación dentro de las áreas a abarcar. La tecnología WDS permitirá hacer un enlace entre dos (o más) puntos de una red.

En la Fundación Desarrollo Solidario, los usuarios tendrán acceso a la red en todo momento. Se impedirá que existan problemas, por ejemplo, que no se lleve a cabo una reunión en la Fundación Desarrollo Solidario en algún lugar de su edificio porque no todos los usuarios tienen acceso a la red.

La solución además evitará que existan inconvenientes con el medio de transmisión de la información, como sucede con los cables de red que suelen ser dañados por roedores. De este modo no existirán molestias con usuarios que se quedan fuera de red por el deterioro o daño de un cable de red.

El hardware a implementarse y el software a utilizar permitirán la disminución de los costos frente a otras tecnologías, por su adaptabilidad y velocidad de transmisión.

Además de todo esto, la aplicación de WDS (Wireless Distribution System), en el diseño de la infraestructura de red inalámbrica para la Fundación Desarrollo Solidario, ayudará de una manera excelente a mejorar aspectos como: movilidad, simplicidad y rapidez en la instalación, flexibilidad en la Fundación, costo de propiedad reducido, brindando información centralizada, redundando en mejoras en el campo científico y en el ámbito social.

De este modo, este proyecto va más allá del simple desarrollo de una red inalámbrica, puesto que se pretende crear una infraestructura de red óptima que posibilite ampliaciones (video vigilancia, voz sobre IP, etc...) englobando áreas de la ingeniería electrónica, informática, administración de redes LAN y aportando a la electrónica en general una aplicación en el área de telecomunicaciones y redes.

Esquema gráfico de la solución:

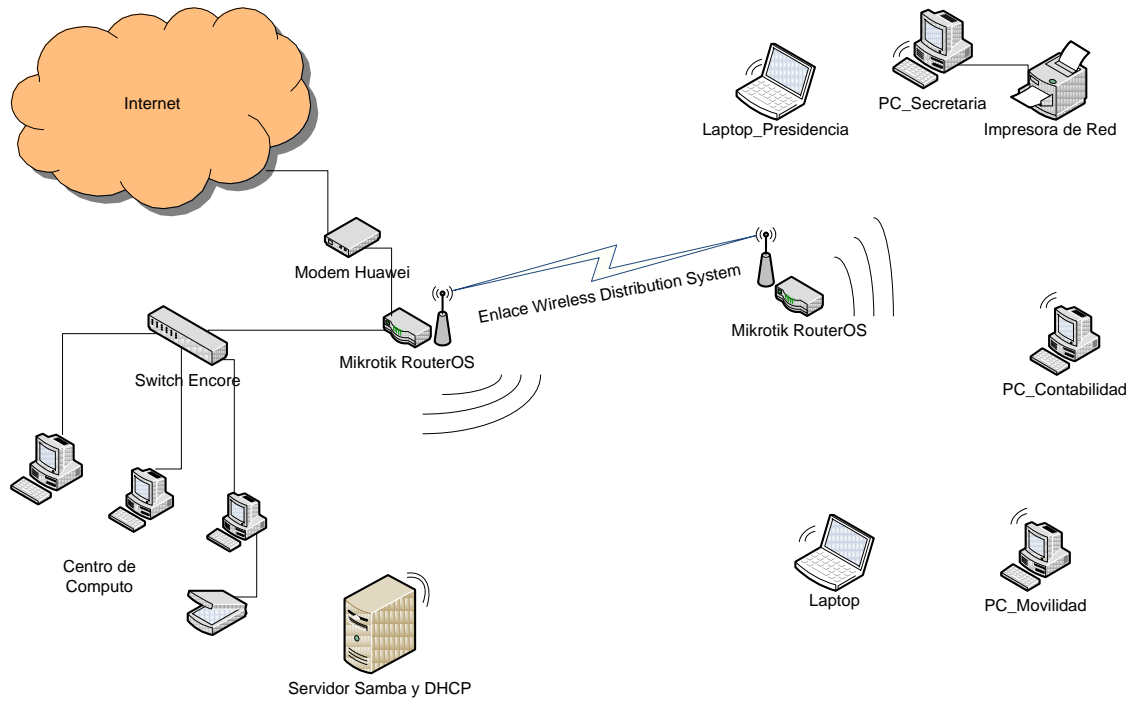


Figura I-1. Esquema de la infraestructura WDS propuesta para la Fundación Desarrollo Solidario

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Analizar la tecnología WDS (Wireless Distribution System) que permite la interconexión de puntos de acceso de manera inalámbrica y aplicarla en el diseño de la infraestructura de red inalámbrica en ambiente Open Source para la Fundación Desarrollo Solidario.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Analizar los conceptos, elementos, arquitectura y estándares que intervienen en la infraestructura WDS, necesarias para la elaboración del proyecto.
- Examinar los requerimientos tanto técnicos como de usuarios, aplicaciones, host, red y flujo de datos que posee la Fundación Desarrollo Solidario.
- Diseñar lógica y físicamente la infraestructura de red WDS de manera que se tenga cobertura completa en el área determinada y capacidad suficiente para soportar el tráfico y requerimientos examinados.
- Implementar un prototipo de red WDS utilizando el sistema Mikrotik - RouterOS en la Fundación Desarrollo Solidario.

1.4. HIPÓTESIS

El análisis de la tecnología WDS y su aplicación en el diseño de la infraestructura de red inalámbrica en ambiente Open Source, permitirá solucionar la problemática actual en cuanto a conectividad, movilidad, escalabilidad que posee la Fundación Desarrollo Solidario.

1.5. IDENTIFICACIÓN DE LA FUNDACIÓN DESARROLLO SOLIDARIO

La Fundación Desarrollo Solidario es una organización sin fines de lucro, integrada por profesionales, misioneros y jóvenes al servicio de la comunidad, impulsando el desarrollo integral y promoviendo la mejora de la calidad de vida de la población mediante la realización de proyectos y programas de cooperación.

Trabajan involucrando expertos, profesionales e instituciones locales, nacionales e internacionales, fomentando la promoción, respeto y protección de los derechos humanos de los sectores más vulnerables con énfasis en la mujer, niñas y niños de los sectores rurales e indígena, así como de los familiares de migrantes.

1.5.1. Misión

Promover el desarrollo sostenible e integral, desplegando acciones de acogida, sensibilización, capacitación, promoción y desarrollo; protegiendo el derecho de cada persona a moverse libremente dentro y fuera de su propio país y de una nación a otra; salvaguardando la libertad y la identidad cultural de toda persona para construir un nuevo mundo.

1.5.2. Visión

Que el pueblo de Chimborazo viva una vida digna, plena, practicando la fraternidad, la solidaridad, la integración y la convivencia armónica y mire integralmente a las personas, respetando sus diferencias.

1.5.3. Objetivos de la Fundación Desarrollo Solidario

- Mejoramiento de la calidad de vida de la población rural e indígena con mayor incidencia en familiares de migrantes, refugiados y desplazados.

- Contribuir al desarrollo socioeconómico, cultural, material y espiritual de la población marginada de Chimborazo y del Ecuador, fundamentalmente indígenas y migrantes.
- Recuperar y desarrollar los conocimientos científicos, artísticos y culturales de los pueblos indígenas, para enriquecer el patrimonio cultural de la nueva sociedad ecuatoriana y americana.

1.5.4 Organigrama de la Fundación Desarrollo Solidario



Figura I-2. Organigrama de la Fundación Desarrollo Solidario

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL

2.1. INTRODUCCIÓN A LAS REDES INALÁMBRICAS DE ÁREA LOCAL

En los últimos años se ha producido un crecimiento espectacular en lo referente al desarrollo y aceptación de las comunicaciones móviles y en concreto de las redes de área local (Wireless LANs).

La función principal de este tipo de redes es la proporcionar conectividad y acceso a las tradicionales redes cableadas (Ethernet, Token Ring...), como si de una extensión de éstas últimas se tratara, pero con la flexibilidad y movilidad que ofrecen las comunicaciones inalámbricas.

El momento decisivo para la consolidación de estos sistemas fue la conclusión del estándar IEEE 802.11 en junio de 1997. En este estándar se encuentran las especificaciones tanto físicas como a nivel MAC que hay que tener en cuenta a la hora de implementar una red de área local inalámbrica. Otro de los estándares definidos y que trabajan en este mismo sentido es el ETSI HIPERLAN.

Los sistemas WLAN no pretenden sustituir a las tradicionales redes cableadas, sino más bien complementarlas. En este sentido el objetivo fundamental de las redes WLAN es el de proporcionar las facilidades no disponibles en los sistemas cableados y formar una red total donde coexistan los dos tipos de sistemas.

2.2. GENERALIDADES SOBRE REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICAS

2.2.1. Definición de red de área local inalámbrica

Una red de área local inalámbrica puede definirse como a una red de alcance local que tiene como medio de transmisión el aire.

Por red de área local entendemos una red que cubre un entorno geográfico limitado, con una velocidad de transferencia de datos relativamente alta (mayor o igual a 1 Mbps tal y como especifica el IEEE), con baja tasa de errores y administrada de forma privada.

Por red inalámbrica entendemos una red que utiliza ondas electromagnéticas como medio de transmisión de la información que viaja a través del canal inalámbrico enlazando los diferentes equipos o terminales móviles asociados a la red.

Estos enlaces se implementan básicamente a través de tecnologías de microondas y de infrarrojos. En las redes tradicionales cableadas esta información viaja a través de cables coaxiales, pares trenzados o fibra óptica.

Una red de área local inalámbrica, también llamada wireless LAN (WLAN), es un sistema flexible de comunicaciones que puede implementarse como una extensión o directamente como una alternativa a una red cableada.

Este tipo de redes utiliza tecnología de radiofrecuencia minimizando así la necesidad de conexiones cableadas. Este hecho proporciona al usuario una gran movilidad sin perder conectividad. El atractivo fundamental de este tipo de redes es la facilidad de instalación y el ahorro que supone la supresión del medio de transmisión cableado.

Aún así, debido a que sus prestaciones son menores en lo referente a la velocidad de transmisión que se sitúa entre los 2 y los 10 Mbps frente a los 10 y hasta los 100 Mbps ofrecidos por una red convencional, las redes inalámbricas son la alternativa ideal para hacer llegar una red tradicional a lugares donde el cableado no lo permite, y en general las WLAN se utilizarán como un complemento de las redes fijas.

2.2.2. Aplicaciones de los sistemas WLAN

Las aplicaciones más típicas de las redes de área local que podemos encontrar actualmente son las siguientes:

- Implementación de redes de área local en edificios históricos, de difícil acceso y en general en entornos donde la solución cableada es inviable.
- Posibilidad de reconfiguración de la topología de la red sin añadir costes adicionales. Esta solución es muy típica en entornos cambiantes que necesitan una estructura de red flexible que se adapte a estos cambios.
- Redes locales para situaciones de emergencia o congestión de la red cableada.
- Estas redes permiten el acceso a la información mientras el usuario se encuentra en movimiento. Habitualmente esta solución es requerida en hospitales, fábricas, almacenes, etc.

- Generación de grupos de trabajo eventuales y reuniones ad-hoc. En estos casos no valdría la pena instalar una red cableada. Con la solución inalámbrica es viable implementar una red de área local aunque sea para un plazo corto de tiempo.
- En ambientes industriales con severas condiciones ambientales este tipo de redes sirve para interconectar diferentes dispositivos y máquinas.
- Interconexión de redes de área local que se encuentran en lugares físicos distintos. Por ejemplo, se puede utilizar una red de área local inalámbrica para interconectar dos o más redes de área local cableada situadas en dos edificios distintos.

2.2.3. Breve reseña histórica

Las redes de área local inalámbricas funcionan desde hace más de quince años en entornos industriales y de investigación.

Este tipo de redes se implementó por primera vez en el año 1979. La casa IBM Suiza, utilizó enlaces infrarrojos creando una red de área local en una fábrica. Posteriormente se utilizaron implementaciones basadas en tecnologías de microondas según los esquemas de transmisión de espectro ensanchado.

En marzo de 1985 la Comisión Federal de Comunicaciones, FCC, organismo encargado de la regulación de las telecomunicaciones en Estados Unidos, asignó a los sistemas WLAN las bandas frecuenciales 902-928 MHz, 2.400-2.4835 GHz y 5.725-5.850 GHz también conocidas como ISM (Industrial, Científica y Médica) y que pueden utilizarse bajo licencia administrativa.

Esta asignación de una localización frecuencial fija propició una mayor actividad industrial. En este punto las redes de área local inalámbrica dejaron de ser meramente experimentales para empezar a introducirse en el mercado. Entre los años 1985 y 1990 se trabajó en el desarrollo de productos WLAN y finalmente, en mayo de 1991, se publicaron algunos trabajos que hablaban sobre redes inalámbricas que superaban la velocidad de transferencia de 1 Mbps velocidad mínima a partir de la cual el comité IEEE considera que una red es de área local. Hasta ese momento las WLAN habían tenido una aceptación marginal en el mercado por dos razones fundamentales: falta de un estándar y precios elevados de la solución inalámbrica.

En estos últimos años se ha producido un crecimiento en el mercado de hasta un 100% anual. Este hecho es atribuible a dos razones principales:

- El desarrollo del mercado de los equipos portátiles y de las comunicaciones móviles que han producido que los usuarios puedan estar en continuo movimiento manteniendo comunicación constante con otros terminales y elementos de la red. En este sentido, las comunicaciones inalámbricas ofrecen una prestación no disponible en las redes cableadas: movilidad y acceso simultáneo a los recursos de la red.
- La conclusión de la definición de la norma IEEE 802.11 para redes de área local inalámbricas el pasado junio de 1997 que ha establecido un punto de referencia y ha mejorado muchos de los aspectos de estas redes.

2.3. TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN LAS REDES INALÁMBRICAS

2.3.1. Tecnologías de espectro ensanchado

La tecnología de espectro ensanchado consiste en difundir la señal de información a lo largo del ancho de banda disponible, es decir, en vez de concentrar la energía de las señales alrededor de una portadora concreta lo que se hace es repartirla por toda la banda disponible. Este ancho de banda total se comparte con el resto de usuarios que trabajan en la misma banda frecuencial.

Existen dos tipos de tecnologías de espectro ensanchado:

- Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (DSSS)
- Espectro Ensanchado por Salto en Frecuencia (FHSS)

2.3.1.1. Tecnología de espectro ensanchado por secuencia directa DSSS

Esta técnica consiste en la generación de un patrón de bits redundante llamado *señal de chip* para cada uno de los bits que componen la señal de información y la posterior modulación de la señal resultante mediante una portadora de RF. En recepción es necesario realizar el proceso inverso para obtener la señal de información original.

La secuencia de bits utilizada para modular cada uno de los bits de información es la llamada secuencia de Barker y tiene la siguiente forma:

+1, -1, +1, +1, -1, +1, +1, +1, -1, -1, -1

En la Figura II-1 se muestra el aspecto de una señal de dos bits a la cual se le ha aplicado la secuencia de Barker.

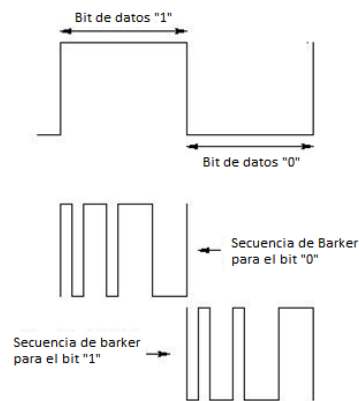


Figura II-1. Codificación de la información mediante la secuencia de Barker.

DSSS tiene definidos dos tipos de modulaciones a aplicar a la señal de información una vez se sobrepone la señal de *chip* tal y como especifica el estándar IEEE 802.11: la modulación DBPSK, Differential Binary Phase Shift Keying y la modulación DQPSK, Differential Quadrature Phase Shift Keying, proporcionando unas velocidades de transferencia de 1 y 2 Mbps respectivamente.

En el caso de Estados Unidos y de Europa la tecnología de espectro ensanchado por secuencia directa, DSSS, opera en el rango que va desde los 2.4 GHz hasta los 2.4835 GHz, es decir, con un ancho de banda total disponible de 83.5 MHz. Este ancho de banda total se divide en un total de 14 canales con un ancho de banda por canal de 5 MHz de los cuales cada país utiliza un subconjunto de los mismos según las normas reguladoras para cada caso particular. En el caso de España se utilizan los canales 10 y 11 ubicados en una frecuencia central de 2.457 GHz y 2.462 GHz respectivamente.

En topologías de red que contengan varias celdas, ya sean solapadas o adyacentes, los canales pueden operar simultáneamente sin apreciarse interferencias en el sistema si la separación entre las frecuencias centrales es como mínimo de 30 MHz.

Esto significa que de los 83.5 MHz de ancho de banda total disponible podemos obtener un total de 3 canales independientes que pueden operar simultáneamente en una determinada zona geográfica sin que aparezcan interferencias en un canal procedentes de los otros dos canales. Esta independencia entre canales nos permite aumentar la capacidad del sistema de forma lineal con el número de puntos de acceso operando en un canal que no se esté utilizando y hasta un máximo de tres canales.

En el caso de España esta extensión de capacidad no es posible debido a que no existe el ancho de banda mínimo requerido (la información sobre la distribución de las frecuencias en distintas regiones del mundo se encuentra disponible en el estándar IEEE 802.11).

2.3.1.2. Tecnología de espectro ensanchado por salto en frecuencia FHSS

La tecnología de espectro ensanchado por salto en frecuencia consiste en transmitir una parte de la información en una determinada frecuencia durante un intervalo de tiempo llamada *dwell time* y inferior a 400 ms. Pasado este tiempo se cambia la frecuencia de emisión y se sigue transmitiendo a otra frecuencia. De esta manera cada tramo de información se va transmitiendo en una frecuencia distinta durante un intervalo muy corto de tiempo.

Cada una de las transmisiones a una frecuencia concreta se realiza utilizando una portadora de banda estrecha que va cambiando (saltando) a lo largo del tiempo. Este procedimiento equivale a realizar una partición de la información en el dominio temporal. El orden en los saltos en frecuencia que el emisor debe realizar viene determinado según una secuencia pseudoaleatoria que se encuentra definida en unas tablas que tanto el emisor como el receptor deben conocer. La ventaja de estos sistemas frente a los sistemas DSSS es que con esta tecnología podemos tener más de un punto de acceso en la misma zona geográfica sin

que existan interferencias si se cumple que dos comunicaciones distintas no utilizan la misma frecuencia portadora en un mismo instante de tiempo.

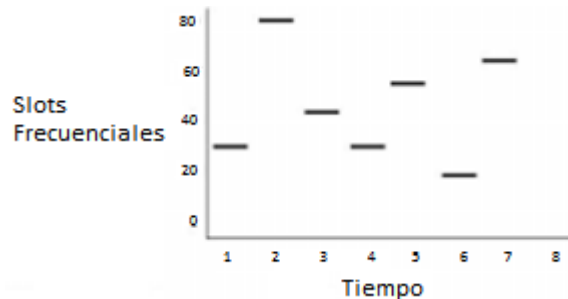


Figura II-2. Modo de trabajo de la técnica FHSS

Si se mantiene una correcta sincronización de estos saltos entre los dos extremos de la comunicación el efecto global es que aunque vamos cambiando de canal físico con el tiempo se mantiene un único canal lógico a través del cual se desarrolla la comunicación.

Para un usuario externo a la comunicación la recepción de una señal FHSS equivale a la recepción de ruido impulsivo de corta duración. El estándar IEEE 802.11 describe esta tecnología mediante la modulación en frecuencia FSK, Frequency Shift Keying, y con una velocidad de transferencia de 1 Mbps ampliable a 2Mbps bajo condiciones de operación óptimas también especificadas en la rma.

2.3.2. Tecnología de infrarrojos

Una tercera tecnología, de momento no demasiado utilizada a nivel comercial para implementar WLANs, es la de infrarrojos. Los sistemas de infrarrojos se sitúan en altas frecuencias, justo por debajo del rango de frecuencias de la luz visible. Las propiedades de los infrarrojos son, por tanto, las mismas que tiene la luz visible. De esta forma los infrarrojos no pueden pasar a través de objetos opacos pero se pueden reflejar en determinadas superficies.

Las longitudes de onda de operación se sitúan alrededor de los 850-950 nm, es decir, a unas frecuencias de emisión que se sitúan entre los $3,15 \times 10^{14}$ Hz y los $3,52 \times 10^{14}$ Hz.

Los sistemas que funcionan mediante infrarrojos se clasifican según el ángulo de apertura con el que se emite la información en el emisor en:

- Sistemas de corta apertura, de haz dirigido o de visibilidad directa que funcionan de manera similar a los mandos a distancia de los aparatos de televisión.

Esto supone que el emisor y el receptor tienen que estar orientados adecuadamente antes de empezar a transmitirse información.

- Sistemas de gran apertura, reflejados o de difusión que radian tal y como lo haría una bombilla, permitiendo el intercambio de información en un rango más amplio.

La norma IEEE 802.11 especifica dos modulaciones para esta tecnología: la modulación 16 ppm y la modulación 4 ppm proporcionando unas velocidades de transmisión de 1 y 2 Mbps respectivamente.

Esta tecnología se aplica típicamente en entornos de interior para implementar enlaces punto a punto de corto alcance o redes locales en entornos muy localizados como puede ser una aula concreta o un laboratorio.

2.4. TOPOLOGÍAS WIRELESS LAN

Las LAN inalámbricas pueden utilizar diferentes topologías de red. Al describir estas topologías, la pieza fundamental de la arquitectura de la WLAN IEEE 802.11 es el conjunto de servicio básico (BSS). El estándar define al BSS como un grupo de estaciones que se comunican entre ellas.

2.4.1. Redes Ad hoc

Las redes inalámbricas pueden operar sin puntos de acceso; se llama topología ad hoc. Las estaciones cliente que están configuradas para operar en modo ad hoc configuran los parámetros inalámbricos entre ellas. El estándar IEEE 802.11 se refiere a una red ad hoc como un BSS (IBSS) independiente.

2.4.2. Conjunto de servicios básicos

Los puntos de acceso proveen una infraestructura que agrega servicios y mejora el alcance para los clientes. Un punto de acceso simple en modo infraestructura administra los parámetros inalámbricos y la topología es simplemente un BSS. El área de cobertura para un IBSS y un BSS es el área de servicio básica (BSA).

2.4.3. Conjuntos de servicios extendidos

Cuando un BSS simple no provee la suficiente cobertura RF, uno o más se pueden unir a través de un sistema de distribución simple hacia un conjunto de servicios extendidos (ESS). En un

ESS, un BSS se diferencia de otro mediante el identificador BSS (BSSID), que es la dirección MAC del punto de acceso que sirve al BSS. El área de cobertura es el área de servicio extendida (ESA).

2.4.4. Sistema de distribución común

El sistema de distribución común permite a los puntos de acceso múltiple en un ESS aparentar ser un BSS simple. Un ESS incluye generalmente un SSID común para permitir al usuario moverse de un punto de acceso a otro.

Las celdas representan el área de cobertura proporcionada por un único canal. Un ESS debe tener de 10 a 15 por ciento de superposición entre celdas en un área de servicio extendida. Con un 15 por ciento de superposición entre celdas.

Dispositivos inalámbricos	Modo de topología	Topología del bloque del edificio	Área de cobertura
No hay puntos de acceso	Ad hoc	Conjunto de servicios básicos independientes (IBSS)	Área de servicio básica (BSA)
Un punto de acceso	Infraestructura	Conjunto de servicio básico (BSS)	Área de servicio básica (BSA)
Más de un punto de acceso	Infraestructura	Conjunto de servicio extendido (ESS)	Área de servicio extendida (ESA)

Figura II-3. Topologías Wireless LAN

2.5. ESTÁNDARES WIRELESS LAN IEEE

LAN inalámbrica 802.11 es un estándar IEEE que define cómo se utiliza la radiofrecuencia (RF) en las bandas sin licencia de frecuencia médica, científica e industrial (ISM) para la Capa física y la sub-capa MAC de enlaces inalámbricos. Cuando el 802.11 se emitió por primera vez, prescribía tasas de datos de 1 - 2 Mb/s en la banda de 2,4 GHz. En ese momento, las LAN

conectadas por cable operaban a 10 Mb/s, de modo que la nueva tecnología inalámbrica no se adoptó con entusiasmo. A partir de entonces, los estándares de LAN inalámbricas mejoraron continuamente con la edición de IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, y el borrador 802.11n.

La elección típica sobre qué estándar WLAN utilizar se basa en las tasas de datos. Por ejemplo: 802.11a y g pueden admitir hasta 54 Mb/s, mientras que 802.11b admite hasta un máximo de 11 Mb/s, lo que implica que 802.11b es un estándar "lento" y que 802.11 a y g son los preferidos.

Un cuarto borrador WLAN, 802.11n, excede las tasas de datos disponibles en la actualidad. El IEEE 802.11n debe ser ratificado para septiembre de 2008. La figura compara los estándares IEEE 802.11a, b y g.

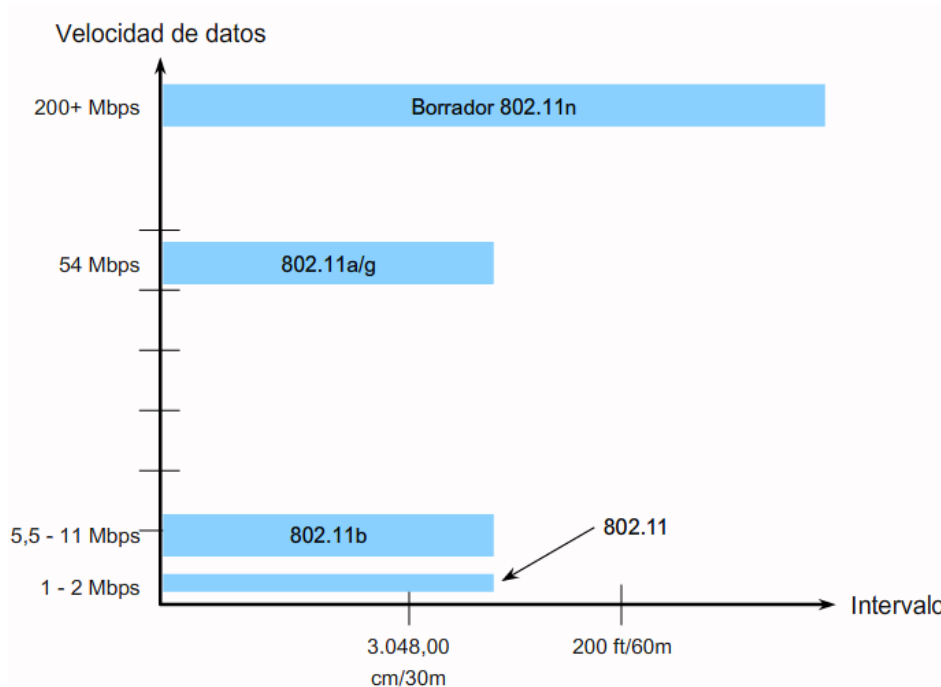


Figura II-4. Comparación de velocidades entre los diferentes estándares

Las tasas de datos de los diferentes estándares de LAN inalámbrica están afectadas por algo llamado técnica de modulación. Hay dos técnicas de modulación que se utilizan en los estándares inalámbricos IEEE:

- Espectro de dispersión de secuencia directa (DSSS) y
- Multiplexación por división de frecuencias octagonales (OFDM)

Debe saber que cuando un estándar utilice OFDM, tendrá tasas de datos más veloces. Además, el DSSS es más simple que el OFDM, de modo que su implementación es más económica.

	802.11a	802.11b	802.11g		802.11n
Banda	5,7 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz		No confirmado Posiblemente bandas 2,4 y 5 GHz
Canales*	Hasta 23	3	3		
Modulación	OFDM	DSSS	DSSS	OFDM	MIMO-OFDM
Velocidad de los datos	Hasta 54 Mbps	Hasta 11 Mbps	Hasta 11 Mbps	Hasta 54 Mbps	Se especula que será 248 Mbps para dos streams MIMO
Pros	~150 pies o 35 metros	~150 pies o 35 metros	~150 pies o 35 metros		~230 pies o 70 metros
Contras	Octubre de 1999	Octubre de 1999	Junio de 2003		Esperado para el 2008
Pros	Rápido, menos susceptible a interferencias	Bajo costo, buen alcance	Rápido, buen alcance, difícil de obstruir		Buenas velocidades de transferencia de datos, alcance mejorado
Contras	Costo superior, menor alcance	Lenta, susceptible a interferencias	Susceptible a interferencias desde aplicaciones que operan en la banda de 2,4 GHz		

¹Figura II-5. Estándares LAN inalámbricos IEEE

2.5.1. Esquema de canalización para el uso de las bandas ISM RF no licenciadas en las Wlan

El estándar IEEE 802.11 establece el esquema de canalización para el uso de las bandas ISM RF no licenciadas en las WLAN. La banda de 2,4 GHz se divide en 11 canales para Norteamérica y

* Canales no superpuestos

13 canales para Europa. Estos canales tienen una separación de frecuencia central de sólo 5 MHz y un ancho de banda total (u ocupación de frecuencia) de 22 MHz.

El ancho de banda del canal de 22 MHz combinado con la separación de 5 MHz entre las frecuencias centrales significa que existe una superposición entre los canales sucesivos. Las optimizaciones para las WLAN que requieren puntos de acceso múltiple se configuran para utilizar canales no superpuestos.

Si existen tres puntos de acceso adyacentes, utilice los canales 1, 6 y 11. Si sólo hay dos, seleccione dos canales cualesquiera con al menos 5 canales de separación entre ellos, como el canal 5 y el canal 10. Muchos puntos de acceso pueden seleccionar automáticamente un canal basado en el uso de canales adyacentes.

Algunos productos monitorean continuamente el espacio de radio para ajustar la configuración de canal de modo dinámico en respuesta a los cambios del ambiente.

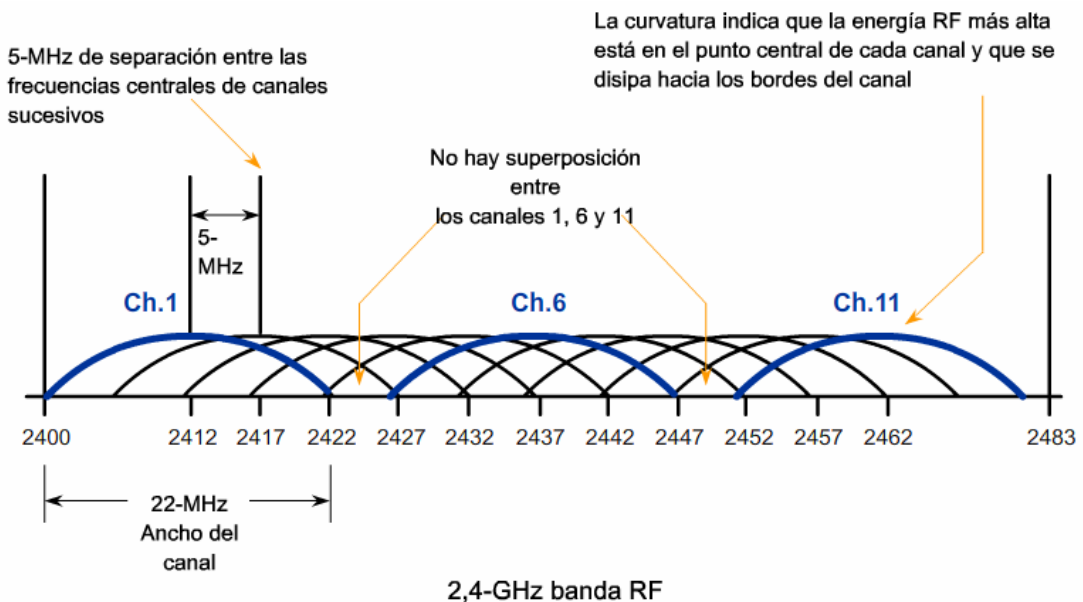


Figura II-6. Canales de la banda de 2,4 GHz

2.6. WIRELESS DISTRIBUTION SYSTEM “WDS”

2.6.1. Introducción

WDS significa en español Sistema de Distribución Inalámbrico. Un sistema de distribución, también conocido como DS, se refiere a la topología de red a la que puede conectarse, para acceder a servicios y aplicaciones. Obviamente, si todos los servicios de red y las aplicaciones requieren residir en sistemas inalámbricos de acceso directo, no hay necesidad de un DS.

Un ejemplo de un sistema inalámbrico que no requiere una DS sería una red ad-hoc donde las estaciones inalámbricas se comunican directamente y mutuamente con todos los servicios de acceso y aplicaciones de distribución de redes. Un sistema de distribución de red es absolutamente necesario si las bases de datos, aplicaciones y servicios de impresión residen en los sistemas accesibles sólo desde una red cableada.

Los diseñadores de el estándar 802.11 evitaron la definición de un sistema de distribución particular para la conexión de puntos de acceso inalámbricos, cediendo de esta manera a los diseñadores de sistemas la libertad de aplicar a redes compatibles 802.11 sistemas de distribución con base en los requerimientos únicos de cada aplicación.

Esto nos da la capacidad para diseñar el más eficaz y eficiente sistema inalámbrico para nuestros escenarios. Como resultado, se necesita decidir qué tecnologías y productos constituyen el sistema de distribución, si múltiples puntos de acceso son necesarios para ampliar el alcance del sistema inalámbrico completo.

En la mayoría de los casos, se puede especificar una columna vertebral de LAN por cable para que actúe como sistema de distribución. Típicamente, los vendedores ofrecen puntos de acceso capaces de conectarse a cualquiera de los estándares IEEE LAN Ethernet o Token Ring.

Además, componentes WAN pueden ser necesarios para conectar LANs separadas por largas distancias.

2.6.2. Explicación de WDS

Con WDS es posible conectar de forma inalámbrica los puntos de acceso, y al hacerlo extienden una infraestructura cableada de red a lugares donde el cableado no es posible o ineficaz hacerlo.

En la terminología IEEE 802.11 un "Sistema de Distribución" es un sistema que interconecta los llamados conjuntos de servicios básicos (BSS). Un BSS es mejor en comparación con un "Célula o celda", impulsado por un único punto de acceso (uno de esos círculos en el diagrama más adelante). Así que un "Sistema de Distribución" conecta las células con el fin de construir una premisa amplia de red que permite a los usuarios de equipos móviles recorrer y permanecer conectado a los recursos de red disponibles.

WDS es una característica con el apoyo de un número cada vez mayor de puntos de acceso bajo la norma 802.11. Las conexiones WDS están basadas en la dirección MAC y dan empleo a un especial tipo de trama de datos que utiliza los cuatro campos de la dirección MAC permitidos en la norma 802.11, en lugar de las tres direcciones que se utilizan en condiciones normales de un tráfico Access Point – Estación.

La provisión para cuatro direcciones MAC en una trama es prácticamente lo único contemplado en los estándares 802.11, pero fue suficiente para permitir a los Access points características de bridging que se añaden a nivel empresarial, es decir, productos caros, 802.11b a finales de 1990. Muchas de estas implementaciones están basadas en un diseño de

capa de control de acceso al medio (MAC), originado por una compañía llamada Choice Microsystems.

Puntos de acceso inalámbricos con características de bridging se mantuvieron como artículos de precio elevado hasta el otoño de 2002.

D-Link primero rompió artificialmente la barrera de puente inalámbrico de precios altos mediante la liberación de una actualización gratuita a sus DWL-900AP + Punto de Acceso. Esta actualización creó el primer producto WLAN con precios de apoyo a consumidores que soportaban características de puente y de repetición. Otras compañías siguieron con actualizaciones similares, y también introdujeron Puentes inalámbricos dedicados, tales como WET11 de Linksys.

Aunque estos productos estaban en realidad haciendo uso de la función WDS, no se refieren a ella como tal. No fue hasta que los productos basados en el chipset Broadcom 802.11g comenzó a golpear el mercado a principios de 2003 que el término WDS comenzó a ser de uso común. Broadcom aparentemente incluía soporte WDS en su código de diseño de referencia y AP 802.11g con WDS habilitado. Desde entonces se han convertido en productos más accesibles.

WDS puede utilizarse para proporcionar dos modos de acceso a la conectividad inalámbrica entre Access Points:

- Bridging inalámbrico WDS, en la que los Access Points se comunican sólo con los demás Access Points y no permiten que los clientes inalámbricos o estaciones (STA) puedan acceder a ellos.

- Repetidor inalámbrico: en el que los puntos de acceso se comunican entre sí y con estaciones inalámbricas.

2.6.3. Interoperabilidad WDS

Como se señaló en la sección anterior, características detalladas de WDS no existen, aunque esto puede cambiar si un grupo de estudio IEEE formado a principios del 2004 lo desenvuelve en el estado de grupo de tareas. Mientras tanto, les toca a los fabricantes preocuparse por la interoperabilidad de sus productos, pero no tienen ningún incentivo real para ayudar a combinar sus productos con los de otros proveedores.

Como resultado, los fabricantes suelen incluir palabras engañosas en alguna parte de la documentación del producto que dice que las características de puenteo y repetición funcionarán sólo con sus propios productos. E incluso si usted no encuentra renuncias de interoperabilidad WDS, deberá tratar de conseguir el apoyo de cualquier proveedor para un problema que involucra a cualquier producto de otros proveedores.

Afortunadamente, muchos productos 802.11g con WDS habilitado se basan en el chipset inalámbrico Broadcom, por lo que es algo así como un estándar de-facto WDS en su software común de código base. Pero la mayoría de los fabricantes ponen distintas interfaces de usuario entre usted y ese código común - que no se garantiza que sea la misma versión de producto a producto.

La esencia de todo esto es que los productos de diferentes proveedores con características WDS de puenteo y repetición no están garantizados para trabajar unos con otros. En algunos casos ni siquiera podría ser capaz de conseguir productos con función WDS del mismo

vendedor que sean compatibles juntos, porque en realidad pueden ser fabricados por diferentes OEM / ODM.

Pero, afortunadamente, con el tiempo y unos pocos controladores y ciclos de revisión de firmware - han mejorado las posibilidades de conseguir productos con WDS habilitado de múltiples fabricantes para compatibles con los demás. El principal obstáculo que queda es la diferente terminología utilizada por los vendedores en sus interfaces de usuarios para puenteo y repetición.

2.6.4. Disposición de un sistema de distribución inalámbrico

Un sistema de distribución puede ser por cable (normalmente Ethernet) o inalámbrico (utilizando el radio en el interior del dispositivo de punto de acceso). El diagrama de la Figura II-7 muestra una conexión de Sistema de Distribución por cable de red:

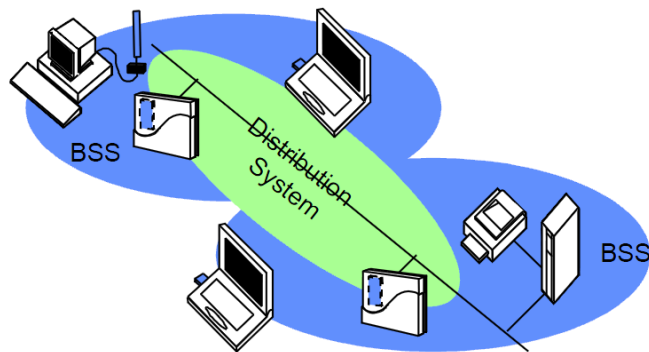


Figura II-7. Sistema de distribución

Si no se utiliza ningún cable pero la conexión entre los puntos de acceso se establece a partir de la tarjeta de PC se crea un sistema de distribución inalámbrico como se indica en la Figura II-8:

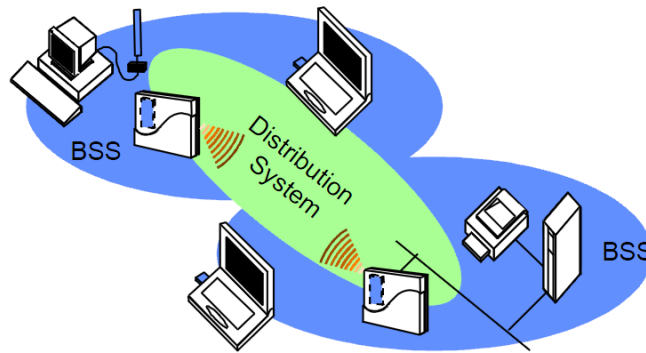


Figura II-8. Sistema de distribución inalámbrico

En el diagrama de la Figura II-9, los tres puntos de acceso en el lado derecho están conectados por cable Ethernet y por lo tanto utilizan un sistema de distribución por cable, mientras que los cuatro puntos de acceso en la parte izquierda están inalámbricamente conectados, y se dice que usan WDS.

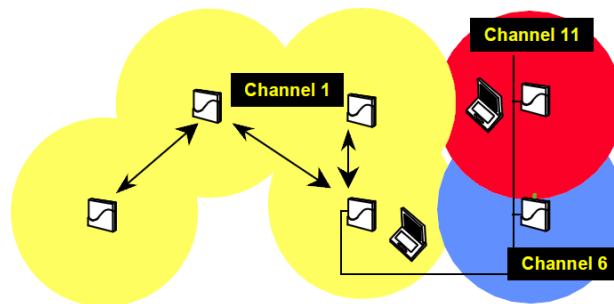


Figura II-9. Puntos de Acceso inalámbricamente conectados que utilizan WDS

Un aspecto importante de WDS (esto en contraste con otros esquemas existentes de acceso inalámbrico entre AP usados en instalaciones al aire libre) es el hecho de que una única tarjeta para PC en el punto de acceso puede asumir múltiples roles al mismo tiempo. Puede "manejar" una celda (como en puntos de acceso conectados por cable), y como tal conecta clientes inalámbricos a la infraestructura, y puede mantener hasta seis diferentes conexiones inalámbricas a otros puntos de acceso.

Para que esto sea posible el canal operativo (frecuencia) tendrá que ser el mismo para la celda que es controlado por el AP y para los enlaces inalámbricos de los otros puntos de acceso. En el diagrama de arriba esto se ilustra por las cuatro celdas del lado izquierdo, todos los Access Points operan en el canal 1.

2.6.5. Como trabaja WDS

2.6.5.1. Direccionamiento

Dispositivos LAN (incluyendo los dispositivos LAN inalámbricos) se comunican unos con otros mediante el uso de direcciones MAC (direcciones de hardware que se les asignan en la fábrica para cada dispositivo). Cada tarjeta Wireless de PC por lo tanto tiene una única Dirección MAC que es utilizado por el sistema para enviar tramas de datos a la misma. Si un dispositivo LAN transmite datos, añadirá su propia dirección MAC a la estructura, así con el fin de indicar a los receptores la trama de donde vino.

En resumen todas las tramas de los datos transmitidos a través de una LAN contendrán una Dirección MAC destino y un origen como parte del encabezado de la trama. Si una trama de datos se transmite través de un cable Ethernet sólo las dos direcciones MAC son obligatorios. Cuando tramas de datos son transmitidos entre estaciones LAN finales, que no están conectados al mismo segmento de LAN, un dispositivo intermedio está obligado a 'puentear' la trama de un segmento a otro.

Un punto de acceso es un dispositivo también conocido como un puente, que tiene la capacidad de transmitir el tráfico de un segmento a otro. Realiza esta tarea con el uso de una tabla de aprendizaje de puente, donde las direcciones MAC se almacenan en asociación con el segmento LAN (o la interfaz física) en el que residen (desde la perspectiva del puente).

El tráfico entre dispositivos LAN inalámbricos que cumplen con el estándar IEEE 802.11 estándar requiere 4 direcciones MAC en lugar de 2. Cuando un dispositivo inalámbrico está asociado a un punto de acceso, este siempre direccionara su tráfico al punto de acceso usando la dirección MAC de la tarjeta de PC en el punto de acceso como su dirección de destino directo. La dirección MAC de la estación de destino a la que se enviara la trama también se incluye en el encabezado de la trama, para que la tarjeta de la PC en el punto de acceso pueda determinar por donde va a retransmitir la trama.

Finalmente, la propia dirección MAC de la estación emisora está en la trama como la dirección de origen. Así, un total de tres direcciones se utiliza. Cuando un enlace WDS se establece entre dos puntos de acceso, todos los cuatro campos disponibles de dirección en el encabezado MAC se utilizan:

- La dirección MAC del remitente,
- La dirección MAC del destino final,
- La dirección MAC de la tarjeta de PC que envía en el punto de acceso,
- La dirección MAC de la tarjeta de PC que reciben en el otro punto de acceso.

2.6.5.2. Flujo de Tráfico

Para ilustrar el flujo de tráfico básico entre dos estaciones que residen en dos celdas diferentes que están interconectados por un enlace WDS, el siguiente diagrama de la Figura II-10 podría ayudar.

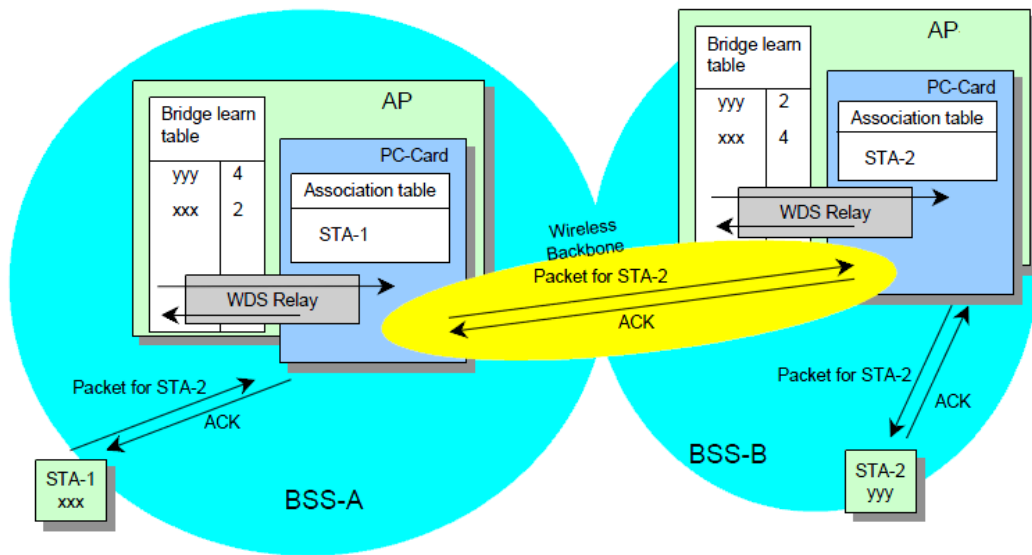


Figura II-10. Flujo de tráfico básico entre dos estaciones interconectadas con WDS

En la Figura II-10, Estacion1 (STA-1) en la celda izquierda quiere transmitir una trama para la Estación 2 (STA-2) en la celda de la derecha. Las estaciones están asociadas a sus respectivos puntos de acceso, y son conocidos en las tablas de aprendizaje de puente. Sus Direcciones MAC "xxx" y "yyy", respectivamente, son registradas en las tablas de aprendizaje de puente y relacionados con un número de puerto.

Así que en el diagrama de ejemplo, STA-1 (xxx dirección MAC) es conocido en la izquierda de la tabla de aprendizaje situada en el puerto 2. La tabla de aprendizaje también indica que la STA-2 (yyy dirección MAC) se encuentra en el puerto 4, lo que significa que ambos son atendidos por el servidor por la misma tarjeta de PC (Es decir, la una en la ranura A). Una situación similar se puede encontrar en la parte derecha del Access Point.

Los pasos en el flujo de tráfico ahora son los siguientes:

1. STA-1 envía su trama a la tarjeta de PC de su AP (porque todo el tráfico va en esa dirección), la trama incluye la dirección MAC del destino final, es decir, STA-2.

2. La tarjeta de PC en el punto de acceso al lado izquierdo recibe el tráfico y reconoce su correcta recepción a STA-1, convierte la trama de formato IEEE 802.11 (con cuatro direcciones) a formato de IEEE 802.3 (trama Ethernet con dos direcciones, siendo la dirección de STA-1 como origen y STA-2 como destino). La tarjeta para PC pasa la trama al código de puente.

3. El código de puente busca la dirección de STA-2 en su tabla de aprendizaje de puente y concluye que STA-2 está relacionado con el puerto 4, y el puerto 4 en sí está relacionado a la misma tarjeta de PC. Así que la trama se transmite a la tarjeta de PC con la indicación de que se debe transmitir por el puerto 4.

4. La tarjeta de PC mantiene una tabla con las direcciones MAC de las estaciones del extremo opuesto de los enlaces WDS que soporta, por lo que basándose en el número de puerto de la tarjeta de PC conocerá la dirección MAC de la tarjeta de PC en el otro punto de acceso.

5. La tarjeta de PC en el AP de la izquierda ahora utilizará la dirección MAC de la Tarjeta de PC en el otro punto de acceso como dirección de destino, su propia dirección MAC como dirección de origen, y agregará las dos direcciones que estaban en la trama original recibida desde el puente. Así que ahora un total de 4 direcciones están en la cabecera de la trama.

6. La trama se transmite a través del aire y la tarjeta de PC en el otro AP recibirá la misma, enviará un acuse, de nuevo convertirá la trama a una de 2-dirección y la pasa a su puente.

7. El puente consultará a su tabla de aprendizaje de puente, y pasa la trama a la tarjeta de PC con la indicación para enviarlo por el puerto 2, siendo el BSS (celda) donde se encuentra la STA-2.

8. Por último STA-2 acepta la trama y envía un acuse de nuevo a la tarjeta de PC en el AP.

2.6.5.3. Roaming.

Roaming entre celdas que están interconectadas por un enlace WDS funcionan exactamente igual que para las celdas que están interconectadas a través de Ethernet. El efecto de un traslado de una estación de una celda a la otra es que la tabla de aprendizaje de puente se actualizará para reflejar la nueva ubicación de la estación. Esto se hace por el traspaso de mensajes de solicitud que forman parte de la IAPP (Inter Access Point Protocol).

2.6.6. Cuando usar WDS Y Cuando no

WDS ofrece una gran flexibilidad a bajo costo y como tal puede ser aplicado en muchas situaciones útiles. Sin embargo también hay algunas consideraciones que conducirán al usuario a decidir no utilizar WDS. En esta sección se intenta mostrar los pros y los contras del uso de WDS.

2.6.6.1. Ventajas

- Costo efectivo.

No hay gasto adicional en términos de la adición de un enlace inalámbrico a un AP ya instalado. Agregar un enlace WDS se limita a exigir una reconfiguración de la autopista del AP, sin tener que pagar el precio de una tarjeta adicional de PC.

- Flexible.

La ampliación de una infraestructura de red de cableada existente, añadiendo cobertura de espacio en oficinas que no se encuentran junto a la oficina existente puede conseguirse fácilmente, proporcionando una gran flexibilidad.

- Por ejemplo la conexión de una oficina en el edificio del frente. O conectar esa ubicación en el área de manufactura, donde llegar con cableado es difícil (y caro de instalar).
- Otro ejemplo podría ser el uso de dicha ampliación en un área donde el cable no está permitido por la naturaleza histórica del edificio, o debido a la presencia de materias químicas peligrosas materiales como el amianto.
- WDS también es una excelente solución para crear una red roaming en un área en la cual las conexiones por cable entre los puntos de acceso no pueden ser establecidas. Por ejemplo pensar en una convención en un hotel o resort, donde una gran área tiene que ser cubierta, y por lo tanto se necesitan varios AP.

2.6.6.2. Desventajas

- Cifrado.

Claves de cifrado Asignadas y rotadas dinámicamente no son compatibles con una conexión WDS. Esto significa que Wi-Fi Protected Access (WPA) y otras tecnologías de asignación dinámica de claves no se pueden utilizar. Solo las claves WEP estáticas pueden ser utilizadas en una conexión WDS, incluidas las que asocian las estaciones con un Access Point de repetición WDS.

- Rendimiento.

El rendimiento inalámbrico se corta aproximadamente a la mitad para cada salto de repetición WDS, es decir, un AP los flujos de datos que atraviesan un Access Point antes de llegar a la red

cableada. Esto se debe a que todas las transmisiones utilizan el mismo canal de radiofrecuencia y debe ser retransmitido para llegar a la LAN cableada.

Como muestra el ejemplo, el flujo de tráfico de la Figura II-9 pasa a través del aire en tres ocasiones, y debido a la tecnología CSMA/CA utilizada y el hecho de que se usa una sola tarjeta de PC (y un solo canal de radiofrecuencia), el rendimiento terminal a terminal será alrededor de un tercio del máximo valor posible. Obviamente el uso de una segunda tarjeta de PC puede mejorar esta situación, pero en ese caso los gastos de una segunda tarjeta deben ser aceptados.

- Funcionamiento Outdoor.

WDS permite la creación de conexiones punto a punto, lo cual indica que esto podría aplicarse a las instalaciones al aire libre también. Aunque en principio esto es cierto, hay que recordar que el estándar IEEE 802.11 se ha diseñado principalmente para operaciones LAN (indoor), y que para su uso en situaciones al aire libre (especialmente a largas las distancias y configuraciones punto a multipunto), disposiciones adicionales deben llevarse a cabo.

2.6.7. Consejos para el éxito WDS

Hay algo de trabajo de preparación que debe hacer para tener la oportunidad de configurar WDS y que funcione bien la primera vez. Aquí hay tres pasos obligatorios y dos pasos opcionales a tomar en cuenta antes de poner los puntos de acceso en modo de puente (AP - bridge):

Compruebe que su cliente inalámbrico puede asociarse y pasar los datos a través de cada AP.

Usted debe hacer esto con cada punto de acceso conectado a la LAN a través del puerto

Ethernet. Lo último que debe hacer es depurar la funcionalidad base inalámbrica, si el puente no funciona.

Asignar una dirección IP estática a cada AP

Esta es una buena práctica, en general, cuando se trata de la marcha que se ejecuta la red. Pero es especialmente importante para los puntos de acceso en las redes WDS, ya que sabrás dónde buscar cada punto de acceso y tiene uno menos variables a considerar cuando se intenta depurar una conexión dañada. Asegúrese de que asigna las IPs estáticas fuera del alcance del servidor DHCP de la LAN o correrá el riesgo de obtener una IP arrendadas duplicada en algún momento... por lo general cuando es menos conveniente.

Establecer todos los puntos de acceso al mismo canal de radiofrecuencia.

Dado que todos los puntos de acceso en una red WDS necesitan comunicarse entre sí de forma inalámbrica, deben estar en el mismo canal. Para las redes WLAN 802.11b y g, se recomienda usar el canal 1, 6, o 11. Sea cual sea el canal que elija, asegúrese de que no está en uso por las redes WLAN vecinas, o al menos no cerca de uno por la derecha.

[Opcional] Juego cada punto de acceso a otro SSID

AP WDS se conocen entre sí por su dirección MAC y le importa poco su configuración de SSID establecida. Por otra parte, los clientes inalámbricos asociados por SSID. Técnicamente, cada punto de acceso en una red WDS es parte del mismo Extended Service Set (ESS) y por lo tanto deben tener el mismo SSID.

Sin embargo, los algoritmos incorporados de roaming en la mayoría de clientes inalámbricos no "agresiva" recorren y tienden a permanecer asociado con un AP más de lo que deberían, resultando en un rendimiento inferior. Esto puede ser especialmente frustrante cuando se ha

tomado la molestia y el gasto de agregar repetidores a la WLAN, y su portátil se niega a usarlos!

Mediante la asignación de SSID diferentes a los puntos de acceso WDS, primero tendrá la ventaja de ser capaz de ver cada uno, incluso si usted está utilizando una función de WinXP en "Zero Config" de utilidad, que no muestra los puntos de acceso múltiples con el mismo SSID. Usted también podrá obligar a su cliente conectarse con facilidad al AP más cercano sin tener que recordar su dirección MAC.

[Opcional] Asignar una dirección IP estática para los clientes inalámbricos

Se ha encontrado que a veces hace falta un poco de tiempo para arrendar una nueva IP después de asociarse con un AP. Asignar información estática IP a sus clientes inalámbricos (no se olvide de incluir información de puerta de enlace y DNS) disminuye el error cuando se cambia la asociación entre los puntos de acceso. También soluciona el problema que algunos productos tienen (o tenían por lo menos!) de pasar apropiadamente mensajes a los clientes DHCP del puente WDS.

Además de lo anterior, también hay que considerar cuidadosamente la colocación de sus puntos de acceso WDS. Al igual que con cualquier equipo de LAN inalámbrica, la velocidad de un enlace WDS depende fundamentalmente de la intensidad de la señal. Dado que cada salto WDS disminuye el rendimiento disponible aproximadamente a la mitad, no desea reducir más su velocidad de enlace por el espaciamiento de sus puntos de acceso WDS.

Tendrá que experimentar para conseguir una combinación de alcance y rendimiento que sea aceptable para usted, pero no espere buena conexión de velocidad si se intenta colocar el repetidor cercano al límite de su gama inalámbrica actual! Un buen compromiso es colocar el repetidor en una zona donde la velocidad de vínculo (como lo indica su aplicación cliente) es

5,5 Mbps o superior para el equipo 802.11b y 24 Mbps o superior para los 802.11a o 802.11g, es decir, aproximadamente la mitad de la máxima velocidad de transmisión.

Lo último es reunir la información de la dirección MAC que necesitamos y estaremos listos para el enlace.

2.7. MIKROTIK ROUTEROS™

La implementación del proyecto de tesis se realizó con Mikrotik RouterOS que es el sistema operativo y software del router, el cual convierte a una PC Intel ó un Mikrotik RouterBOARD en un router dedicado.

Se toma esta decisión ya que estos equipos brindan seguridad, flexibilidad y son muy económicos, lo cual es un gran beneficio para la fundación.

RouterOS es un sistema operativo y software que convierte a una PC en un ruteador dedicado, bridge, firewall, controlador de ancho de banda, punto de acceso inalámbrico, por lo tanto puede hacer casi cualquier cosa que tenga que ver con las necesidades de red, además de ciertas funcionalidad como servidor.

El software RouterOS puede ejecutarse desde un disco IDE memoria tipo FLASH. Este dispositivo se conecta como un disco rígido común y permite acceder a las avanzadas características de este sistema operativo.

2.7.1. Licenciamiento

- La Licencia es por instalación.
- Algunas funcionalidades requieren de cierto nivel de licenciamiento.

- La Licencia nunca expira, esto significa que el ruteador funcionara "de por vida".
- El ruteador puede ser actualizado durante el periodo de actualización (1 año después de la compra de la licencia).
- El periodo de actualización puede ser extendido a un 60% del costo de la licencia.

2.7.1.1. Niveles de Licenciamiento

- Nivel 0: DEMO, GRATIS, tiene todas las funcionalidades sin límite, funciona solo 24 hrs, después de ello debe de ser REINSTALADO
- Nivel 1: Licencia SOHO, GRATIS, pero requiere registrarse en www.mikrotik.com , tiene limitaciones, (1src-nat, 1dst-nat, 1 pppoe, ...)
- Nivel 4: WISP, cliente inalámbrico, Punto de Acceso Inalámbrico, gateway de HotSpot.
- Nivel 5: WISP AP, Access Point inalámbrico y cliente, Gateway de HotSpot (mas conexiones soportadas)
- Nivel 6: CONTROLLER, Todo sin límite!
- Nota: Una Licencia basta para cualquier número de interfaces inalámbricas en el ruteador.

Para el proyecto se utilizó el nivel de licenciamiento nivel 6.

2.7.2. Características del sistema Operativo RouterOS de Mikrotik

2.7.2.1. Características principales

- El Sistema Operativo es basado en el Kernel de Linux y es muy estable.
- Puede ejecutarse desde discos IDE o módulos de memoria flash.
- Diseño modular.
- Módulos actualizables.

- Interfaz grafica amigable.

2.7.2.2. Características de ruteo

- Políticas de enrutamiento. Ruteo estático o dinámico.
- Bridging, protocolo spanning tree, interfaces multiples bridge, firewall en el bridge.
- Servidores y clientes: DHCP, PPPoE, PPTP, PPP, Relay de DHCP.
- Cache: web-proxy, DNS.
- Gateway de HotSpot.
- Lenguaje interno de scripts.

2.7.2.3. Características de filtrado

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

2.7.2.4. Calidad de Servicio (QoS)

Tipos de colas

- RED
- BFIFO

- PFIFO
- PCQ

Colas simples

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

Árboles de colas

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

2.7.2.5. Interfaces del Routeros

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

2.7.2.6. Herramientas de manejo de red

- Ping, traceroute.
- Medidor de ancho de banda.
- Contabilización de tráfico.
- SNMP.
- Torch.
- Sniffer de paquetes.

Estas son las principales características del sistema operativo y software Mikrotik RouterOS elegido para la implementación de la red inalámbrica.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA UTILIZANDO WDS EN AMBIENTE OPEN SOURCE

3.1. INTRODUCCIÓN

Previo a la realización del diseño de la red, es imprescindible conocer el terreno de implementación, es decir, en nuestro caso la infraestructura de la edificación, sus características arquitectónicas como número de plantas, el número de usuarios, el espacio disponible y distribución del mismo en cada planta. Además, el conocer la infraestructura de red, nos ayudará a establecer las consideraciones y requerimientos de la red a diseñarse.

En este capítulo se realiza una recopilación de la información de la Fundación, se investiga sobre equipos disponibles en el mercado que cumplan con los requerimientos del diseño y que soporten WDS bajo el sistema Mikrotik RouterOS y la elección de los más adecuados.

3.2. CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS Y DISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO FÍSICO DEL EDIFICIO

La FUNDACION DESARROLLO SOLIDARIO, ubicada en la ciudad de Riobamba, Panamericana Norte, Km. 1, Barrio Santa Ana de Tapi, tras de FAPANI cuenta con un área total de 1400 metros cuadrados, solo 400 metros cuadrados son de construcción y está distribuido en 3 plantas. Las divisiones en las plantas para delimitar los diferentes departamentos son paredes de concreto, de esta manera en cada planta se tiene ambientes independientes unos de otros.

En base a una inspección física del edificio, y con la colaboración del asistente técnico de la fundación, se recopiló la información de la distribución del espacio y el número de usuarios por planta.

En detalle se muestran el número de usuarios por planta en las tablas 3.1 y 3.2 en las que también se indica el número de estaciones de trabajo en cada oficina:

	Oficina	Número de empleados	Estaciones de trabajo
Primer Piso	Soporte Técnico	1	3
	Recepción	1	1
	Asistencia Psicológica	1	1
	Centro de computo	1	10
	TOTAL	4	15

Tabla III-1. Detalle de usuarios en el primer piso de la Fundación

	Oficina	Número de empleados	Estaciones de trabajo
Segundo Piso	Presidencia	1	1
	Secretaría	1	1
	Asistencia Técnica Jurídica	2	2
	Administración y Contabilidad	2	2
	Proyectos	2	2
	Movilidad Humana	1	1
	TOTAL	9	9

Tabla III-2. Detalle de usuarios en el segundo piso de la Fundación

3.3. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DE LA RED

Con el propósito de disponer de un sistema de acceso inalámbrico para los equipos, debido a que no existe una infraestructura de cableado de red en la fundación y para solucionar los problemas de movilidad de los departamentos, y abaratar los costos de incluir nuevos usuarios a la red, se determinó que la mejor opción es la creación de una red inalámbrica.

Previo a la realización del diseño de una red, es imprescindible realizar un análisis de sus requerimientos, para lo cual se toman en cuenta varios aspectos como el estudio del lugar de implementación, de las aplicaciones que van a correr sobre la red, y de las necesidades de los usuarios; esto con el objetivo de garantizar un correcto desempeño de la red diseñada cuando ésta sea implementada.

En una red inalámbrica se deben hacer consideraciones como: áreas de cobertura, interferencia y coexistencia con otras redes, seguridad de la red, alcance de los equipos y causas de posibles limitaciones de éstos, velocidad de transmisión y ancho de banda requerido por las aplicaciones, y número de usuarios a servir, además de una eficiente administración, calidad de servicio en las aplicaciones que lo requieran, que permita trabajar en un ambiente seguro, y que pueda inter-operar con otras redes de modo que sea altamente útil y confiable.

3.3.1. Seguridad

La seguridad es un mundo en constante cambio, en la década de los 90's teníamos entidades cerradas donde prácticamente no había comunicación entre los corporativos, hoy en día tenemos un ambiente de negocios abierto.

Anteriormente teníamos empresas con una seguridad muy perimetral, por ejemplo en el sector financiero un banco máximo tenía un dispositivo *firewall* y era todo, hoy se requiere una seguridad de extremo a extremo en la red. Por otro lado, también antes se tenía productos inalámbricos con seguridades puntuales, actualmente la seguridad inalámbrica puede ir de extremo a extremo y adicionalmente con soluciones tan completas que desde el punto de acceso se puede validar al usuario y al dispositivo que se está conectando.

Una vez que hay seguridad en la red, se promueve nuevas arquitecturas de negocios, como arquitecturas a nivel del sector financiero, a nivel de comercio electrónico, pero siempre de una manera segura.

Las redes inalámbricas son muy vulnerables a los ataques, pues están al aire libre, aunque existen las facilidades tecnológicas con las que podemos limitar la potencia para no radiar fuera del edificio, pero en muchos casos no se da, de tal forma que podemos decir que una red inalámbrica no tiene una barrera física, de manera que un intruso puede ver fácilmente la señal, y si no existe la seguridad adecuada, accederá a la red en forma muy sencilla.

Otra vulnerabilidad de las redes inalámbricas es el estándar, ya que 802.11 es un estándar abierto, y es una tecnología sin licencia, es decir cualquiera lo puede usar. En la realización de la tesis se asegurara mediante una regla de firewall que no permita acceso desde internet, es decir todo lo que venga con el destino de la interface WAN internet y que el protocolo sea tcp

y puerto de destino 80 que anule el paquete, con esto cualquier petición que venga desde internet y que de destino tenga el puerto 80, deniegue la conexión, es una regla de seguridad simple, debido a que en el futuro, el asistente técnico de la Fundación se encargará de implementar un servidor Radius (acrónimo en inglés de Remote Authentication Dial-In User Server) que es un protocolo de autenticación y autorización para aplicaciones de acceso a la red o movilidad IP. Utiliza el puerto 1813 UDP para establecer sus conexiones.

Cuando se realiza la conexión con un ISP mediante módem, DSL, cable módem, Ethernet o Wi-Fi, se envía una información que generalmente es un nombre de usuario y una contraseña. Esta información se transfiere a un dispositivo NAS (Servidor de Acceso a la Red o Network Access Server (NAS)) sobre el protocolo PPP, quien redirige la petición a un servidor RADIUS sobre el protocolo RADIUS. El servidor RADIUS comprueba que la información es correcta utilizando esquemas de autenticación como PAP, CHAP o EAP. Si es aceptado, el servidor autorizará el acceso al sistema del ISP y le asigna los recursos de red como una dirección IP, y otros parámetros como L2TP, etc.

3.3.2. Escalabilidad

El término escalabilidad se refiere a la capacidad de la red de adaptarse a un número de usuarios cada vez mayor, sin perder calidad en los servicios. Esto implica cambiar su tamaño o configuración para adaptarse a las nuevas circunstancias. Esto no será un problema, pues si se tiene un nuevo usuario, bastará con habilitarle los permisos necesarios para que acceda a la red, si el número de usuarios inalámbricos crece considerablemente, se tendrá simplemente que colocar otro Punto de Acceso habilitado con WDS y con ello se podrá servir a un nuevo grupo de usuarios.

3.3.3. Simplicidad y facilidad de uso

Los usuarios necesitan poca información adicional a la que ya tienen sobre redes LAN en general, para utilizar una WLAN. Esto es así porque la naturaleza inalámbrica de la red es transparente al usuario, las aplicaciones trabajan de igual manera que lo hacían en una red cableada.

Las WLAN simplifican muchos de los problemas de instalación y configuración que atormentan a los que administran la red. Ya que únicamente los puntos de acceso de las redes inalámbricas necesitan cable, ya no es necesario llevar cable hasta el usuario final. La falta de cable hace también que los cambios, extensiones y desplazamientos sean operaciones triviales en una red inalámbrica.

Finalmente, la naturaleza portable de las redes inalámbricas permite a los encargados de la red configurar ésta con anterioridad y resolver problemas antes de su instalación en un lugar remoto. Una vez configurada la red puede llevarse de un lugar a otro con muy poca o ninguna modificación.

3.3.4. Estándar a utilizarse

El estándar a emplearse es IEEE 802.11g, cuyo detalle se lo realizó en el Capítulo 2 en la sección 2.5. Las principales características de IEEE 802.11g son: que define la operación de hasta 54 Mbps y trabaja en la banda de 2,4 GHz. En esta banda, se han definido 11 canales utilizables por equipos Wi-Fi, que pueden configurarse de acuerdo a necesidades particulares. Sin embargo, los 11 canales no son completamente independientes (canales contiguos se superponen y se producen interferencias) por tal motivo se deben utilizar canales no

adyacentes para que no se interfieran. Esta asignación de canales usualmente se hace sólo en el Punto de Acceso, pues los “clientes” automáticamente detectan el canal, salvo en los casos en que se forma una red “Ad-Hoc” o punto a punto cuando no existe Punto de Acceso. En la implementación se utilizó el canal 1 para su funcionamiento con WDS.

Hay varias normas que están en uso hoy en día para la comunicación inalámbrica, los productos que trabajan con el estándar 802.11g actualmente son muy populares por su velocidad y nos permiten realizar redes con una buena calidad de transmisión y precio competitivo.

3.3.5. Área de cobertura

Como se indicó en la sección 3.2, se necesita cubrir un área de 400 metros cuadrados, distribuidos en tres plantas. El área aproximada de cada planta es de 132,60 metros cuadrados.

3.3.6. Atenuación por interferencia

La propagación de las ondas electromagnéticas en entornos de interiores, complica el funcionamiento de redes inalámbricas en este tipo de entornos. Los obstáculos que en su paso encuentran las ondas electromagnéticas, les pueden producir reflexiones y/o atenuaciones, dificultando la planificación de redes inalámbricas en estos entornos.

Debido a la naturaleza de la tecnología de radio, las señales de radiofrecuencia, pueden desvanecerse por materiales medioambientales. Una inspección en el sitio nos ayudará a identificar los elementos que afecten negativamente a la señal inalámbrica.

3.3.7. Distorsión por múltiples trayectorias

Cuando una señal de radiofrecuencia viaja de un lugar a otro, toma más de un camino, y esto causa la alteración de la señal, degradándola como se muestra en la Figura 3.1:

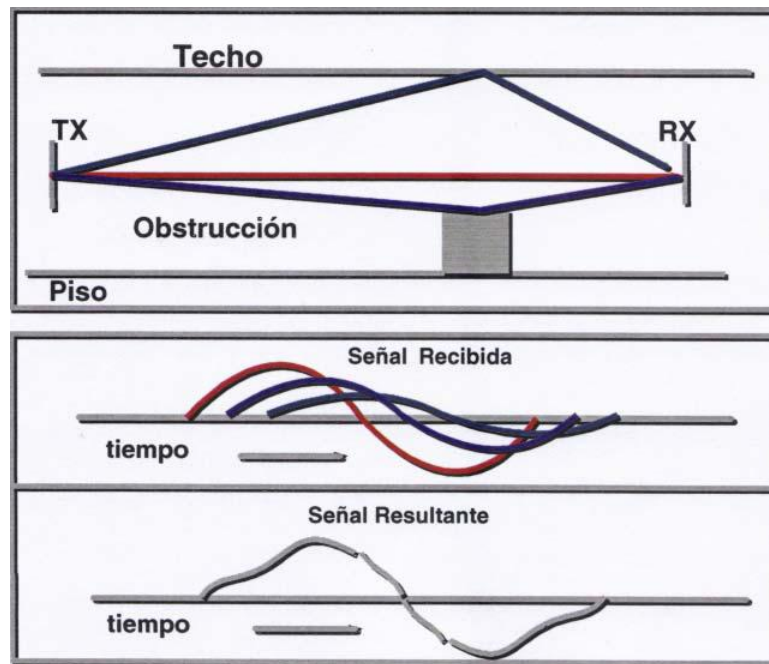


Figura III-1. Distorsión por múltiples trayectorias

3.3.8. Diversidad de antenas

En un ambiente de múltiples caminos existen puntos nulos, o puntos sin señal, estos puntos se encuentran en el contorno del área que se desea cubrir debido a obstáculos. El concepto de antenas duales significa que, si una antena está en un punto nulo, la otra no lo estará, así se provee un mejor desempeño en ambientes de múltiple caminos. Este concepto se ilustra en la Figura III-2:

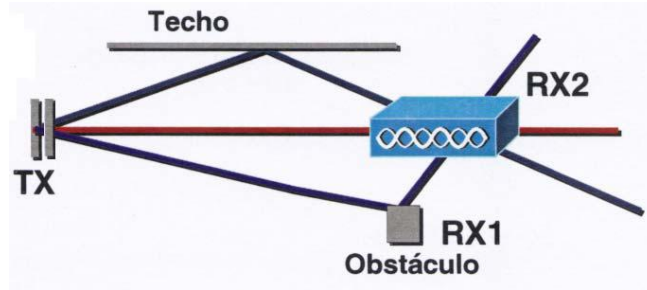


Figura III-2. Antenas Duales

3.3.9. Relación entre áreas de cobertura y velocidades de conexión

La relación entre las áreas de cobertura y velocidades de conexión es un concepto contrapuesto al hablar de redes inalámbricas, dado que, mientras mayor sea el área de cobertura, menor será la velocidad a la cual se establece la conexión, esta situación se indica en la figura 2.7. En IEEE 802.11g se permiten velocidades de 1, 2, 5.5, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, y 54 Mbps. En ocasiones, el aumentar la ganancia de las antenas, utilizando antenas adyacentes no es una buena solución, ya que se puede producir interferencia con canales adyacentes.

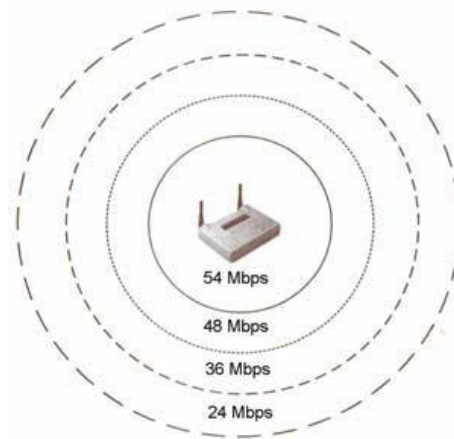


Figura III-3. Esquema del cambio de velocidad de conexión en función de la distancia

3.3.10. Interoperabilidad de los dispositivos inalámbricos dentro de la red

Los sistemas inalámbricos de distintos proveedores pueden ser no compatibles para operar juntos por las siguientes razones:

- Un sistema basado en la tecnología de espectro expandido por salto de frecuencia (FHSS), no se comunicará con otro basado en la tecnología de espectro expandido de secuencia directa (DSSS).
- Sistemas que utilizan distintas bandas de frecuencia no se podrán comunicar aunque utilicen la misma tecnología.

3.3.11. Interferencia y coexistencia

La naturaleza en que se basan las redes inalámbricas implica que cualquier otro producto que transmita energía a la misma frecuencia puede potencialmente dar cierto grado de interferencia en un sistema inalámbrico. Por ejemplo los hornos de microondas, pero la mayor parte de fabricantes diseñan sus productos teniendo en cuenta las interferencias por microondas. Otro problema es la colocación de varias redes inalámbricas en lugares próximos. Mientras unas redes inalámbricas de unos fabricantes interfieren con otras redes inalámbricas, hay otras redes que coexisten sin interferencia.

3.3.12. Número de usuarios a servir

Tabulando la información recopilada gracias a la colaboración del administrador de la red de la Fundación, se establecieron parámetros para determinar el número de usuarios a servir en aplicaciones de datos.

Es necesario hacer una distinción de los terminales de datos, es decir, cuántas son laptops, y cuántas son desktops; esto para dimensionar el número de adaptadores inalámbricos necesarios. Todas las laptops disponen de adaptadores inalámbricos incorporados, para las desktops será necesaria la adquisición de adaptadores inalámbricos.

A continuación se detalla el número de usuarios a servir con la red:

<i>Piso</i>	<i>Laptops</i>	<i>Desktops</i>	<i>Total Usuarios</i>
Primero	2	13	15
Segundo	4	5	9
Tercero	1	1	2
TOTAL	7	19	26

Tabla III-3. Número máximo de usuarios a servir con la red inalámbrica

3.3.13. Aplicaciones que van a correr en la WLAN

La WLAN deberá soportar aplicaciones básicas como correo electrónico, navegación en Internet, acceso a base de datos, y transferencia de archivos; además, deben integrarse los servicios de voz, datos, y soporte de aplicaciones multimedia, brindando calidad de servicio para permitir su correcto funcionamiento, y evitando la saturación del canal.

3.3.14. Dimensionamiento del Tráfico

Para una adecuada planificación de la red, es de fundamental importancia analizar el tipo de tráfico que soportará la red, pues de esto dependerá el ancho de banda necesario. En este caso los tipos de tráfico que se transportará a través de la red son:

- Acceso a Internet y correo electrónico.
- Servidor y transferencia de archivos.
- Otros Servicios (impresión, escáner, servicio de fax).

La transmisión de información no debe admitir pérdidas de tráfico, es decir se demanda un sistema de transferencia seguro y disponibilidad de la red. Con base en estos precedentes, se realiza el dimensionamiento del tráfico que circula por la red.

Debido a que no existen antecedentes del comportamiento de la red frente a diferentes aplicaciones el dimensionamiento del tráfico está basado en un estudio estadístico del uso de las aplicaciones y de su throughput promedio. El throughput se define como la tasa de transmisión instantánea generada por una aplicación en la red y nos permitirá garantizar un buen desempeño de la red al momento de su implementación. A continuación se realiza el análisis correspondiente para las aplicaciones que van a correr en la red.

3.3.14.1. Correo Electrónico

La información que se intercambia por correo electrónico, corresponde principalmente a informes, e información personal, debido a que un documento de solo texto es de tamaño pequeño, aproximadamente 50 Kbytes; en tanto que, el tamaño de un documento gráfico depende del formato de la imagen que se desea transmitir, teniendo un promedio de 500 Kbytes. Se considera entonces un promedio de 600 Kbytes para un correo electrónico, garantizando así un buen desempeño de la red frente a ésta aplicación. Para el acceso al correo electrónico se estima que un usuario revisa en promedio 6 correos por hora. Así tenemos que el throughput que maneja un correo electrónico es:

$$V_{CE} = \frac{600 \text{ kbytes}}{\text{correo}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} \times \frac{6 \text{ correos}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ segundos}} = 8 \text{ kbps}$$

3.3.14.2. Acceso a Internet

Para utilizar este servicio, la estimación de ancho de banda necesario será en promedio $V_{AI} = 128 \text{ Kbps}$ por cada usuario.

3.3.14.3. Servidor y transferencia de archivos

Se estima que esta aplicación requerirá un throughput de $V_{TA} = 20 \text{ Kbps}$ por cada usuario.

3.3.14.4. Otros servicios

Entre estos servicios se cuentan, servicios de impresión, scanner, fax, en los que se tiene estimado un ancho de banda promedio de $V_{OS} = 10 \text{ Kbps}$ por usuario.

3.3.15. Estimación del ancho de banda

En la Fundación Desarrollo Solidario existen diferentes tipos de usuarios de acuerdo a la actividad que realizan, estos usuarios emplean una o varias de las aplicaciones ofrecidas por la red; para la determinación del ancho de banda se toma en cuenta esta diversidad.

Si bien, todos los usuarios utilizarán los recursos de red, no todas las aplicaciones serán usadas al mismo tiempo, ni todos los usuarios harán uso de una aplicación específica a la vez. Por ello, para no sobredimensionar el tráfico de la red, nos basaremos en estimaciones realizadas

conjuntamente con el Administrador de la Red de la Fundación en cuanto al número de usuarios simultáneos en cada aplicación; además al tener en cada piso una densidad muy similar en cuanto al número de usuarios; y estos usuarios usan las mismas aplicaciones de red; el cálculo del ancho de banda requerido, se lo analiza en con la cantidad total de usuarios que son 26, tomando en cuenta las máquinas del centro de computo.

Considerando momentos picos, tenemos las siguientes estimaciones de tráfico:

- Correo Electrónico: Se estima que en el momento pico un 40%, es decir, 11 usuarios utilizarán simultáneamente esta aplicación. Por lo tanto el throughput requerido es de 88 Kbps.

- Acceso a Internet: Se estima que en el momento pico un 90%, es decir, 24 usuarios utilizarán simultáneamente esta aplicación. Por lo tanto el throughput requerido es de 3072.0 Kbps.

- Servidor de archivos: Se estima que en el momento pico un 35%; es decir, 10 usuarios, utilizarán simultáneamente esta aplicación. Por lo tanto el throughput requerido es de 200 Kbps.

- Otros Servicios: Se estima que en el momento pico, un 25% es decir, 7 usuarios, utilizarán simultáneamente esta aplicación. Por lo tanto el throughput requerido es de 70 Kbps.

En la Tabla III-4 se resumen las estimaciones de ancho de banda para las distintas aplicaciones, y se muestra también el ancho de banda total requerido.

TIPO DE APLICACIÓN	Ancho de banda requerido [kbps]
Correo Electrónico	88
Acceso a internet	3072
Servidor de archivos	200
Otros servicios	70
ANCHO DE BANDA TOTAL REQUERIDO [kbps]	3430

Tabla III-4 Requerimiento de ancho de banda

El tráfico estimado estadísticamente dio un total de aproximadamente 3,43 Mbps. Y como se mencionó anteriormente, se trabajará con el estándar 802.11g, que utiliza la banda de 2.4GHz (banda libre que no necesita licencia) y brinda velocidades de conexión de hasta 54 Mbps, llegando incluso algunos fabricantes a ofrecer 108 Mbps en modo súper G no estandarizado.

De esta manera, al usar un equipo por planta con velocidades de 54 Mbps que supera lo necesario, se está garantizando un correcto desempeño de la red, y de las aplicaciones que sobre esta correrán.

3.3.16. Especificación de los requerimientos de la red inalámbrica WDS

La nueva red inalámbrica debe cumplir con los siguientes aspectos:

- Permitir la conexión simultánea del número máximo de usuarios que se encuentran detallados en la tabla III-3, que constan de 26 usuarios; es decir, la red debe tener una total disponibilidad para los 26 usuarios.

- La red inalámbrica deberá soportar aplicaciones como correo electrónico, navegación en Internet, acceso al servidor de archivos y de impresión, transferencia de archivos; además soporte de aplicaciones multimedia.

- La red garantizará un correcto desempeño de las aplicaciones que se ejecuten sobre ella, sabiendo que el tráfico estimado estadísticamente dio un total de aproximadamente 3,43 Mbps.

- La red trabajará con equipos que cumplan el estándar 802.11 b/g, que utilizan la banda de 2.4GHz y que brindan velocidades de conexión de hasta 54 Mbps, llegando incluso algunos fabricantes a ofrecer 108 Mbps. De esta manera, al usar un equipo por planta con velocidades de 54 Mbps se está garantizando un correcto desempeño de la red para el tráfico estimado.

Además de estos requerimientos, la nueva red inalámbrica cumplirá las siguientes características generales:

- Extender la red cableada y coexistir con esta como una sola red corporativa, brindando acceso móvil y solucionando de esta manera los problemas de expansión del segmento cableado.
- Tener políticas de administración que faciliten la prevención y solución de problemas.
- Satisfacer las necesidades actuales y facilitar el crecimiento de los servicios y aplicaciones de la fundación.

3.4. DISEÑO DE LA RED

3.4.1. Componentes de la red inalámbrica

En el diseño de toda red es indispensable conocer sus componentes. A continuación se describen los principales dispositivos de las WLAN y se indica los dispositivos compatibles con el sistema RouterOS de Mikrotik a utilizarse para su implementación.

3.4.1.1. Estaciones de trabajo

Los dispositivos más comunes usados sobre WLANs son las estaciones de trabajo, que incluyen tanto computadores portátiles como modelos de escritorio.

En la actualidad muchas corporaciones suministran a su personal de computadores portátiles, en vez de modelos de escritorio.

Actualmente los PDA (Asistente Digital Personal), originalmente diseñados como agendas electrónicas, y que hoy en día se pueden usar como una computadora doméstica y los computadores portátiles, vienen equipados con procesadores en los que ya está integrado el adaptador inalámbrico, sin embargo anteriormente los ordenadores portátiles disponían de ranuras donde se insertaba un adaptador inalámbrico. En el caso de los computadores de escritorio, es necesario instalación de una tarjeta inalámbrica para que éstos puedan acceder a la red inalámbrica.

Considerando que la Fundación Desarrollo Solidario posee equipamiento en cuanto a estaciones de trabajo y equipo portátil, lo único que se contemplara es la elección de tarjetas de red inalámbrica para los terminales que no la tengan y en especial para los equipos en los

que se va a instalar el sistema RouterOS de mikrotik para que cumplan con su función de AP-Bridge e implementar el sistema de distribución inalámbrico WDS.

El CPU elegido para instalar el sistema y que soporta Mikrotik RouterOS tiene las siguientes principales características:

Modelo CPU: Dell OptiPlex GX270	
<i>Procesador</i>	Intel 845G chipset, Intel® Pentium® 4 processor with 800 MHz front side bus and Hyper-Threading support or 533 MHz front side bus (depending on processor) and 512K L2 cache or Celeron® processor with 400 MHz front side bus and 128K L2 cache
<i>Disco Duro</i>	40GB 5400RPM
<i>Memoria RAM</i>	256KB expandible hasta 2GB
<i>Controlador de Red</i>	Intel® PRO Gigabit2 Network Connection with support for Remote Wake Up and Alert Standard Format (ASF 1.0)
<i>Puertos de expansion PCI</i>	2 puertos PCI a 33 Mhz

Tabla III-5. Características CPU donde se instalará el sistema RouterOS

3.4.2. Tarjetas de red inalámbricas

Son adaptadores inalámbricos que convierten las señales de datos ethernet a señales de radio y permiten a un equipo (computador de escritorio o portátil, impresora, etc.) acceder a la red inalámbrica. Los sistemas operativos los tratan como adaptadores de red, análogos a las tarjetas ethernet, por lo que desde el punto de vista del usuario final no existe diferencia entre disponer de uno u otro adaptador, ni de estar conectado a una u otra red.

Un terminal como un cliente inalámbrico y situado dentro del área de cobertura de una estación base, puede comunicarse con los demás dispositivos de la misma red local sin necesidad de cables.

Para los equipos en los que se instalará el sistema RouterOS, después de una exhaustiva investigación se determinó que se utilizará la tarjeta inalámbrica PCI TP-LINK TL-WN651G con una antena de ganancia 5dbi modelo TP-Link TL-ANT2405C, cuyas imágenes y principales características se muestran a continuación:



Figura III-4. Tarjeta Inalámbrica TP-LINK TL-WN651G

TL-WN651G	
Standards	IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
Interface	32-bit PCI Connector
Wireless Signal Rates	11g:108/54/48/36/24/18/12/9/6 Mbps (Auto Rate Sensing)
With Automatic Fallback	11b:11/5.5/2/1 Mbps (Auto Rate Sensing)
Frequency Range	2.4-2.4835GHz
Wireless Transmit Power	20dBm(MAX)
Modulation Type	1M DBPSK, 2M DQPSK, 5.5M/11M CCK, 6M/9M/12M/18M/24M/36M/48M/54M OFDM
Receiver Sensitivity	108M: -68dBm@10% PER 54M : -68dBm@10% PER 11M : -85dBm@8% PER 6M : -88dBm@10% PER 1M : -90dBm@8% PER
Antenna Type	Omni Directional, Detachable (Antenna Power: 2dBi)
Security	64/128/152 bit WEP, WPA/WPA2, WPA-PSK/WPA2-PSK (TKIP/AES)
Media Access Control	CSMA/CA with ACK
Range	Indoors up to 200m, Outdoors up to 830m. (Adopts 2x to 3x Extended Range™ WLAN transmission technology, limited in different environment)
Certifications	FCC, CE
Support Operating System	Windows 2000/XP/Vista
Operating temperature	0°C~40°C (32°F~104°F)
Storage temperature	-40°C~70°C (-40°F~158°F)
Relative humidity	10% ~ 90%, non condensation
Storage Humidity	5%~95% non-condensing
Dimensions	133 × 121 × 22 (mm) 5.2 × 4.8 × 0.9 (in.)

Tabla III-6. Características tarjeta inalámbrica TP-LINK TL-WN651G



Figura III-5. Antena TP-LINK TL-ANT2405C

TL-ANT2405C	
Rango de frecuencia	2.4GHz~2.5GHz
Impedancia	50 Ohms
Ganancia	5 dBi
VSWR (Razón de Voltaje de Onda Estacionaria)	1.92 : 1 Máx
Polarización	Lineal, Vertical
Ancho de haz (HPBW)	Horizontal: 360°, Vertical: 15°
Conector	RP-SMA macho
Cable	Cable coaxial RG-174 de 130cm
Radiación	Omnidireccional
Aplicaciones	Interior
Montaje	Sobremesa/pared
Dimensiones (radio x altura)	50 x 201 mm
Temperatura de funcionamiento	-10°C a 60°C
Temperatura de almacenamiento	-40°C a 80°C
Humedad de funcionamiento	10% a 90%, no condensada
Humedad de almacenamiento	5% a 90%, no condensada

Tabla III-7. Características antena omnidireccional TP-LINK TL-ANT2405C

3.5. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE ACCESO WDS

Existen ciertas consideraciones que se deben tomar en cuenta para la ubicación de los puntos de acceso de acceso.

3.5.1. Interferencia co-canal

Se produce en zonas donde varios puntos de acceso adyacentes se encuentran utilizando la misma frecuencia en la comunicación de los datos. Una distribución de los dispositivos donde no exista superposición, evita estas interferencias y permite reutilizar los canales. Cada uno de los canales asignados al IEEE 802.11g tiene un ancho de banda de 22 MHz. y la gama de frecuencias disponible va de los 2.412 GHz hasta los 2.484 GHz. Este espacio está dividido en 11 canales para Norteamérica y 13 canales para Europa, solapándose los canales adyacentes.

Se tienen un grupo de tres canales que no se solapan entre ellos 1 - 6 -11 por lo tanto en la misma área de cobertura se podrían tener tres puntos de acceso simultáneos, lo cual nos podría ser útil en el caso de que necesitemos aumentar la capacidad o a su vez para producir un solapamiento necesario para generar un roaming.

En la Figura III-6 se pueden observar los canales sin interferencia en 802.11g.

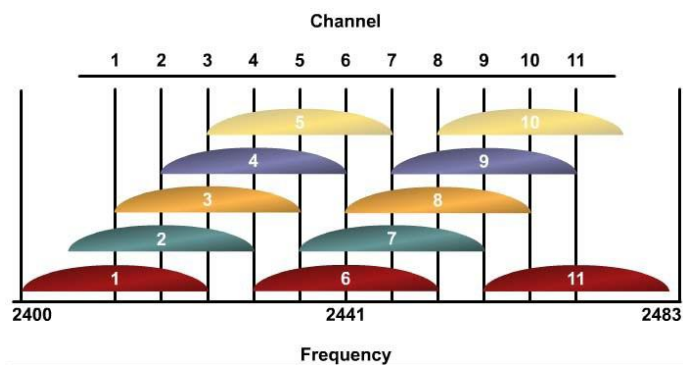


Figura III-6. Canales sin interferencia en 802.11 b/g

En nuestro caso se va a utilizar el canal uno para los puntos de acceso debido a que todos los puntos de acceso en una red WDS necesitan comunicarse entre sí de forma inalámbrica y deben estar en el mismo canal.

3.5.2. Atenuación por obstáculos

La susceptibilidad a la creación de zonas de sombra por muebles dentro de una oficina, y demás obstáculos dificultan el paso de las ondas electromagnéticas y a su vez crean atenuaciones y/o reflexiones importantes que afectan el diseño y desempeño de la red en ambientes interiores.

Los tipos de atenuación pueden resumirse en la Tabla III-8.

Tipo de obstáculo	Atenuación
<i>Mampara de materiales sintéticos o de madera con u grosor de 2 o 3 cm.</i>	8.1 db
<i>Paredes de 4 o 5 cm de grosor. Materiales sintéticos, madera o yeso</i>	13.0 db
<i>Paredes de 4 o 5 cm de grosor. Materiales sintéticos, madera o yeso</i>	20.9 db
<i>Paredes de 4 o 5 cm de grosor. Materiales sintéticos, madera o yeso</i>	32.8 db
<i>Vidrios: se incluyen ventanas y puertas de vidrio</i>	19.2 db
<i>Metales: ascensor, las puertas y estanterías metálicas</i>	32.25 db

Tabla III-8. Atenuaciones de materiales a 2,4 Ghz

En el caso de la Fundación Desarrollo Solidario el edificio está hecho de concreto, con paredes de ladrillo, techos de concreto y madera, ventanas de vidrio, para la infraestructura principal, mientras algunas oficinas poseen divisiones mixtas (vidrio y madera), en tanto que las demás son independientes con paredes de ladrillo.

Con estas premisas, la ubicación de los puntos de acceso debe considerar un lugar con máxima cobertura, poca interferencia y disposición de recursos. Es importante ubicar los puntos de acceso en lugares donde no exista humedad o vibraciones, para evitar daños del equipo.

En base a estos lineamientos y a las características que presentan los equipos elegidos para el diseño, se procederá a ubicar los puntos de acceso, para que todos los usuarios tengan un acceso seguro y sin interrupciones a la red.

3.5.3. Estimación del número de puntos de acceso

Para determinar el número de puntos de acceso y su ubicación adecuada, se tienen ciertas consideraciones:

- La cantidad de usuarios que se manejará por área de trabajo, considerando lo anteriormente descrito en la sección 3.3.12.
- El número, espesor y ubicación de paredes, techos, u otros objetos que las señales inalámbricas deben atravesar, pueden limitar el rango. Los materiales de construcción pueden impedir el paso de la señal inalámbrica; una puerta de metal sólida o estructuras de aluminio pueden tener un efecto negativo en el rango.

- Se debe mantener el dispositivo alejado, por lo menos 1 o 2 metros, de los aparatos eléctricos o aquellos que generan ruido de RF.
- La velocidad mínima que se dará a un usuario, en base a sus requerimientos, que se encuentra dentro del área de cobertura de un punto de acceso.
- Las características de los puntos de acceso elegidos para el diseño, verificando que la potencia que entrega el punto de acceso junto con sus antenas incorporadas sea suficiente para la cobertura en ambientes internos, donde se tiene que se necesita garantizar una cobertura completa de cada planta. Hoy en día existen equipos que entre sus especificaciones técnicas, garantizan un radio de cobertura de más de 250 metros en ambientes exteriores, y más de 100 metros en ambientes interiores, por lo tanto se garantiza que toda la planta estará dentro del área de cobertura.

Por todo lo expuesto se determina que se necesitan dos puntos de acceso para la realización de este diseño, ubicados uno en cada planta lo cual está plenamente justificado por las distancias a cubrir y por el número de usuarios a servir garantizando un acceso seguro sin interrupciones y una calidad de la señal excelente en cada planta.

Con esto se podrá satisfacer no sólo las necesidades actuales, sino también las necesidades futuras de la Fundación.

En las siguientes tablas se hace un resumen del número de puntos de acceso, su ubicación, el canal utilizado y el número de empleados a servir:

	Oficina	Número de empleados	Estaciones de trabajo	Número de Puntos de Acceso	Ubicación y Canal de radiofrecuencia
Primer Piso	Soporte Técnico	1	3	1	En recepción, junto al salón de uso múltiple Quijote de la mancha, canal 1
	Recepción	1	1		
	Asistencia Psicológica	1	1		
	Centro de computo	1	10		
	TOTAL	4	15		

Tabla III-9. Distribución de los puntos de acceso de acuerdo al número de usuarios en el primer piso

	Oficina	Número de empleados	Estaciones de trabajo	Número de Puntos de Acceso	Ubicación y Canal de radio frecuencia
Segundo Piso	Presidencia	1	1	1	En secretaria, junto a Presidencia y la sala de reuniones, canal 1
	Secretaria	1	1		
	Asistencia Técnica Jurídica	2	2		
	Administración y Contabilidad	2	2		
	Proyectos	2	2		
	Movilidad Humana	1	1		
	TOTAL	9	9		

Tabla III-10. Distribución de los puntos de acceso de acuerdo al número de usuarios en el segundo piso

3.6. INFRAESTRUCTURA DE LA RED INALÁMBRICA UTILIZANDO WDS DISEÑADA PARA LA FUNDACIÓN DESARROLLO SOLIDARIO

Tomando en cuenta los requerimientos de red, y las consideraciones de diseño expuestas, en la Figura III-7 se presenta la estructura del diseño de la red inalámbrica propuesto para la Fundación Desarrollo Solidario donde se ha utilizará WDS para su total cobertura.

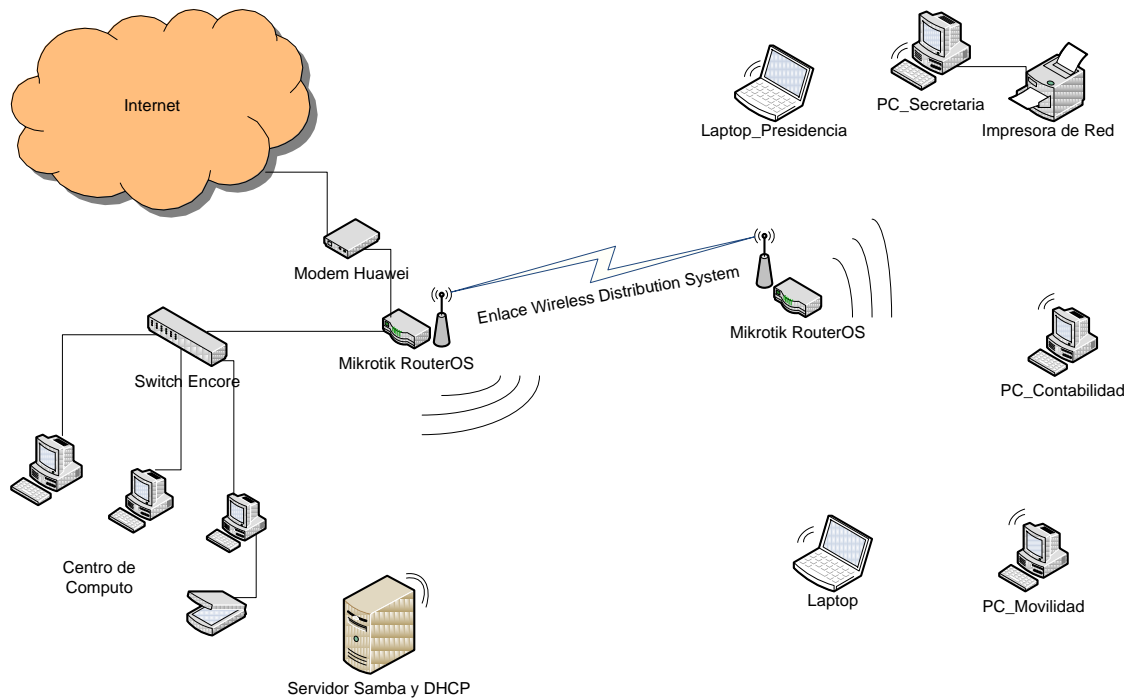


Figura III-7. Esquema de la infraestructura WDS para la Fundación Desarrollo Solidario

Para los servicios de samba y dhcp se utilizó un servidor HP PROLIANT ML150G5 que posee la Fundación Desarrollo Solidario, cuyas características observamos en la Tabla III-11. Al servidor se le incorporó una tarjeta TL-WN651G con una antena de 5dbi para que se adapte a la infraestructura WDS y se instaló el sistema operativo GNU-LINUX CentOS 5.3.

HP ProLiant ML150 G5	
<i>Tipo</i>	Servidor
<i>Procesador</i>	1 x Intel Quad-Core Xeon E5405/2 GHz (Quad-Core)
<i>Memoria Cache</i>	12 MB L2
<i>Cache de procesador</i>	12 MB (2x6 MB (6 MB por par de núcleos))
<i>Memoria RAM</i>	1 GB (instalados) / 16 GB (máx)
<i>Disco Duro</i>	1 x 160 GB -estándar- Serial ATA-150
<i>Almacenamiento Óptico</i>	DVD-ROM
<i>Controlador grafico</i>	8 MB
<i>Conexión de redes</i>	Adaptador de red - PCI Express - Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet

Tabla III-11. Características Servidor HP ProLiant ML150 G5

3.7. ESQUEMA DE DIRECCIONAMIENTO IP PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RED WDS

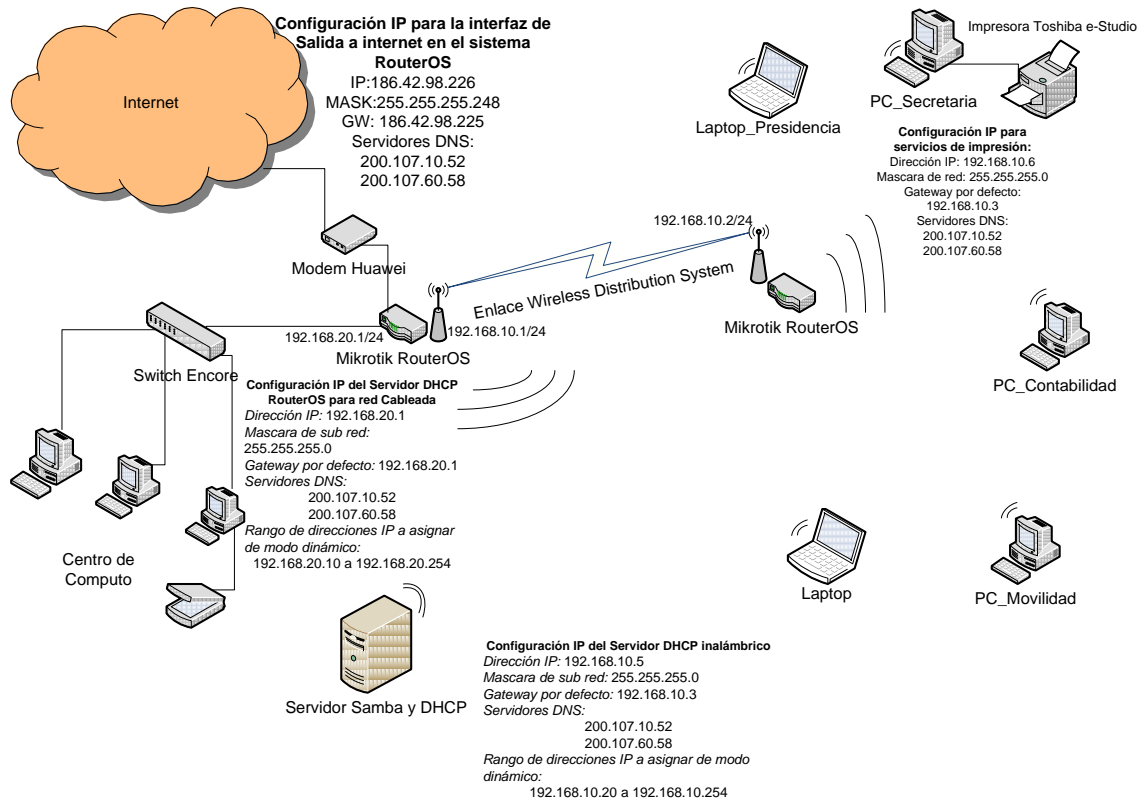


Figura III-8. Esquema de direccionamiento para la red de la Fundación Desarrollo Solidario

Para el direccionamiento se utiliza la Dirección 192.168.10.0 con mascara 255.255.255.0. Para el funcionamiento de WDS se utilizan las direcciones 192.168.10.1/24 y 192.168.10.2/24 en la interface bridge para la comunicación del sistema de distribución inalámbrico.

El direccionamiento para las máquinas de la Fundación es por medio del servidor DHCP, utiliza direccionamiento dinámico y al tiempo de alquileramiento de la dirección es de un día. El rango va desde la Dirección 192.168.10.20/24 a 192.168.10.254/24.

La impresora se instaló en la máquina de secretaria, la misma que se comparte con las demás maquinas existentes en la Fundación para que puedan utilizar los servicios de impresión. Por la tanto la máquina de secretaria tiene una dirección ip estática que es 192.168.10.6/24.

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED WDS EN LA FUNDACIÓN DESARROLLO SOLIDARIO

4.1. INSTALACIÓN DE SISTEMA ROUTEROS DE MIKROTIK

Como se detalló en la sección 3.4.1.1, el sistema RouterOS de mikrotik se instaló en máquinas Dell Optiplex GX270, lo primero es descargar los Cd's de instalación, en nuestro caso vamos a usar la versión 3.22 con licencia de nivel 6, es decir para tener todo el control sobre nuestro PC-Router una vez instalado el sistema.

Primero insertamos el CD e iniciamos nuestra PC desde el CD ROM como vemos en la Figura IV-1:



Figura IV-1. Booteo de nuestra PC desde CD ROM

Esperamos que inicie nuestro isolinux para proceder a la instalación:

```
ISOLINUX 2.08 2003-12-12 Copyright (C) 1994-2003 H. Peter Anvin
Loading linux.....
Loading initrd.rgz.....
Ready.
Loading drivers

Looking for harddrives...

Found harddrive as IDE Primary master (disk C)
-
```

Figura IV-2. Inicialización de isolinux para la instalación

Seleccionamos los paquetes que nos interesan para instalarlos y continuamos con la instalación:

```
Welcome to MikroTik Router Software installation

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

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

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

Do you want to keep old configuration? [y/n]:_
```

Figura IV-3. Selección de paquetes a instalar del sistema RouterOS

El sistema formatea el disco y comienza la instalación de los paquetes:

```
Do you want to keep old configuration? [y/n]:y
Warning: all data on the disk will be erased!
Continue? [y/n]:y
WARNING: couldn't keep config - current license does not allow that
Creating partition.....
Formatting disk...

installed system-2.9.51
installed advanced-tools-2.9.51
installed arlan-2.9.51
installed calea-2.9.51
installed dhcp-2.9.51
installed gps-2.9.51
installed hotspot-2.9.51
installed isdn-2.9.51
installed lcd-2.9.51
installed ntp-2.9.51
installed ppp-2.9.51
installed radiolan-2.9.51
installed routerboard-2.9.51
installing routing-2.9.51 [#####]
```

Figura IV-4. Instalación de paquetes seleccionados

Una vez instalados los paquetes presionamos enter para reiniciar nuestra máquina:

```
installed lcd-2.9.51
installed ntp-2.9.51
installed ppp-2.9.51
installed radiolan-2.9.51
installed routerboard-2.9.51
installed routing-2.9.51
disabled routing-2.9.51
installed routing-test-2.9.51
installed rstp-bridge-test-2.9.51
installed security-2.9.51
installed SoftwareID-Crack-2.9.51
installed synchronous-2.9.51
installed telephony-2.9.51
installed ups-2.9.51
installed user-manager-2.9.51
installed web-proxy-2.9.51
installed (disabled) webproxy-test-2.9.51
installed wireless-2.9.51
installed (disabled) wireless-crd-2.9.51
installed (disabled) wireless-legacy-2.9.51
Checking disk integrity...

Software installed.
Press ENTER to reboot
—
```

Figura IV-5. Fin de la instalación de paquetes

Una vez reiniciada la maquina, arranca el sistema operativo, nos indica que la instalación se ha completado exitosamente, genera las claves ssh, inicia los servicios y a continuación nos logueamos con admin y sin contraseña por defecto y nos damos cuenta que existe un software id.

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

MikroTik RouterOS 2.9.51 (c) 1999-2008      http://www.mikrotik.com/

Do you want to see the software license? [Y/n]: n

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

Current installation "software ID": F603-F2N
Please press "Enter" to continue!

Terminal linux detected, using multiline input mode
[admin@MikroTik] > _
```

Figura IV-6. Software ID del sistema RouterOS de Mikrotik

Vamos a instalar un ID crack en el sistema, al hacer eso se nos crea un menú mikrotik con un programa generate que tiene incluido, lo ejecutamos como se muestra en la figura, y comienza el proceso de cambio de software ID en el CPU, este cambio consiste en la modificación del sector 0 del disco duro con el sistema operativo mikrotik instalado.

```
MMM   MMM  III  KKK  KKK  RRR  RRR  000000  TTT   III  KKK  KKK
MikroTik RouterOS 2.9.51 (c) 1999-2008      http://www.mikrotik.com/

Do you want to see the software license? [Y/n]: n

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

Current installation "software ID": F603-F2N
Please press "Enter" to continue!

Terminal linux detected, using multiline input mode
[admin@MikroTik] > mikrotik
[admin@MikroTik] mikrotik> generate
Status:
Hard disk:
Model=VMware Virtual IDE Hard Drive, Firmware=00000001, SerialNo=0000000000000000
001
```

Figura IV-7. Instalación del ID crack en el sistema routerOS

Este procedimiento va a arrojar llaves aleatorias, para ello necesitamos tener el archivo con todas las claves de licencia según el nivel que deseemos, ya sea 3 4 5 o 6 como vemos en la Figura IV-8:

```
AEnyF7qLrCk95+FhvXzgt3LB4VbqbhTn148DECuG4D==
--END MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
MR08-PTT L4
--BEGIN MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
7U3TvqRbv+RqBzr9uOY5ooFj3QYKft4n12Ba3yZon1oH
Ogd4ghxQ1hcRYHgyZOR5nbf4BR5sqc5c6k7fPjSred==
--END MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
ILTS-NX0 L4
--BEGIN MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
V19S9v65x1R1HfSHCLVowcc1ER7eFopN01UnHjE1zG7O
wmHzHnljL15Uho1bISZBwosqn2865Nc1IHEJ4NjkeC==
--END MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
VNDH-NLN L4
--BEGIN MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
m7mnERL9F+AUXXL/eLj96I4rqrJ132z1Bwk5r0nQfrng
wF02zz71D86tS/5ZYz1F9RzooehB85T3hvsQOR8Igc==
--END MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
FAVD-NFT L5
--BEGIN MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
ZkjCGcuti8FwbkMTzD9ZAG9QonjTEPjkTuckhnhEaZ54
oefDjDAVxP26qvQyTHaxFhB40iNMOI18ThwEuvk0lD==
--END MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
VY3P-XNN L5
--BEGIN MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
wHM2m18P2OpY7wAskUTEqNST0okvXImS57Zccx7Fd4e
oo7tcpfw+j8deWNOuttrJdueaT1lgy0fwnqvYbsGnD==
--END MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
798Y-K0N L6 (Mikrotik 3.22) v3.x
--BEGIN MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
rVV1e2RYxT/OM9Sze90K/01j55R1wZIVLLMF2DCrMY1o
RbZUCwy+9YIVHRJuvGb9asNXHTAQ/IChY1QrpBxvVA==
--END MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
AK73-PET L6 (Mikrotik 01) v4.x
--BEGIN MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
x+QmBpjxS9qu4uyI2tP2AbybcYzdywDpkhnmVwmBZF
31hfBRA2X7ncrHouI3yAj16H6ZLwSJK1hxSF6bJA1D==
--END MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
NNFT-86N L6
--BEGIN MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
QcmFFDMuzh87/12ngPsvD513huBkwgOLxu5TL8yhqPE1
Jns9gKAjxuz6/uy9YvFW09r1Sb1jrvZ7g0uSTVQkhC==
--END MIKROTIK SOFTWARE KEY-----
```

Figura IV-8. Archivo de texto con las claves de licencia

Una vez generado cualquiera de las claves de licencia debemos reiniciar la maquina, este procedimiento es algo lento, y debemos tener un poco de paciencia. Después de un tiempo se nos va a generar una nueva llave.

```
-----
You have 23h49m to configure the router to be remotely accessible,
and to enter the key by pasting it in a Telnet window or in Winbox.
See www.mikrotik.com/key for more details.

Current installation "software ID": F603-FZN
Please press "Enter" to continue!

Terminal linux detected, using multiline input mode
[admin@MikroTik] > mikrotik
[admin@MikroTik] mikrotik> generate
Status:
Hard disk:
Model=UWare Virtual IDE Hard Drive, FuRev=00000001, SerialNo=0000000000000000
001

ID is:FAVD-NFT
generated!
reboot router and paste key
if you wan't Generate Another ID,wait. n4jk3n1.
ID is:798Y-K0N
generated!
reboot router and paste key
if you wan't Generate Another ID,wait. n4jk3n1.
-
```

Figura IV-9. Generación de llaves aleatorias

Como vemos coincide con una de las llaves que tenemos en nuestro archivo, entonces procedemos a resetear la maquina y después de iniciada verificamos que en efecto se haya cambiado nuestro software ID y que sea el que generamos;

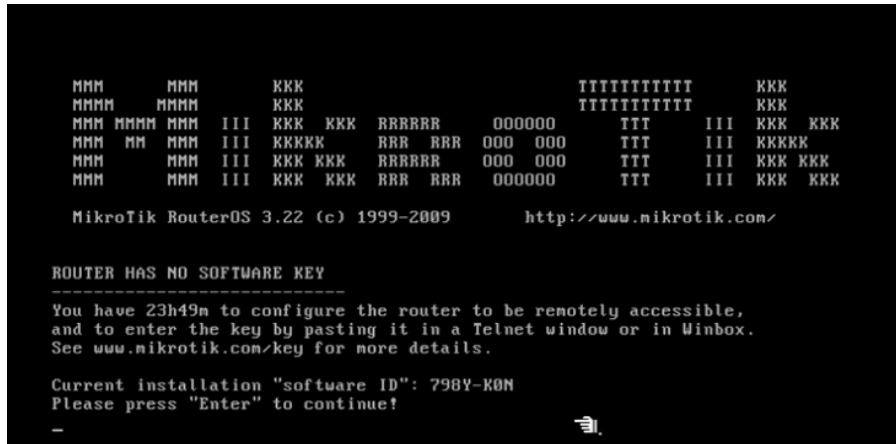


Figura IV-10. Software ID con la nueva llave generada

Después de haber instalado el sistema RouterOS en la PC utilizaremos la aplicación Winbox que nos permite controlar remotamente nuestro equipo con sistema RouterOS, lo que hacemos es mediante un cable cruzado conectado a la interfaz de red de nuestro pc-Router ejecutar winbox desde cualquier maquina e ingresar la mac address de cualquier interfaz activada para ingresar al sistema como se muestra en las figuras siguientes:

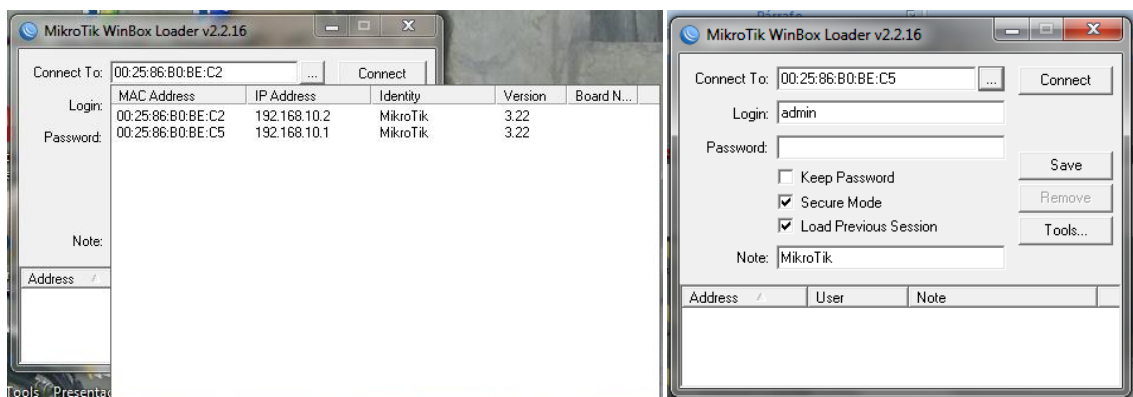


Figura IV-11. Selección de mac-address para ingresar al router

Una vez dentro del sistema vemos que nuestro Router no posee software key

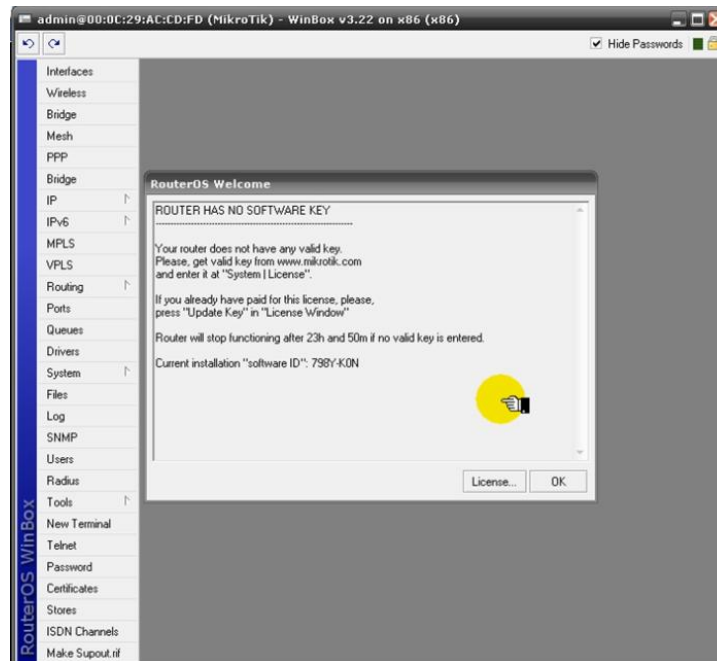


Figura IV-12. Software key del sistema RouterOS

Debemos exportar la clave y actualizarla según nuestros datos de claves que tenemos;

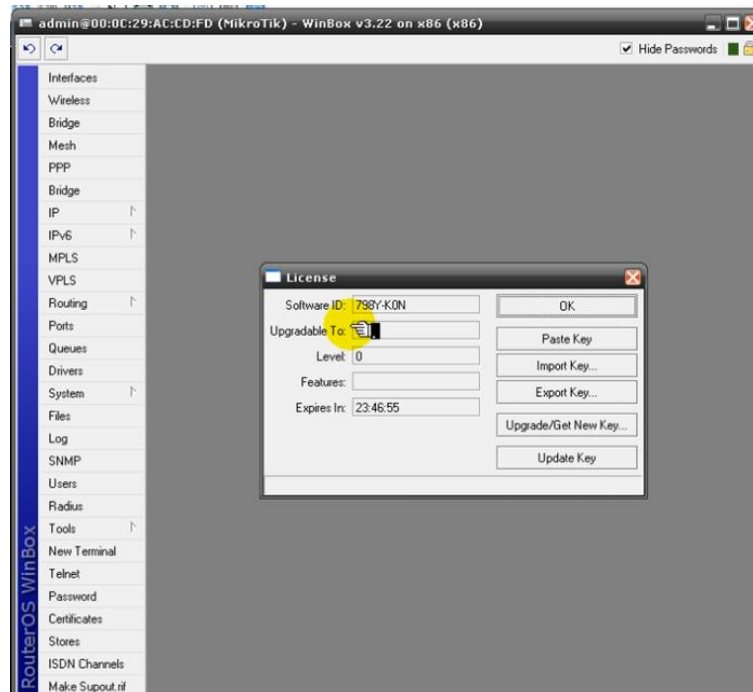


Figura IV-13. Exportación de la clave

Copiamos los códigos a la licencia que exportamos como se ve en la Figura IV-14:

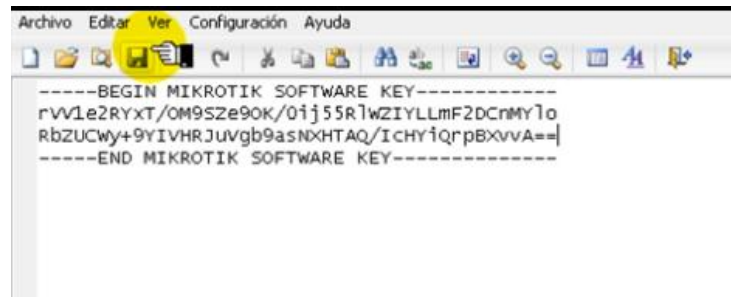


Figura IV-14. Actualización del archivo del Software key

Guardamos e importamos la key

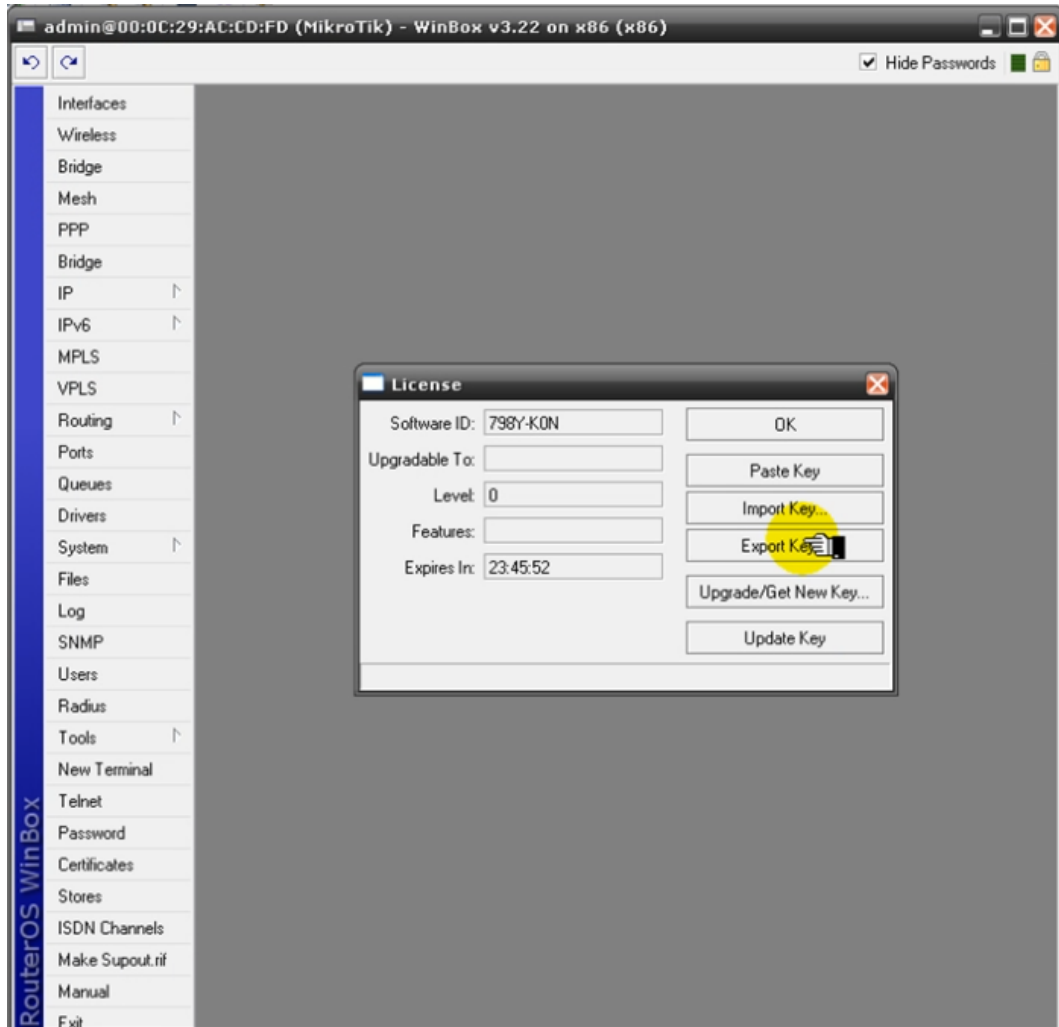


Figura IV-15. Importación del nuevo archivo con el Software key

El sistema nos indica que para que tome efecto el cambio de clave el sistema debe ser reiniciado. Procedemos al reinicio dando click en yes.

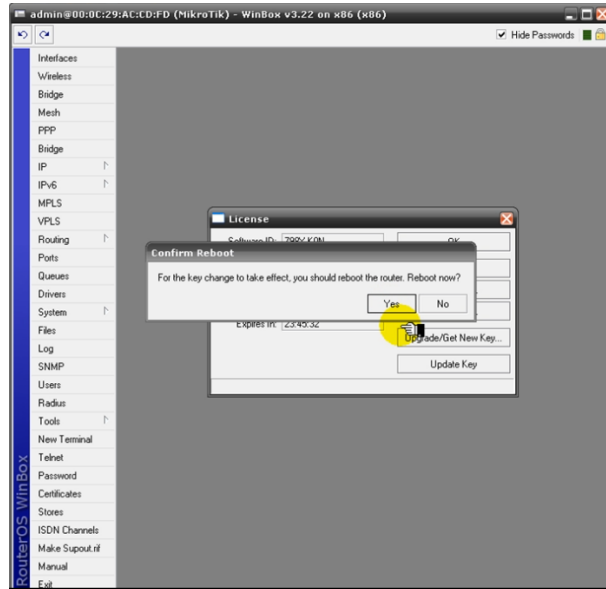


Figura IV-16. Reinicio del sistema RouterOS

Una vez reiniciado y después de ingresar nuevamente mediante winbox utilizando la mac-address de la interfaz a la que nos conectamos, vamos al menú system, y a continuación a la pestaña license para verificar que ya tengamos nuestro nivel de licencia número 6;

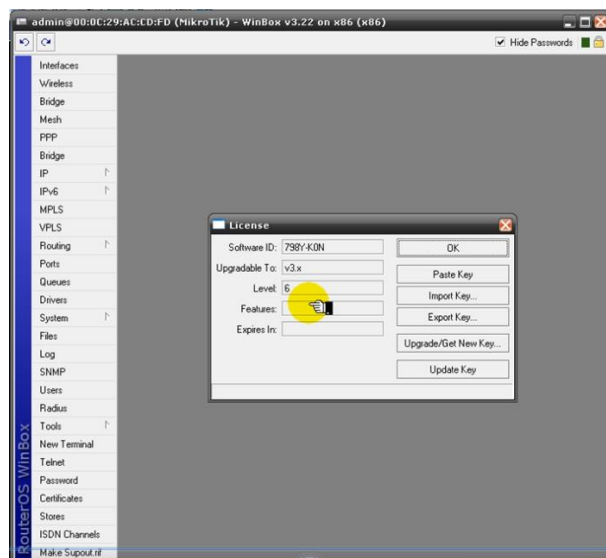


Figura IV-17. Licencia del sistema RouterOS

Una vez hecho esto nuestro Winbox y sistema RouterOS está totalmente operativo con todas las funciones y controles de nivel 6 como vemos en la Figura IV-18:

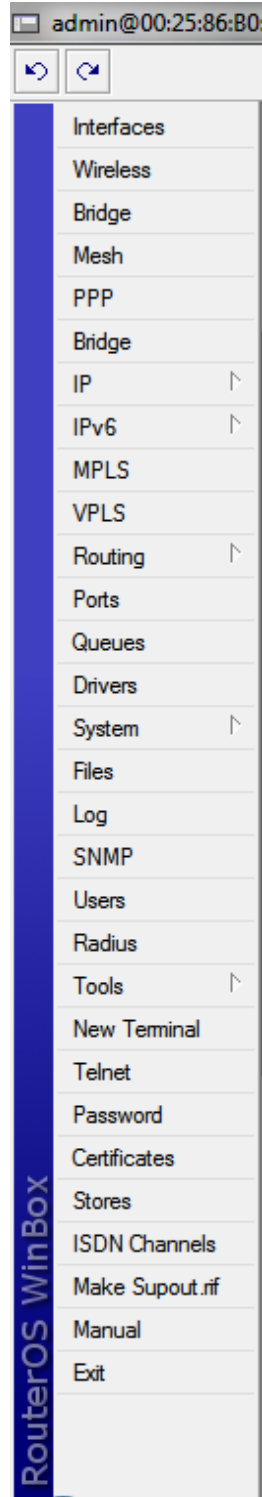


Figura IV-18. Funciones del sistema RouterOS

4.2. CONFIGURACIÓN IP PARA LA INFRAESTRUCTURA WDS

Después de tener instalado en las dos máquinas el sistema RouterOS de Mikrotik, lo siguiente es configurar las interfaces de nuestros equipos con RouterOS siguiendo el esquema de direccionamiento que se indicó en la sección 3.7; para el efecto vamos a utilizar la red 192.168.10.0/24 para todo el sistema de distribución inalámbrico y 192.168.20.0 /24 para la red cableada; cabe recalcar que todo equipo inalámbrico requiera una dirección IP a nuestro servidor DHCP bajo Linux, por lo tanto debemos configurar las NIC de los equipos terminales para que obtengan una dirección IP, máscara de RED y servidores DNS asignados por DHCP. Para la red cableada se ha configurado un servidor DHCP en nuestro sistema RouterOS.

En las siguientes figuras vemos la asignación de direcciones IP a cada una de las interfaces conectadas a nuestro PC, tenemos cuatro interfaces: una interfaz Ethernet a la cual va conectado el modem que nos da la salida a internet, una interfaz Ethernet para la red cableada del centro de computo en el primer piso de la Fundación, la interfaz inalámbrica para configurar WDS y la interfaz bridge para la comunicación WDS.

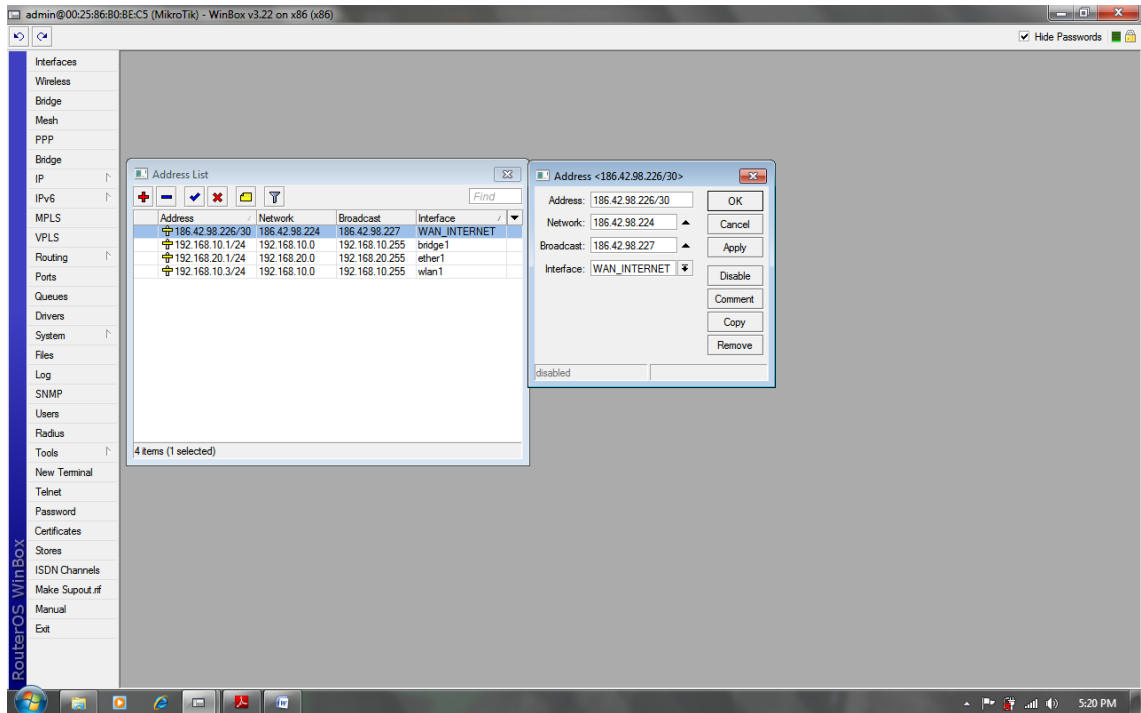


Figura IV-19. IP address de la interfaz wan_internet para el acceso a internet

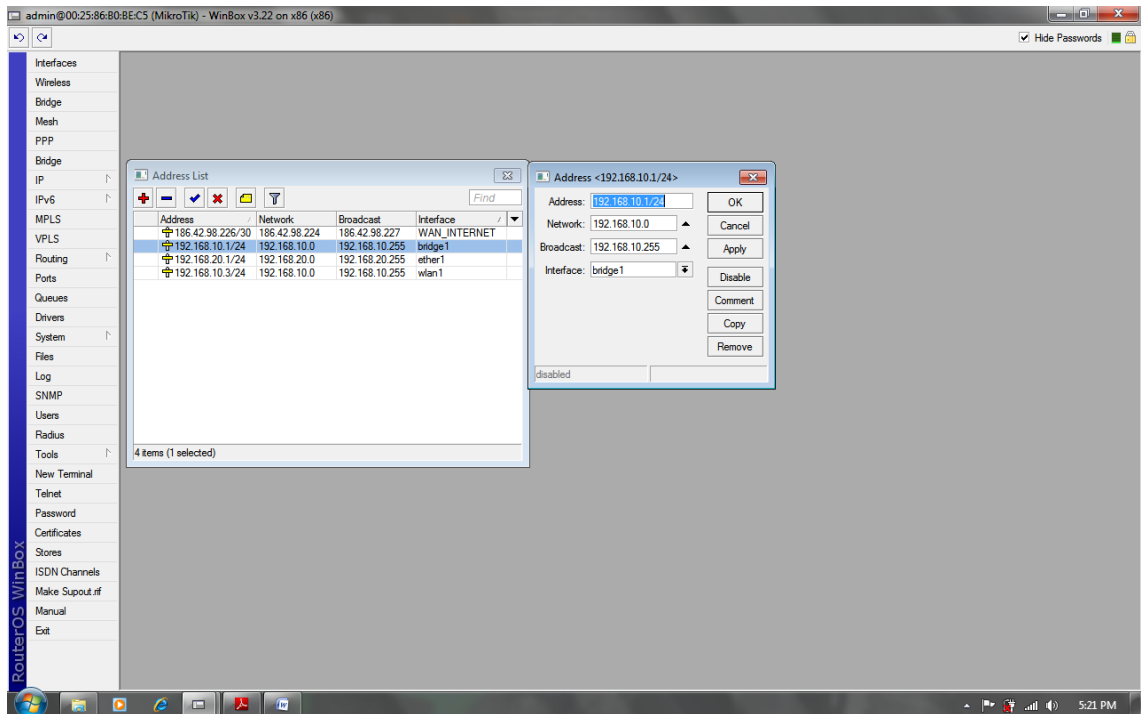


Figura IV-20. IP address de la interfaz bridge para la comunicación WDS

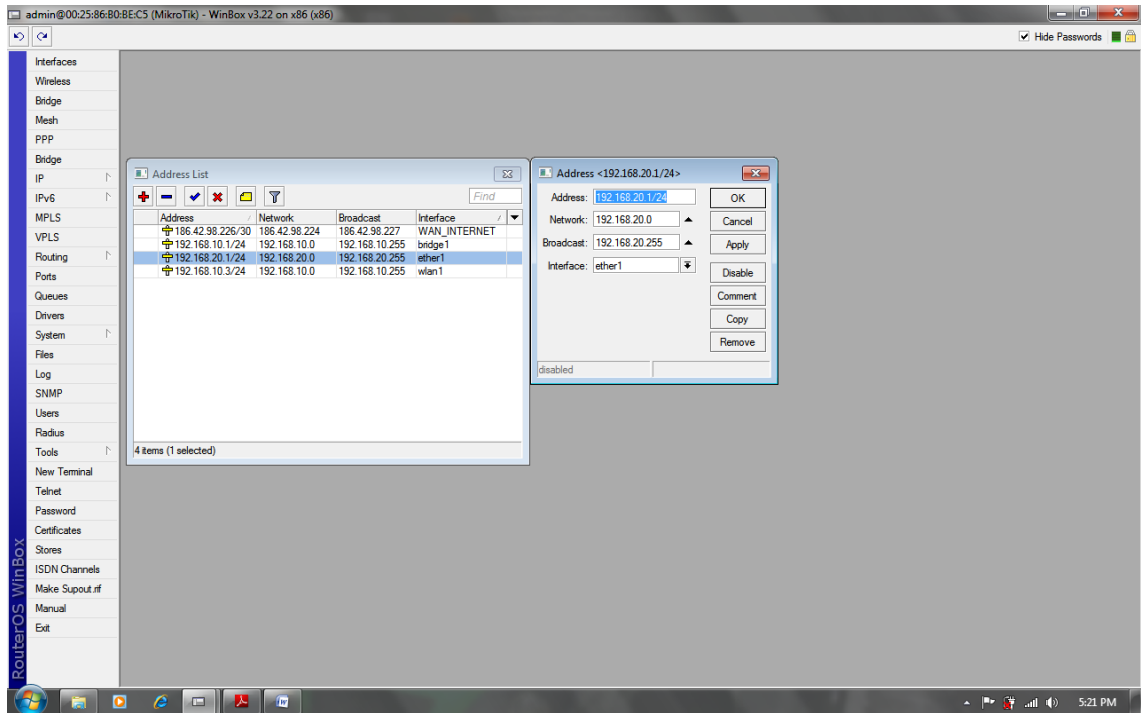


Figura IV-21. IP address de la interfaz ether1 para el centro de cómputo

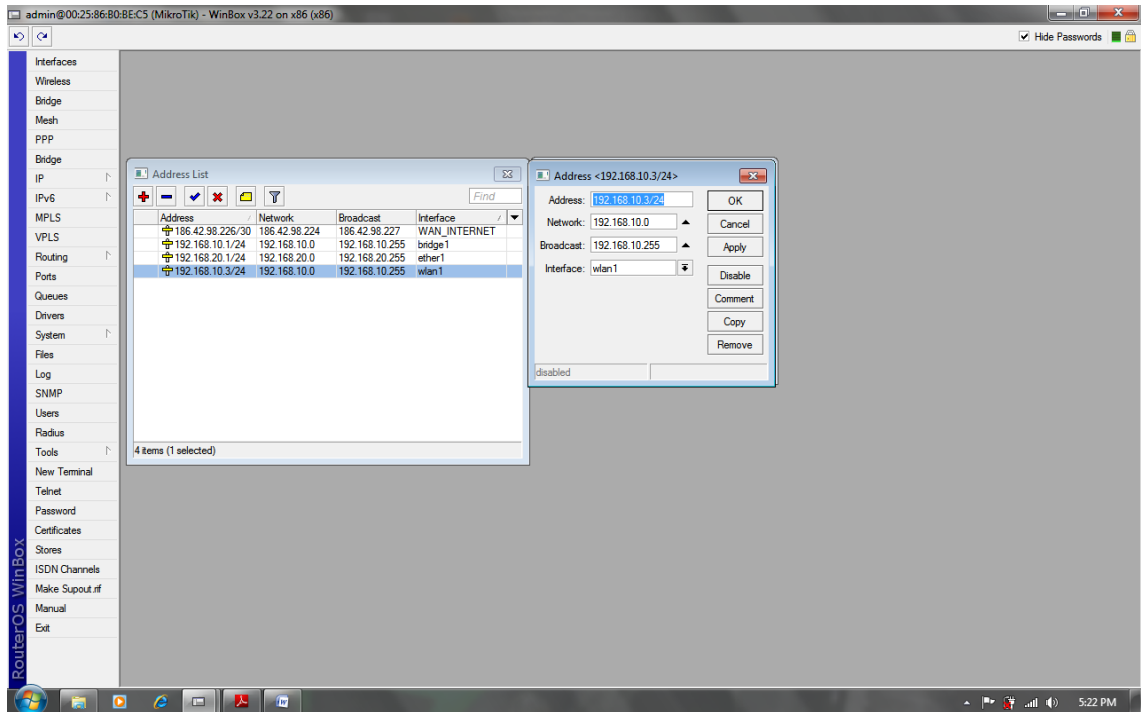


Figura IV-22. IP address de la interfaz wlan1 para el sistema de distribución inalámbrico

Debemos configurar los servidores DNS, que lo hacemos como se indica en la figura.

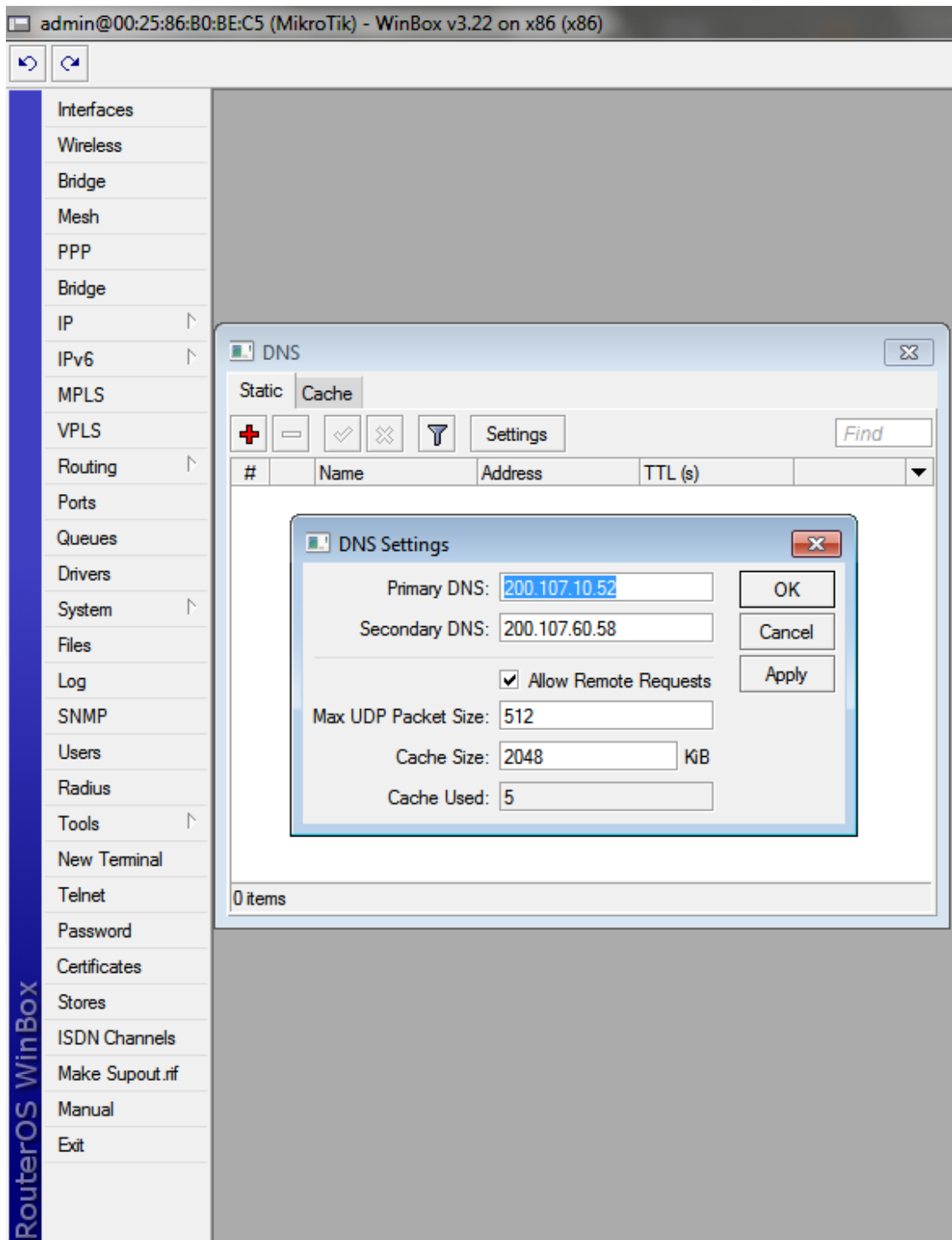


Figura IV-23. Configuración de los servidores DNS

4.3. CONFIGURACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA WDS UTILIZANDO EL SISTEMA ROUTEROS

Para configurar WDS en nuestra RED lo que haremos es lo siguiente:

Luego de habilitar la interfaz inalámbrica 'wlan1' con el botón de color 'azul' desde el menú 'Interfaces', debe hacer doble clic en la interfaz 'Wlan1' y proceder a la pestaña "Wireless. Aquí se debe establecer el modo de "Ap_bridge" (que es el término Mikrotik para un punto de acceso), el "SSID" a FunDS, la "Banda" se establecerá en la banda de 2,4 GHz, y la 'Frecuencia' se ajustara en 2412 Mhz correspondiente al canal 1.

Tenga en cuenta que estos ajustes tendrán que ser idénticos en el segundo Punto de Acceso.

Una vez completado, haga clic en ' Apply' y en 'OK'

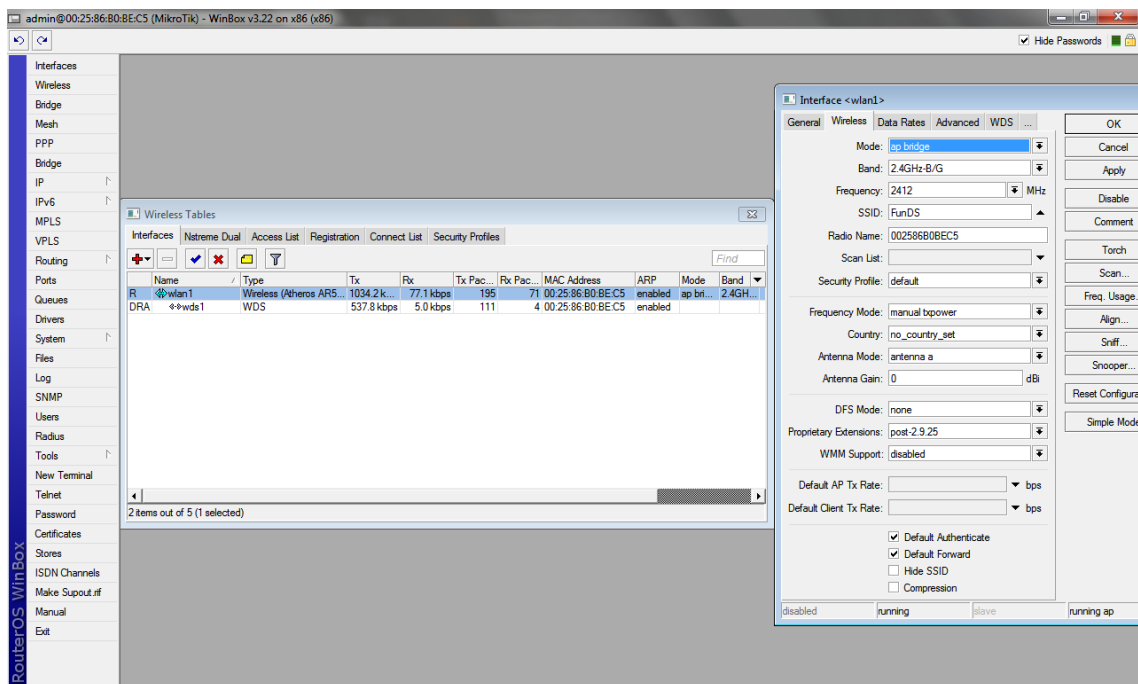


Figura IV-24. Configuración de la interfaz inalámbrica: Modo, SSID, Banda y Frecuencia.

El siguiente paso es agregar una interfaz 'Bridge' en la que funcione WDS. De click en el menú 'Interface', haga clic en el botón '+' y agregue un "puente".

Una vez que se ha hecho esto, procedemos a la pestaña "STP" y seleccionamos la opción 'rstp'(esto protege contra bucles en las redes inalámbricas).

Si la opción 'rstp' no está disponible, a continuación, habilite solo la opción "STP". Haga clic en 'Apply' y en 'OK'

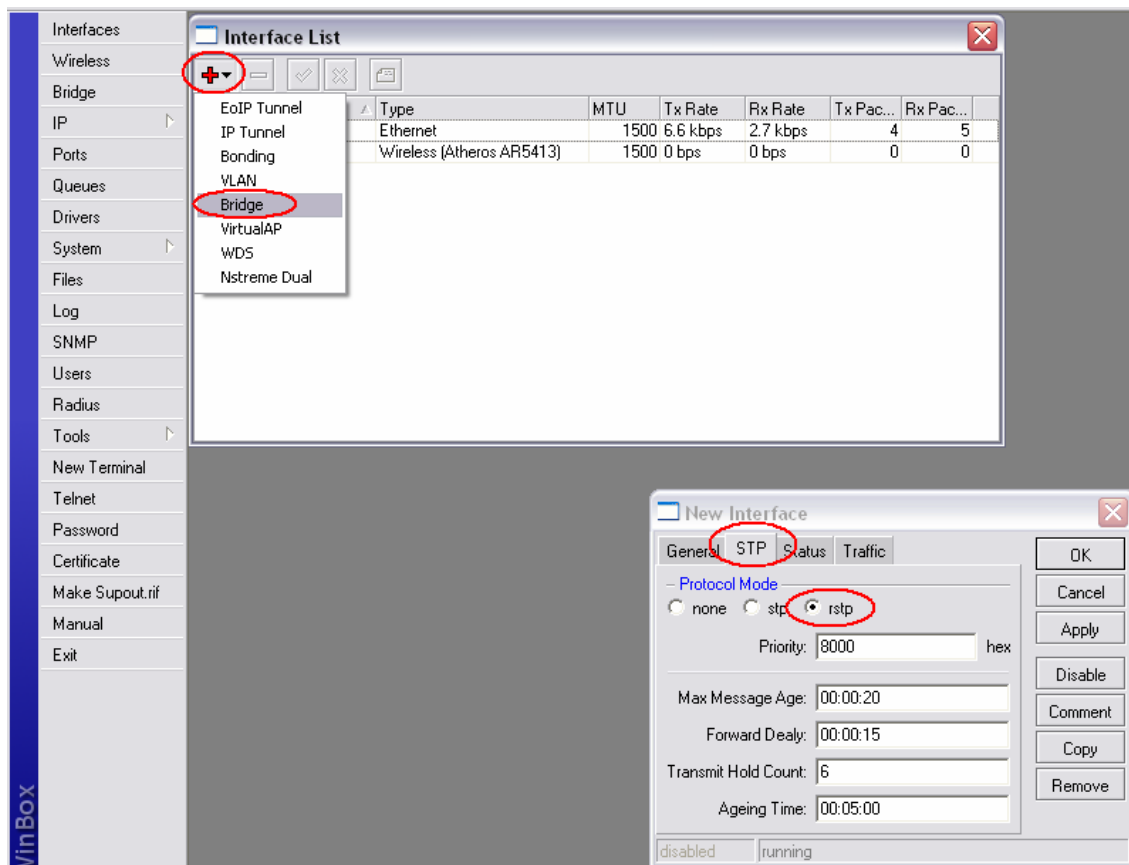


Figura IV-25. Añadir puente y modo de protocolo.

Una vez que el 'puente' ha sido añadido, vuelva a la pantalla de configuración inalámbrica doble clic en la interfaz 'wlan1' y proceda a la pestaña 'WDS'. Una vez allí, establezca el modo 'WDS Mode' a 'dynamic' y establezca el 'Default WDS bridge' a la interfaz 'BRIDGE1' que hemos creado en el paso anterior. Haga clic en 'Apply' y en 'OK'

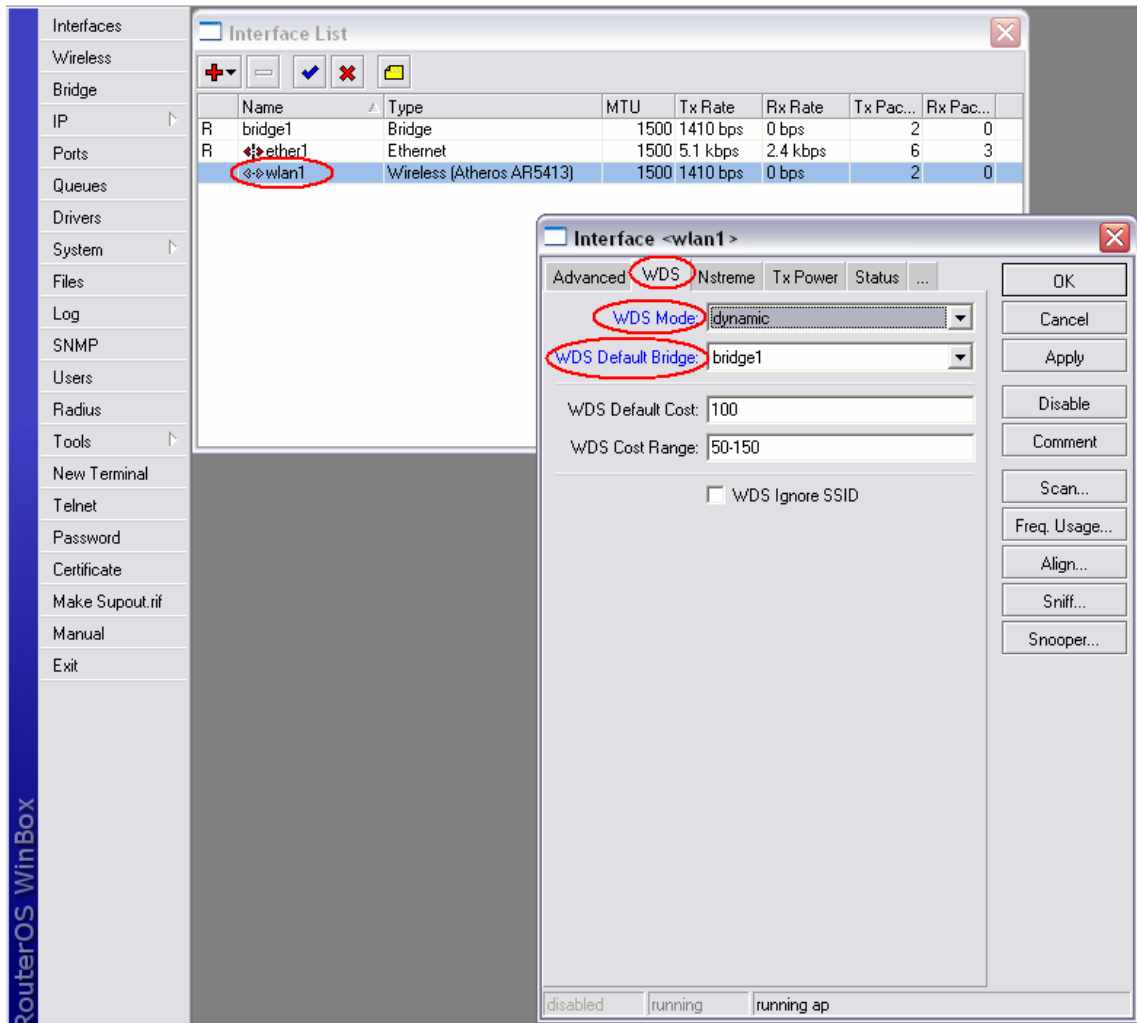


Figura IV-26. Configuración del modo WDS y puente que utilizará por defecto.

Hemos terminado con la configuración de WDS. El siguiente paso es añadir un puerto Ethernet o interfaz wireless a la interfaz 'BRIDGE1' con el fin de permitir una comunicación más al enlace WDS. Haga click en el botón de menú 'Bridge' y diríjase a la etiqueta 'Ports'. Añadir un nuevo puerto haciendo clic en el botón '+'. En la opción 'Interface', seleccione el puerto Ethernet o interfaz wireless deseada (en nuestro caso 'wlan1') que se añadirán al puente. En la opción 'bridge', seleccione la opción 'BRIDGE1' que es la interfaz creada anteriormente. Click 'Apply' y en 'OK'

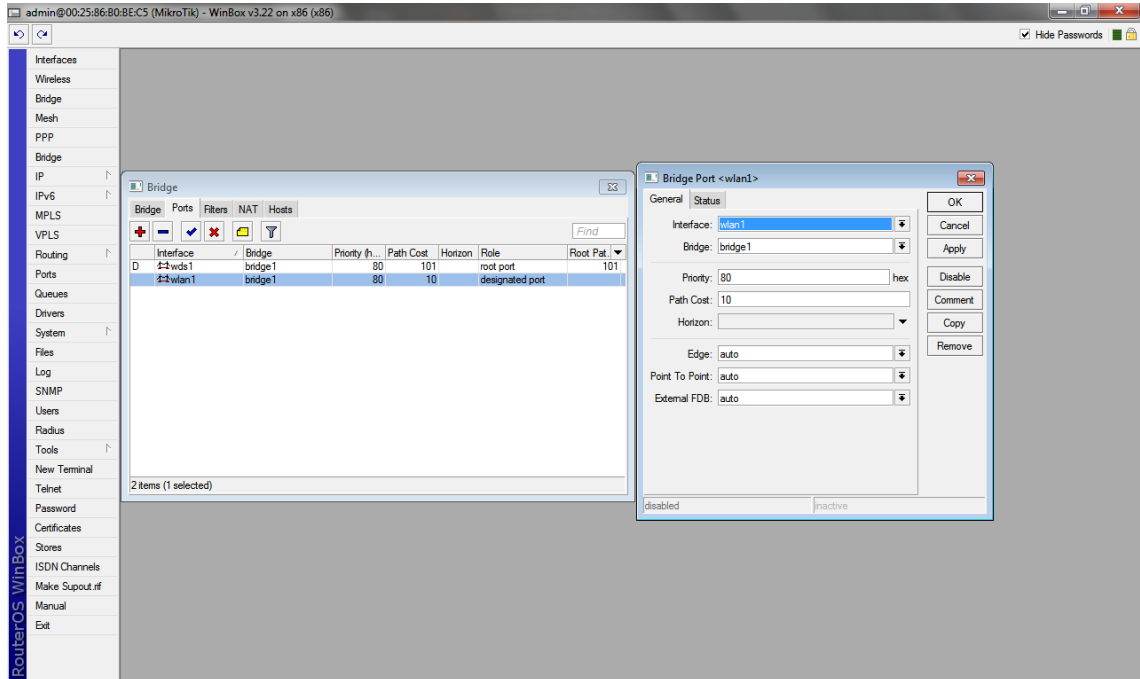


Figura IV-27. Añadir un puerto ethernet o interfaz inalámbrica al puente 'bridge'.

El último paso es agregar una dirección IP para que utilice el router Mikrotik. Hacer clic en 'IP' y luego 'Addresses' y añadir una nueva dirección IP haciendo clic en el botón '+'. En el campo 'Address', usted puede escribir la dirección IP de su elección como se indico en el esquema de direccionamiento vamos a utilizar la dirección '192.168.10.1/24' y en el campo 'Interface', seleccione 'BRIDGE1' Haga clic en 'Apply' y en 'OK'.

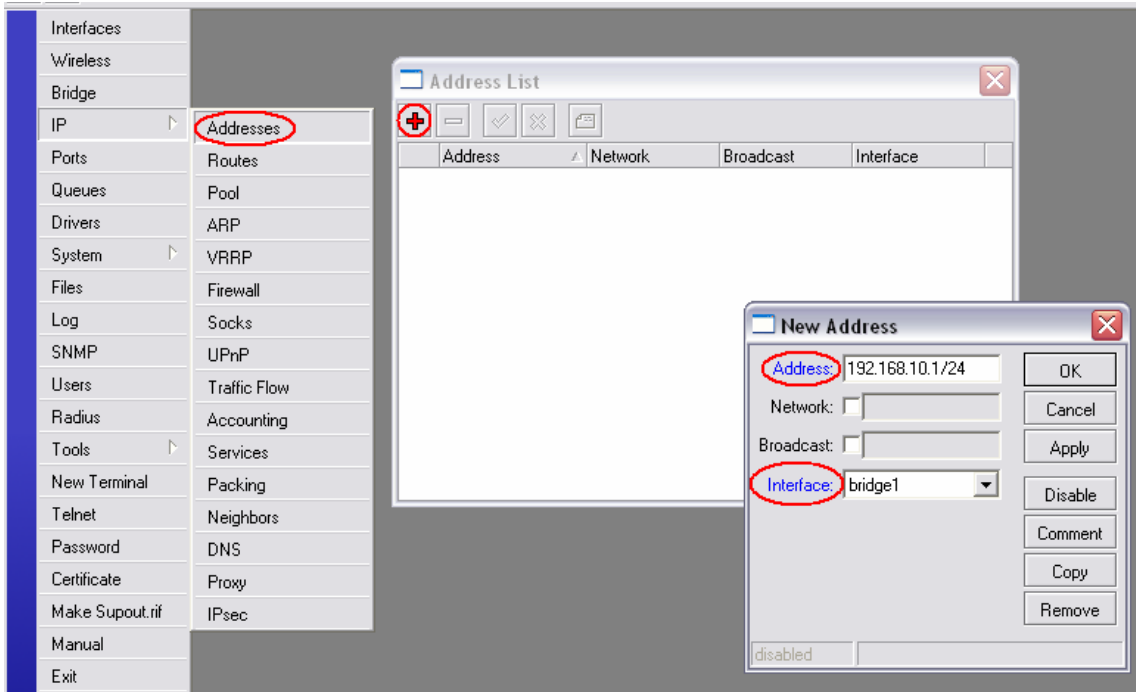


Figura IV-28. Añadir dirección IP a la interfaz 'bridge 1'.

En la Figura 4.29 se muestra la interfaz WDS que se añade junto con las demás interfaces para lograr conectividad completa a internet y entre todos los usuarios.

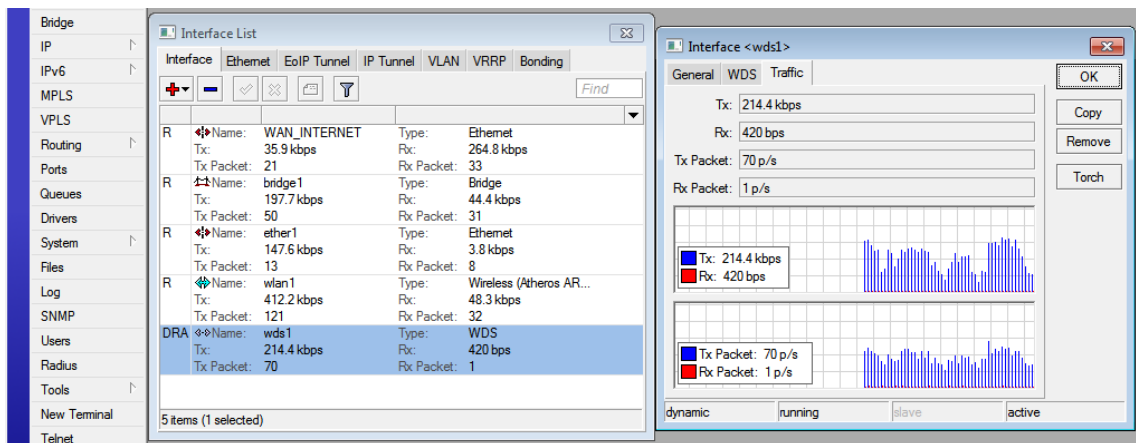


Figura IV-29. Tráfico de la interfaz WDS creada e interfaces que permiten conectividad a usuarios y salida a internet.

Cada punto de acceso en esta red WDS se debe configurar exactamente de la misma manera como se ha mostrado aquí. Lo único que cambiará de Punto de Acceso a Punto de Acceso es la dirección IP. En resumen, todos los SSID, frecuencias, bandas, puentes, etc. serán idénticos entre los diferentes puntos de acceso, solo cambia la Dirección IP.

En las siguientes figuras observamos la configuración en el segundo punto de acceso:

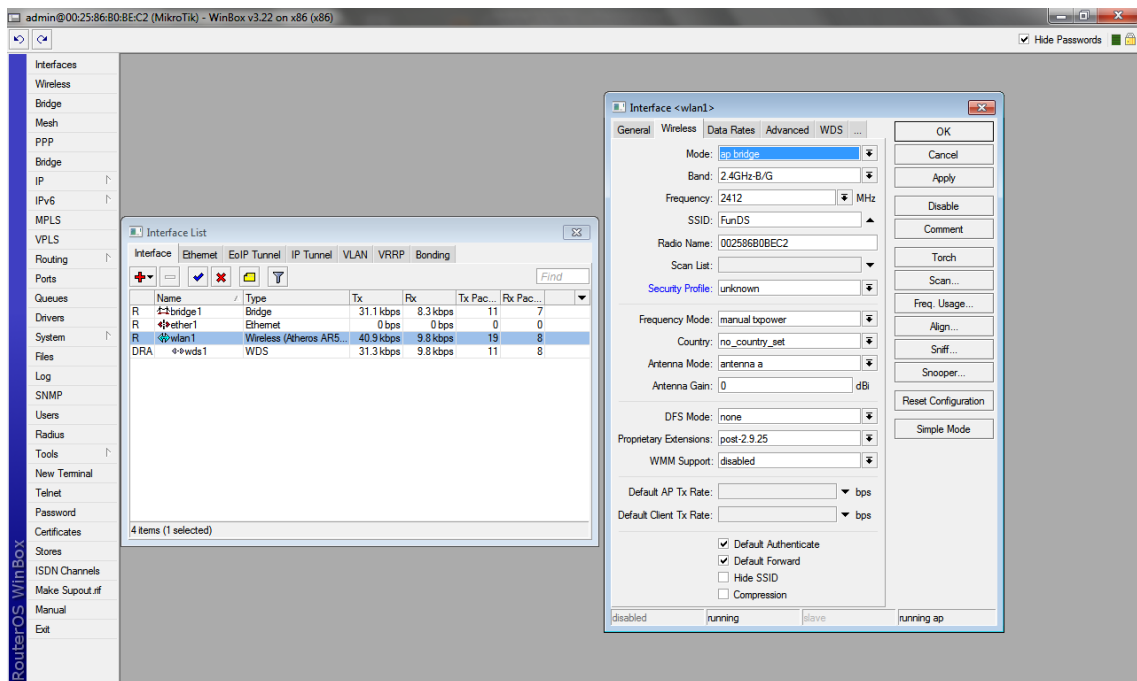


Figura IV-30. Configuración de la interfaz inalámbrica en el segundo punto de acceso

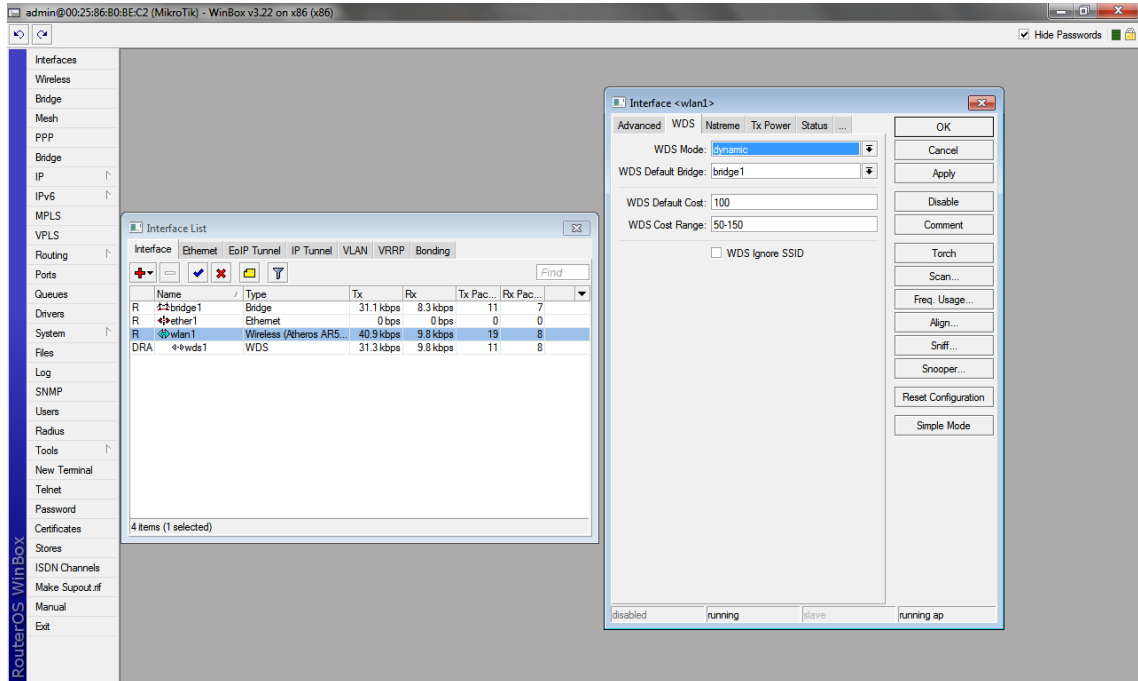


Figura IV-31. Configuración de WDS en el segundo punto de acceso

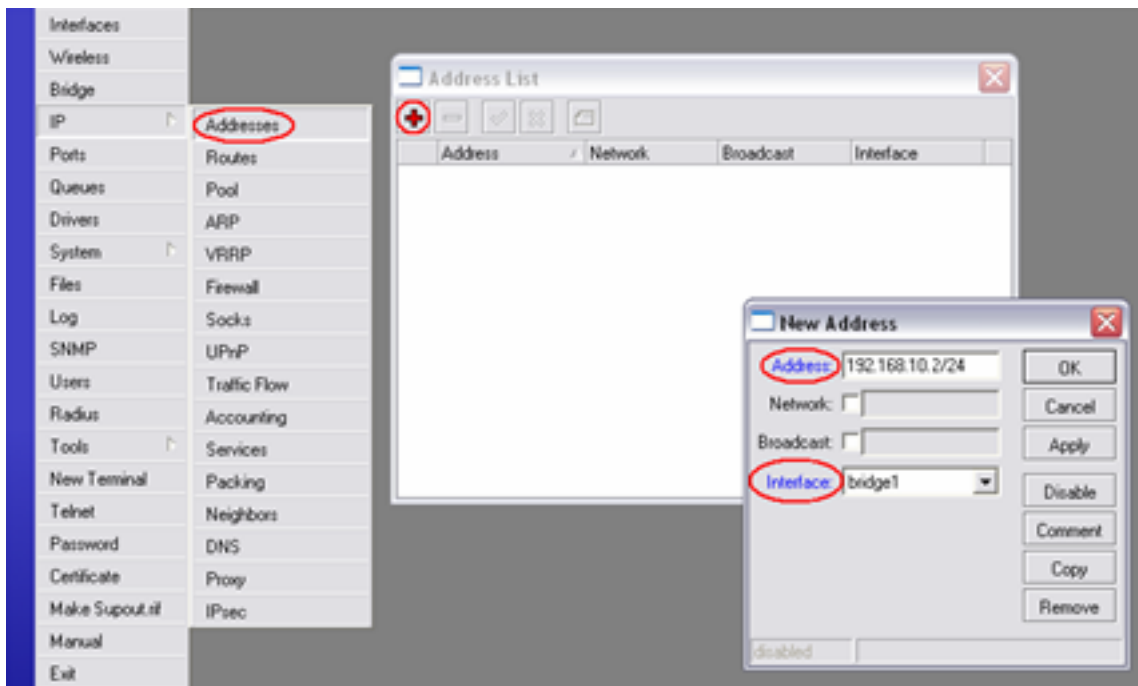


Figura IV-32. Dirección IP para la interfaz bridge del segundo Punto de Acceso

4.4. CONFIGURACIÓN DE SERVIDORES Y ACCESO A INTERNET

4.4.1. Configuración del servidor DHCP para la infraestructura inalámbrica WDS

Los equipos inalámbricos de la Fundación Desarrollo Solidario obtendrán una dirección IP por medio de un servidor DHCP configurado en el equipo HP Proliant ML150 G5, en el que se instaló el sistema operativo CentOS 5.3.

4.4.1.1. Equipamiento lógico necesario.

Instalación a través de yum.

Se necesita realizar lo siguiente para instalar o actualizar el equipamiento lógico necesario:

```
yum -y install dhcp
```

4.4.1.2. Procedimientos.

SELinux y el servicio dhcpd.

A fin de que SELinux permita al servicio dhcpd funcionar normalmente y sin protección alguna, utilice el siguiente mandato.

```
setsebool -P dhcpd_disable_trans 1
```

4.4.1.2.1. Fichero de configuración /etc/dhcpd.conf.

Vamos a considerar las características de nuestra red local:

- Numero de red 192.168.10.0
- Mascara de sub-red: 255.255.255.0
- Puerta de enlace: 192.168.10.3
- Servidor de nombres: 200.107.10.52 y 200.107.60.58
- Rango de direcciones IP a asignar de modo dinámico: 192.168.10.20-192.168.10.254

Procedemos a configurar el archivo /etc/dhcpd.conf:

```
server-identifier proxy.redlocal.net;

ddns-update-style interim;

ignore client-updates;

authoritative;

option ip-forwarding off;

default-lease-time 21600;

max-lease-time 43200;

shared-network miredlocal {

    subnet 192.168.10.0 netmask 255.255.255.0 {

        option routers 192.168.10.3;

        option subnet-mask 255.255.255.0;

        option broadcast-address 192.168.10.255;

        option domain-name "redlocal.net";

        option domain-name-servers 200.107.10.52, 200.107.60.58;

        range 192.168.10.20 192.168.10.254;

    }

}
```

4.4.1.2.2. Fichero de configuración /etc/sysconfig/dhcpd.

Una buena medida de seguridad es hacer que el servicio dhcpd solo funcione a través de la interfaz de red utilizada por la LAN, esto en el caso de tener múltiples dispositivos de red. Edite el fichero /etc/sysconfig/dhcpd y agregue como argumento del parámetro DHCPDARGS el valor wlan0, que es la interfaz correspondiente a la LAN:

```
# Command line options here
```

```
DHCPDARGS=wlan0
```

4.4.1.2.3. Iniciar, detener y reiniciar el servicio dhcpd.

Para iniciar por primera vez el servicio dhcpd, utilice:

```
/sbin/service dhcpd start
```

Para hacer que los cambios hechos a la configuración del servicio dhcpd surtan efecto, utilice:

```
/sbin/service dhcpd restart
```

Para detener el servicio dhcpd, utilice:

```
/sbin/service dhcpd stop
```

4.4.1.2.4. Agregar el servicio dhcpd al arranque del sistema.

Para hacer que el servicio de dhcpd este activo con el siguiente inicio del sistema, en todos los niveles de corrida (2, 3, 4, y 5), se utiliza lo siguiente:

```
/sbin/chkconfig dhcpd on.
```

4.4.2. Configuración del servidor de archivos utilizando SAMBA en CentOS 5.3

4.4.2.1. Acerca del protocolo SMB.

SMB (acrónimo de Server Message Block) es un protocolo, del Nivel de Presentación del modelo OSI de TCP/IP, creado en 1985 por IBM. Algunas veces es referido también como CIFS (Acrónimo de Common Internet File System, <http://samba.org/cifs/>) tras ser renombrado por Microsoft en 1998. Entre otras cosas, Microsoft añadió al protocolo soporte para enlaces simbólicos y duros así como también soporte para ficheros de gran tamaño. *Por mera coincidencia* esto ocurrió por la misma época en que Sun Microsystems hizo el lanzamiento de WebNFS (una versión extendida de NFS, <http://www.sun.com/software/webnfs/overview.xml>).

SMB fue originalmente diseñado para trabajar a través del protocolo NetBIOS, el cual a su vez trabaja sobre NetBEUI (acrónimo de NetBIOS Extended User Interface, que se traduce como Interfaz de Usuario Extendida de NetBIOS), IPX/SPX (acrónimo de Internet Packet Exchange/Sequenced Packet Exchange, que se traduce como Intercambio de paquetes interred/Intercambio de paquetes secuenciales) o NBT, aunque también puede trabajar directamente sobre TCP/IP.

4.4.2.2. Acerca de Samba.

SAMBA es un conjunto de programas, originalmente creados por Andrew Tridgell y actualmente mantenidos por The SAMBA Team, bajo la Licencia Publica General GNU, y que

implementan en sistemas basados sobre UNIXR el protocolo SMB. Sirve como reemplazo total para WindowsR NT, WarpR, NFSR o servidores NetwareR.

4.4.2.3. Equipamiento lógico necesario.

Necesitará tener instalados los siguientes paquetes, que vienen incluidos en los discos de instalación o depósitos de equipamiento lógico de la distribución de GNU/Linux utilizada:

- samba: Servidor SMB.
- samba-client: Diversos clientes para el protocolo SMB.
- samba-common: Ficheros necesarios para cliente y servidor.

4.4.2.4. Instalación a través de yum.

Si utiliza CentOS 4 y 5, Red Hat™ Enterprise Linux 5 o White Box Enterprise Linux 4 y 5, y versiones posteriores, solo se necesita realizar lo siguiente para instalar o actualizar el equipamiento lógico necesario:

```
yum -y install samba samba-client samba-common
```

4.4.2.5. Procedimientos.

4.4.2.5.1. SELinux y el servicio smb.

A fin de que SELinux permita al servicio smb funcionar como Controlador Primario de Dominio (PDC, Primary Domain Controller), utilice el siguiente mandato:


```
setsebool -P samba_domain_controller 1
```

A fin de que SELinux permita al servicio smb compartir los directorios de inicio de los usuarios locales del sistema, utilice el siguiente mandato:

```
setsebool -P samba_enable_home_dirs 1
```

Para definir que un directorio será compartido a través del servicio smb, como por ejemplo /var/samba/publico, y que se debe considerar como contenido tipo Samba, se utiliza el siguiente mandato:

```
chcon -t samba_share_t /var/samba/publico
```

Cada nuevo directorio que vaya a ser compartido a través de Samba, debe ser configurado como acaba de describirse antes de ser configurado en el fichero /etc/samba/smb.conf.

A fin de que SELinux permita al servicio smb compartir todos los recursos en modo de solo lectura, utilice el siguiente mandato:

```
setsebool -P samba_export_all_ro 1
```

A fin de que SELinux permita al servicio smb compartir todos los recursos en modo de lectura y escritura, utilice el siguiente mandato:

```
setsebool -P samba_export_all_rw 1
```

4.4.2.5.2. Parámetros principales del fichero smb.conf.

Se modifica el fichero `/etc/samba/smb.conf` con cualquier editor de texto. Esta información que será de utilidad y que esta comentada con un símbolo `#` y varios ejemplos comentados con `;` (punto y coma), siendo estos últimos los que se pueden tomar como referencia.

4.4.2.5.2.1. Parámetro workgroup.

Se establece el grupo de trabajo definiendo el valor del parámetro `workgroup` asignando un grupo de trabajo deseado:

```
workgroup = FDS
```

4.4.2.5.2.2. Parámetro netbios name.

Opcionalmente se puede establecer con el parámetro `netbios name` otro nombre distinto para el servidor si acaso fuese necesario, pero siempre tomando en cuenta que dicho nombre deberá corresponder con el establecido en el fichero `/etc/samba/lmhosts`:

```
netbios name = maquinainux
```

4.4.2.5.2.3. Parámetro server string.

El parámetro `server string` es de carácter descriptivo. Puede utilizarse un comentario breve que de una descripción del servidor.

```
server string = Servidor Samba %v en %L
```

4.4.2.5.2.4. Parámetro hosts allow.

La seguridad es importante y esta se puede establecer primeramente estableciendo la lista de control de acceso que definirá qué máquinas o redes podrán acceder hacia el servidor. El parámetro hosts allow sirve para determinar esto. Si la red consiste en la maquinas con dirección IP desde 192.168.1.1 hasta 192.168.1.254, el rango de direcciones IP que se definirá en hosts allow será 192.168.1. de modo tal que solo se permitirá el acceso dichas maquinas. En el siguiente ejemplo se define la red 192.168.1.0/24 definiendo los tres primeros octetos de la dirección IP de red, así como cualquier dirección IP de la red 127.0.0.0/8 definiendo el primer octeto:

```
hosts allow = 192.168.1. 127.
```

4.4.2.5.2.5. Parámetro interfaces.

El parámetro interfaces permite establecer desde que interfaces de red del sistema se escucharan peticiones. Samba no responderá a peticiones provenientes desde cualquier interfaz no especificada. Esto es útil cuando Samba se ejecuta en un servidor que sirve también de puerta de enlace para la red local, impidiendo se establezcan conexiones desde fuera de la red local.

```
interfaces = lo eth0 192.168.1.254/24
```

4.4.2.5.2.6. Parámetro remote announce.

La opción remote announce se encarga de que el servicio nmbd se anuncie a sí mismo de forma periódica hacia una red en particular y un grupo de trabajo específico. Esto es particularmente útil si se necesita que el servidor Samba aparezca no solo en el grupo de trabajo al que pertenece sino también otros grupos de trabajo. El grupo de trabajo de destino puede estar en donde sea mientras exista una ruta y sea posible la difusión exitosa de paquetes.

Los valores que pueden ser utilizados son direcciones IP de difusión (broadcast) de la red utilizada (es decir la última dirección IP del segmento de red) y/o nombres de grupos de trabajo.

Para la Fundación se define que el servidor Samba se anuncie a través de las direcciones IP de difusión 192.168.10.255 (red 192.168.10.0/24) y 192.168.20.255 (red 192.168.20.0/24) y hacia el grupo de trabajo FDS.

```
remote announce = 192.168.10.255/FDS 192.168.20.255/FDS
```

4.4.2.6. Compartiendo directorios a través de Samba.

Para los directorios o volúmenes que se irán a compartir, en el mismo fichero de configuración encontrara distintos ejemplos para distintas situaciones particulares. En general, puede utilizar el siguiente ejemplo que funcionará para la mayoría:

```
[Lo_que_sea]
```

```
comment = Comentario que se le ocurra
```

path = /cualquier/ruta/que/desee/compartir

El volumen puede utilizar cualquiera de las siguientes opciones:

guest ok Define si se permitirá el acceso como usuario invitado. El valor puede ser Yes o No

public Es un equivalente del parámetro guest ok, es decir define si se permitirá el acceso como usuario invitado. El valor puede ser Yes o No

browseable Define si se permitirá mostrar este recurso en las listas de recursos compartidos. El valor puede ser Yes o No

writable Define si se permitirá la escritura. Es el parámetro contrario de read only. El valor puede ser Yes o No

valid users Define que usuarios o grupos pueden acceder al recurso compartido. Los valores pueden ser nombres de usuarios separados por comas o bien nombres de grupo precedidos por una @. Ejemplo:

fulano, mengano, @administradores

write list Define que usuarios o grupos pueden acceder con permiso de escritura. Los valores pueden ser nombres de usuarios separados por comas o bien nombres de grupo precedidos por una @. Ejemplo:

fulano, mengano, @administradores

admin users Define que usuarios o grupos pueden acceder con permisos administrativos para el recurso. Es decir, podrán acceder hacia el recurso realizando todas las operaciones como

super-usuarios. Los valores pueden ser nombres de usuarios separados por comas o bien nombres de grupo anteceditos por una @. Ejemplo:

fulano, mengano, @administradores

directory mask Es lo mismo que directory mode Define que permiso en el sistema tendrán los subdirectorios creados dentro del recurso. Ejemplos: 1777

create mask Define que permiso en el sistema tendrán los nuevos ficheros creados dentro del recurso. Ejemplo: 0644

A continuación se compartirá a través de Samba el recurso denominado datos, el cual está localizado en el directorio /var/samba/datos del disco duro. Se permitirá el acceso a cualquiera pero será un recurso de solo lectura salvo para los usuarios administrador y fulano.

Todo directorio nuevo que sea creado en su interior tendrá permiso 755 (drwxr-xr-x) y todo fichero que sea puesto en su interior tendrá permisos 644 (-rw-r--r--).

Primero se crea el nuevo directorio /var/samba/datos, utilizando el siguiente mandato:

```
mkdir -p /var/samba/datos
```

Luego se define en SELinux que dicho directorio debe ser considerado como contenido Samba.

```
chcon -t samba_share_t /var/samba/datos
```

Se edita el fichero /etc/samba/smb.conf y se añade hasta el final de este el siguiente contenido:

[datos]

comment = Directorio de de Datos

path = /var/samba/datos

guest ok = Yes

read only = Yes

write list = fulano, administrador

directory mask = 0755

create mask = 0644

4.4.2.7. Iniciar el servicio y añadirlo al arranque del sistema.

Para iniciar el servicio smb por primera vez realice lo siguiente:

```
/sbin/service smb start
```

Si va a reiniciar el servicio, realice lo siguiente:

```
/sbin/service smb restart
```

Para que Samba inicie automáticamente cada vez que inicie el servidor solo utilice el siguiente

mandato:

```
/sbin/chkconfig smb on
```

4.4.3. Configuración del servidor DHCP para el centro de cómputo

Como la Fundación Desarrollo Solidario posee un centro de Computo, se decidió instalar un servidor DHCP en el sistema RouterOS del primer piso, utilizando la interfaz ethernet del PC-Router utilizando direcciones de la red 192.168.20.0/24.

Para configurar nos dirigimos a la pestana IP y a continuación a DHCP SERVER, y lo único que hacemos es configurarlo según la siguiente información:

- Número de red 192.168.20.0
- Máscara de sub-red: 255.255.255.0
- Puerta de enlace: 192.168.20.1
- Servidor de nombres: 200.107.10.52 y 200.107.60.58
- Rango de direcciones IP a asignar de modo dinámico: 192.168.10.20-192.168.10.254

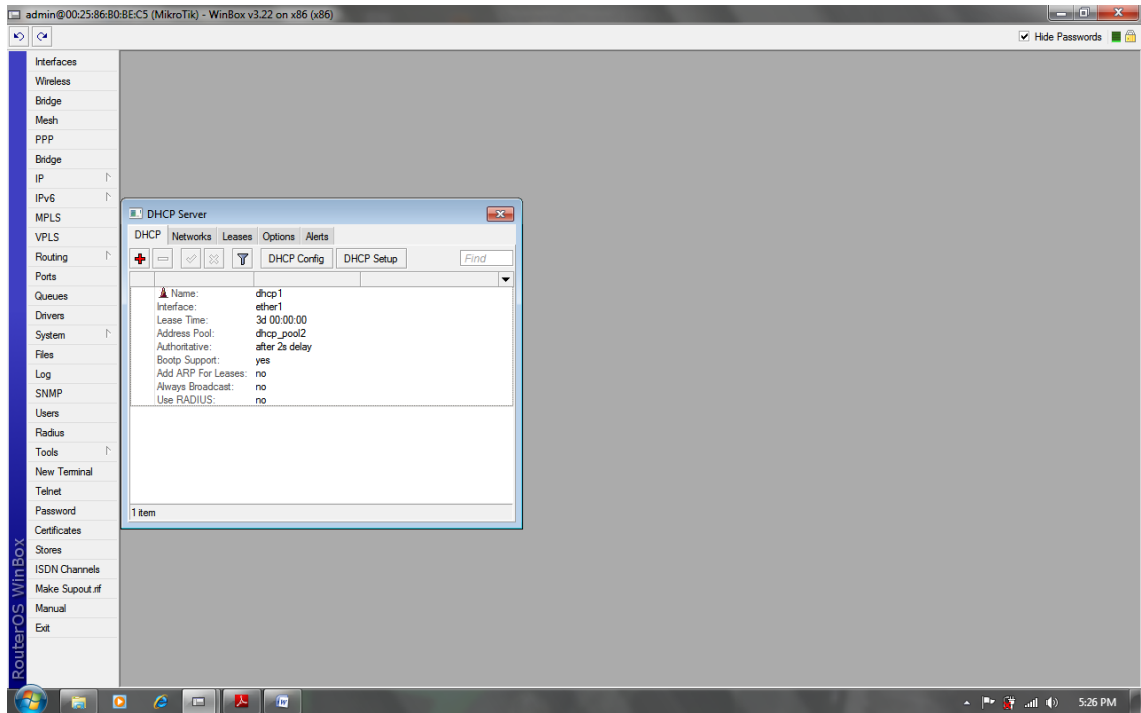


Figura IV-33. Configuración del servidor DHCP para el centro de cómputo

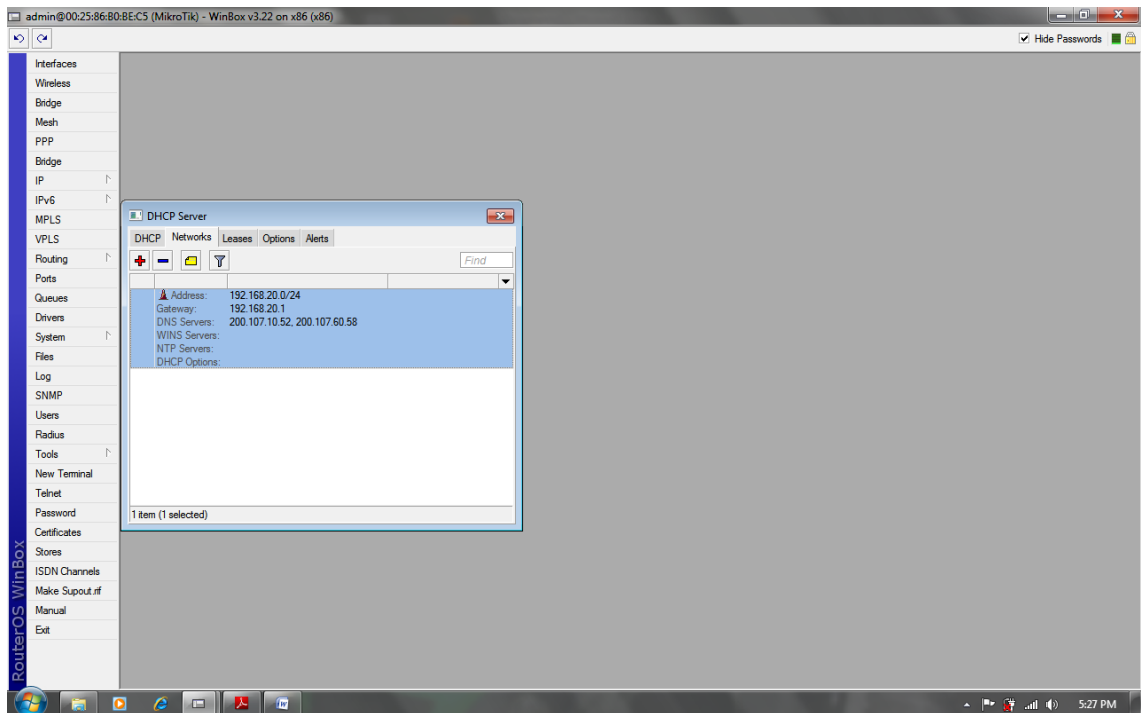


Figura IV-34. Red del centro de cómputo

4.4.4. Configuración de Acceso a internet para toda la infraestructura WDS

Para el acceso a internet, primero debemos configurar la dirección IP y los servidores DNS que nos proporciona el ISP, que en el caso de la Fundación Desarrollo Solidario es la Corporación Nacional de Telecomunicaciones. Esta configuración se hizo en la sección 4.2.

A continuación debemos configurar NAT para que las redes locales puedan acceder a internet. Par realizar el NAT transparente entre todas las redes debemos ir al menú *IP/FIREWALL*. Ahí en la nueva ventana nos dirigimos a la pestaña *NAT* y hacemos click sobre el icono (+). A continuación aparece una ventana nueva de configuración para políticas de *NAT* y la configuramos de la siguiente manera:

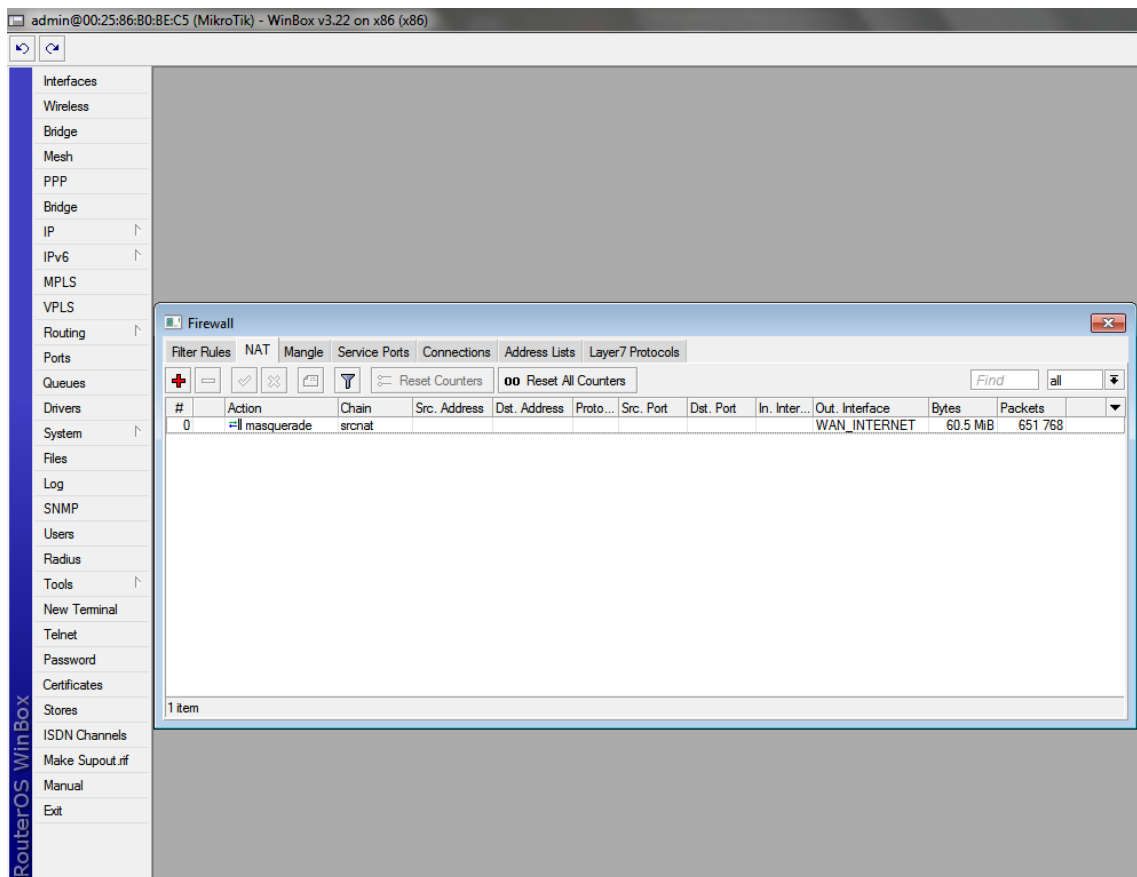


Figura IV-35. Configuración de NAT para la infraestructura de red WDS

Como medida de seguridad, mediante una regla de firewall no permitiremos acceso desde internet, es decir todo lo que venga con el destino de la interface WAN_internet y que el protocolo sea tcp y puerto de destino 80, anularemos el paquete, con esto cualquier petición que venga desde internet y que de destino tenga el puerto 80, se deniega la conexión, es una regla de seguridad simple, debido a que en el futuro, el asistente técnico de la Fundación se encargará de implementar un servidor Radius (acrónimo en inglés de Remote Authentication Dial-In User Server) que es un protocolo de autenticación y autorización para aplicaciones de acceso a la red o movilidad IP.

La configuración se indica en la Figura IV-36:

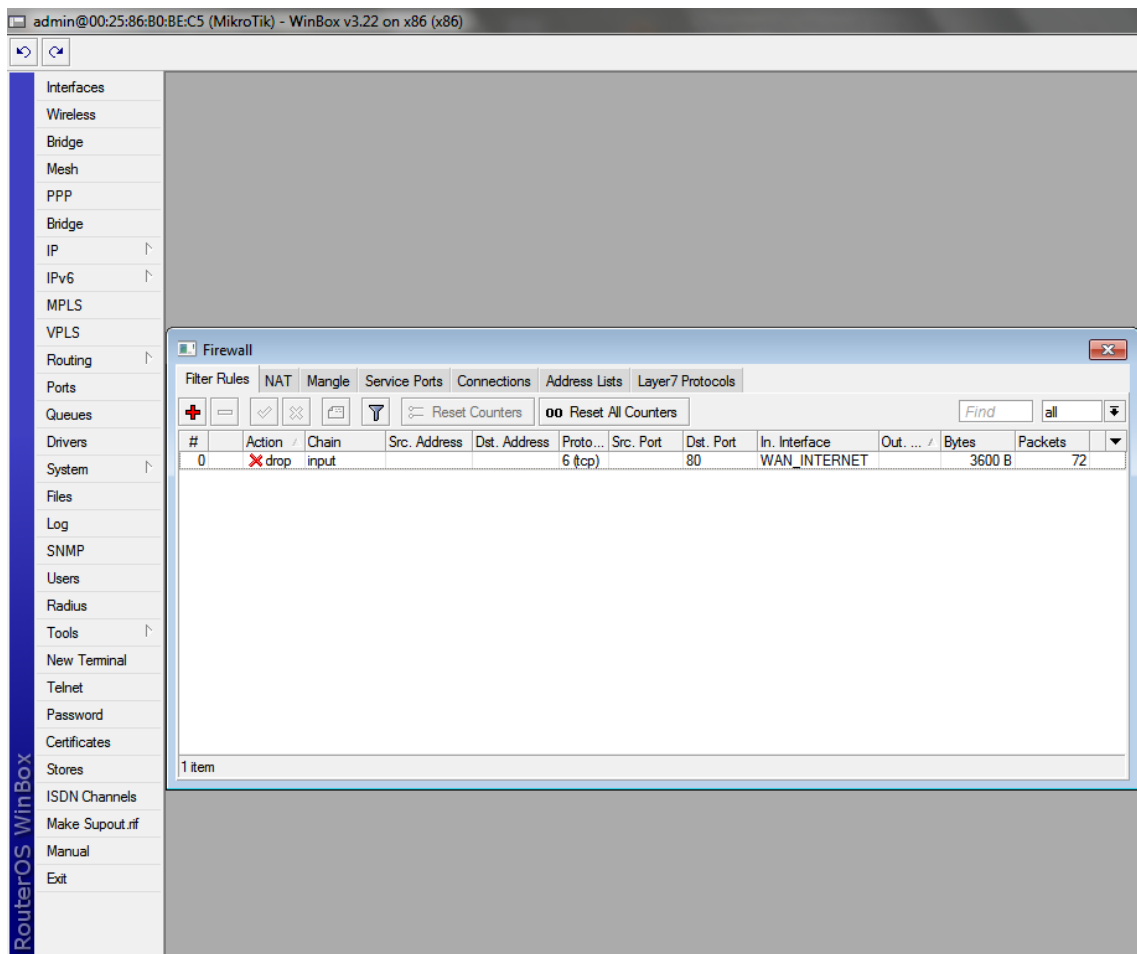


Figura IV-36. Configuración de firewall para la infraestructura de Red WDS

4.5. PRUEBAS DE CONECTIVIDAD Y FUNCIONAMIENTO

Una vez que se ha configurado todos los servicios, procedemos a probar que exista conectividad en toda la red, que se pueda acceder desde cualquier ubicación del edificio de la Fundación a la red y que los servicios estén funcionando de acuerdo a lo planificado.

En las siguientes figuras se indican algunas pruebas de conectividad y movilidad que se hicieron en la Fundación Desarrollo Solidario para comprobar el funcionamiento de la infraestructura de red WDS. Las pruebas se hicieron con los equipos de la Fundación, tanto portátiles como de escritorio y con los servidores inalámbricos configurados con WDS.

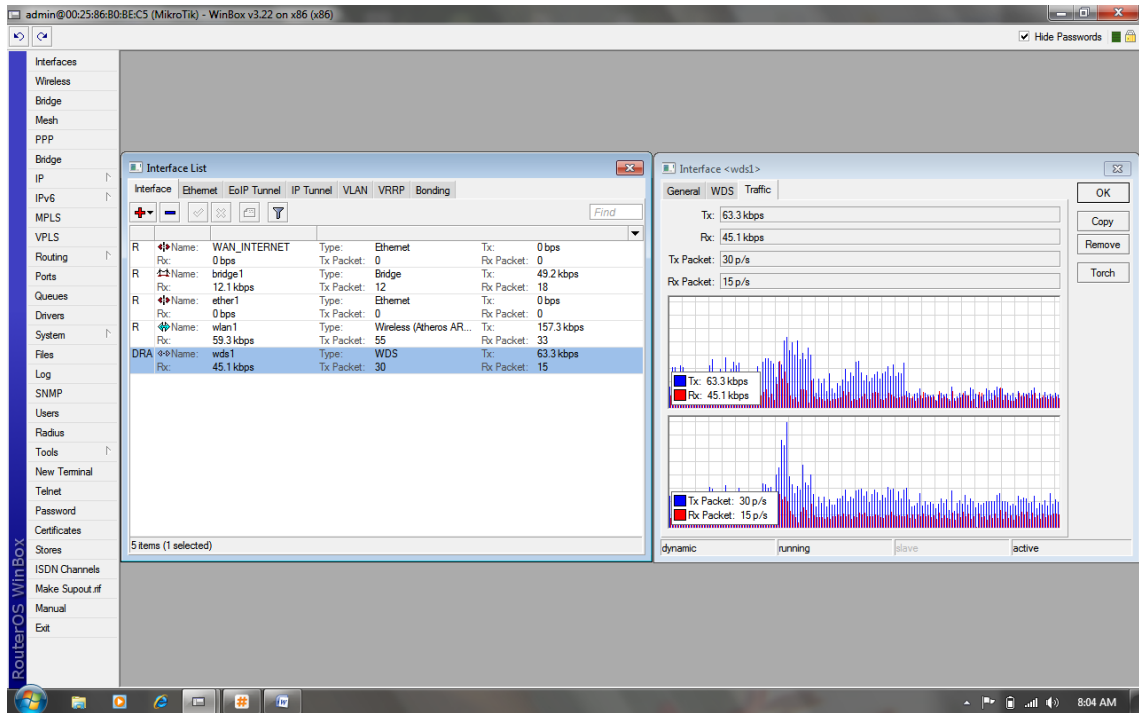


Figura IV-37. Tráfico del enlace WDS en el Access Point del primer piso del edificio

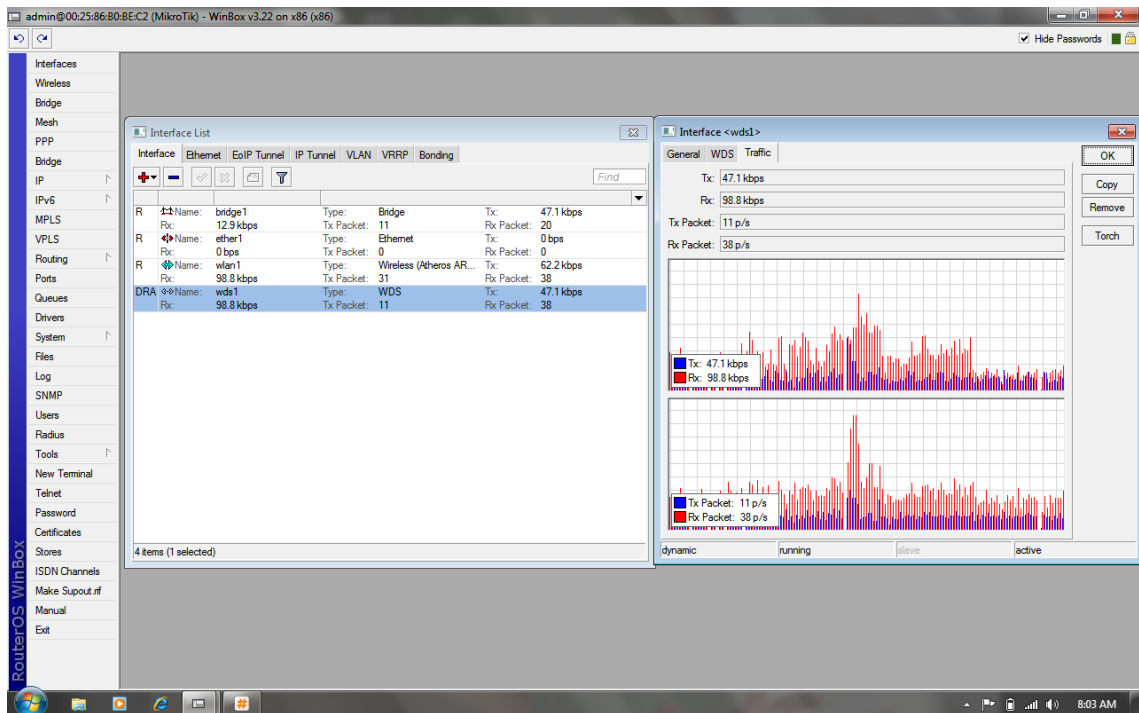


Figura IV-38. Tráfico del enlace WDS en el Access Point del segundo piso del edificio

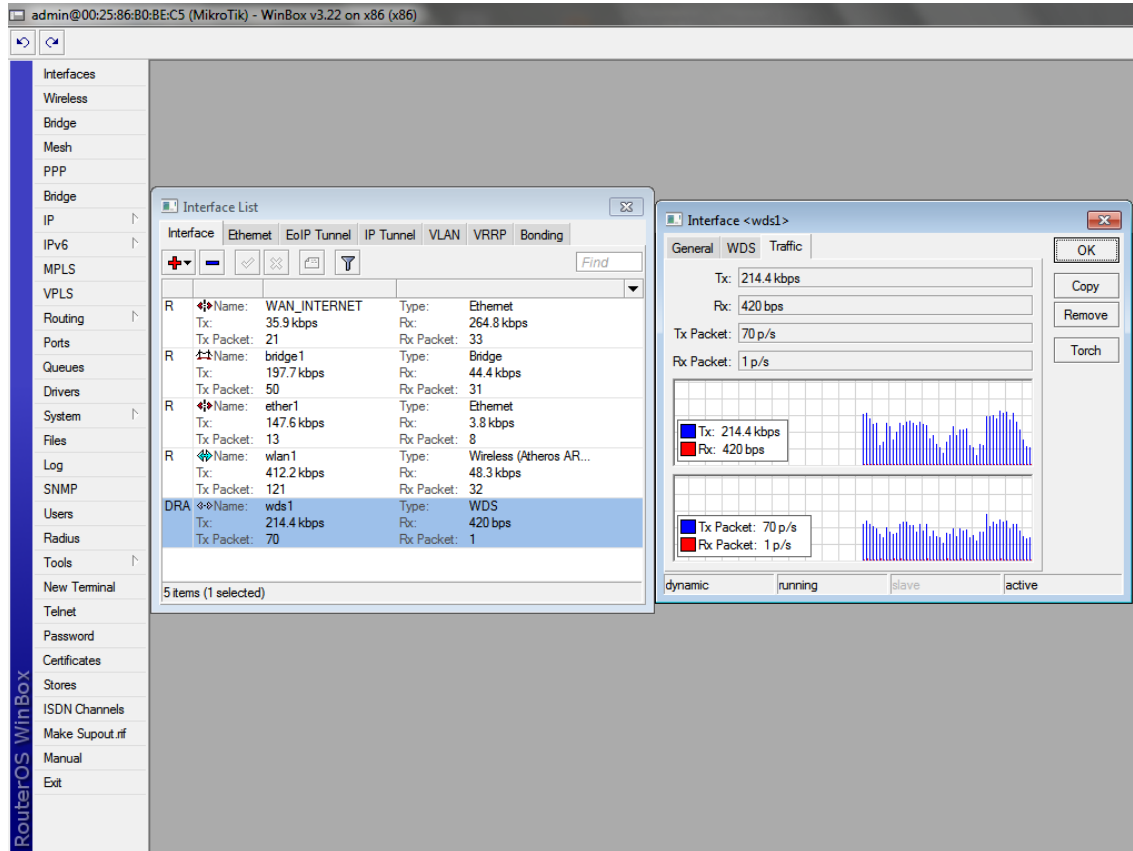


Figura IV-39. Tráfico del enlace WDS entre los Access Points

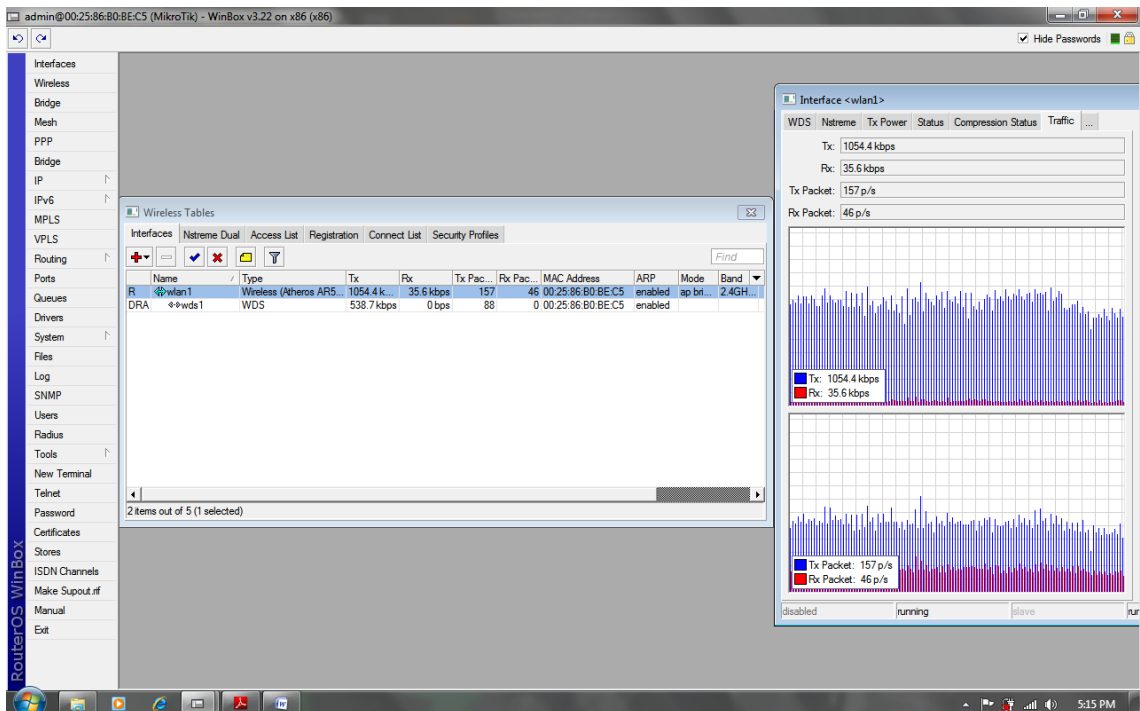


Figura IV-40. Tráfico de la interfaz inalámbrica en la infraestructura de red WDS

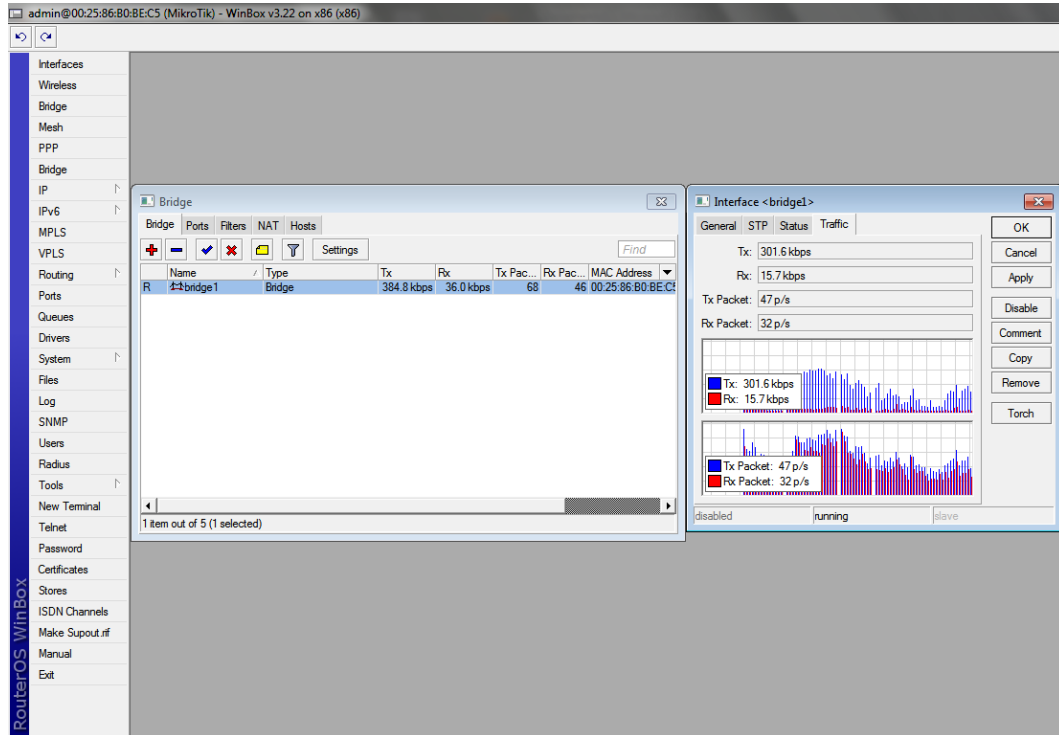


Figura IV-41. Tráfico de la interfaz 'bridge' para la comunicación WDS

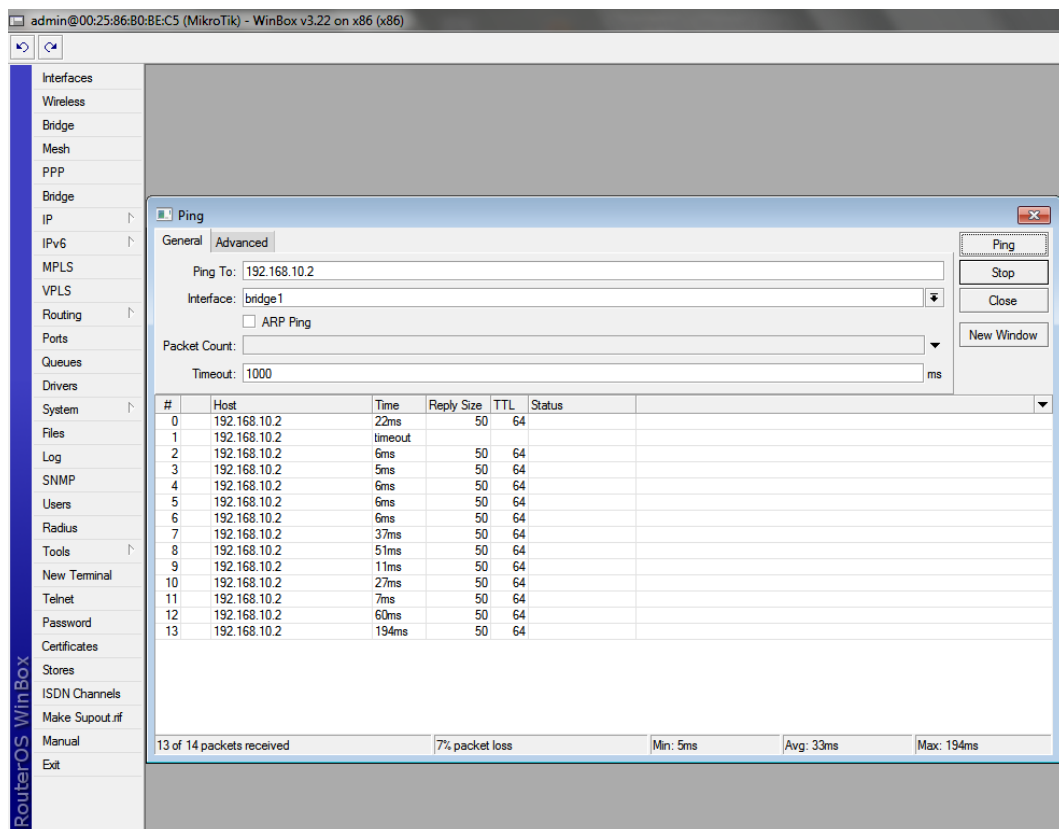


Figura IV-42. Ping hacia el otro extremo del puente WDS

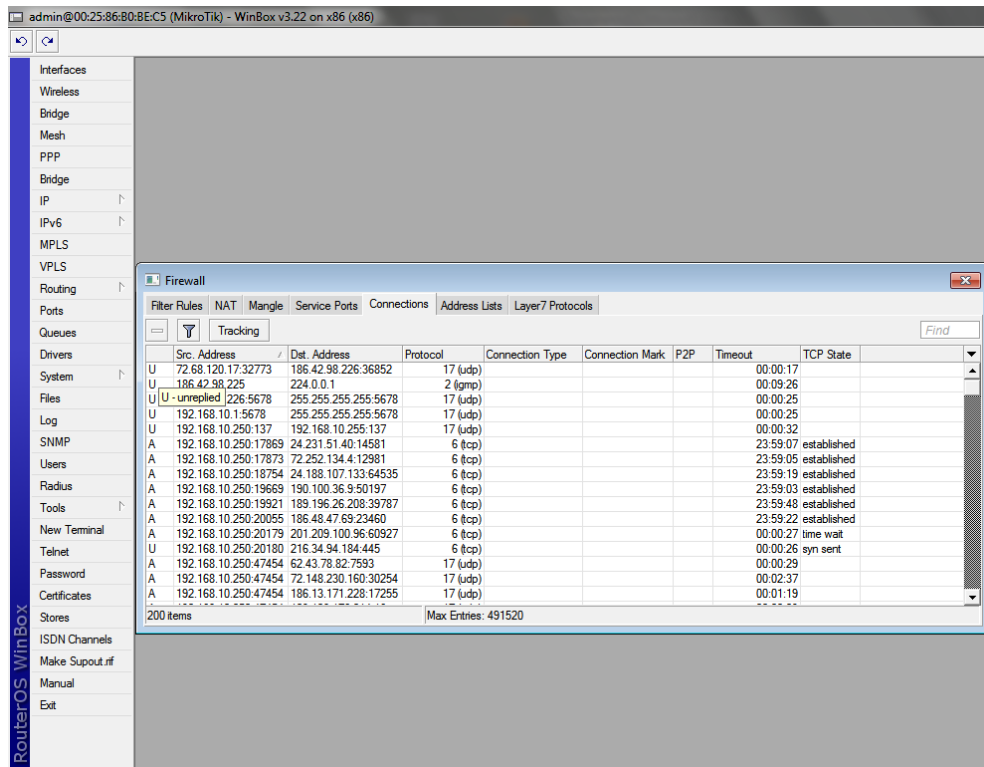


Figura IV-43. Conexiones establecidas en la red de la Fundación Desarrollo Solidario

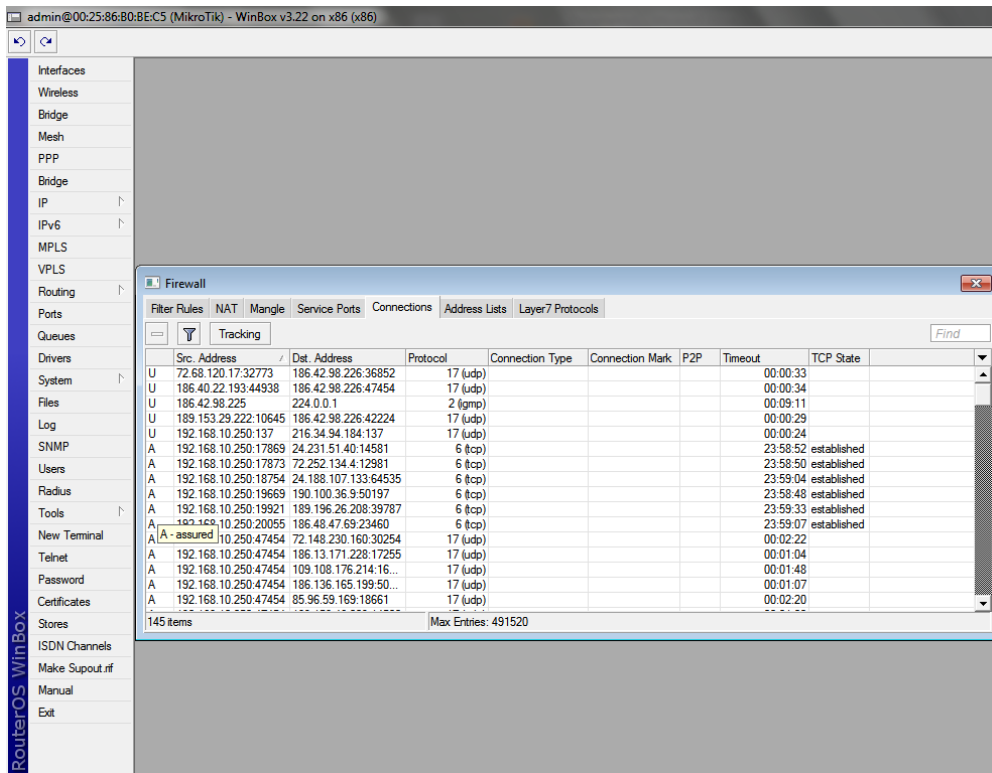


Figura IV-44. Conexiones establecidas en la red de la Fundación Desarrollo Solidario

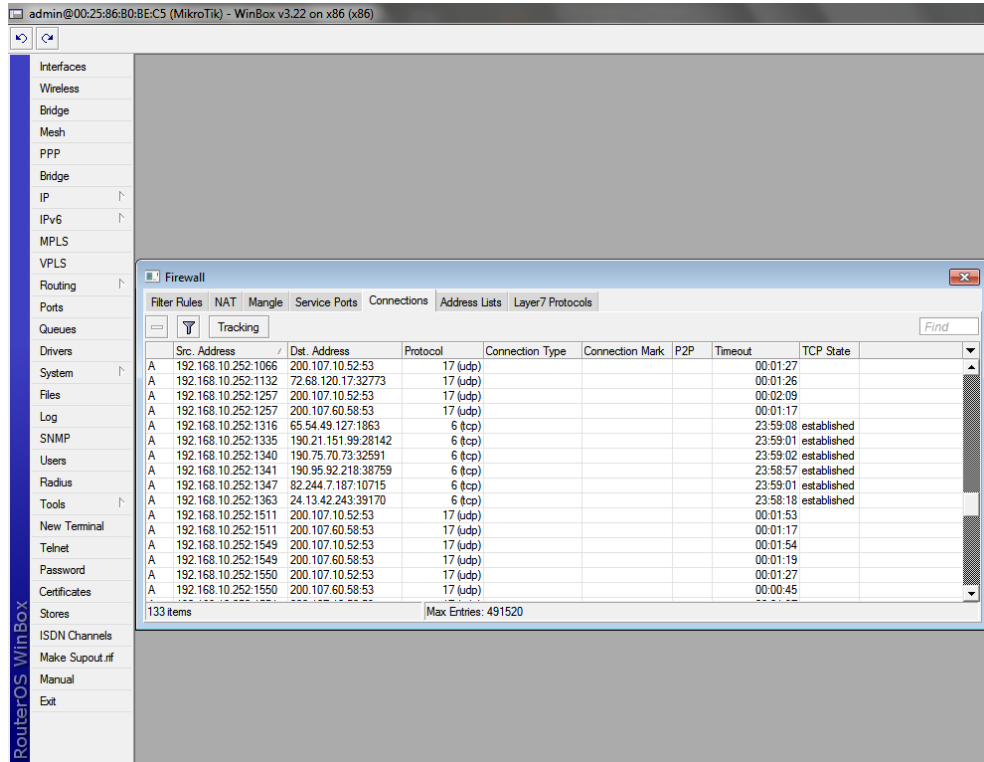


Figura IV-45. Conexiones establecidas en la red de la Fundación Desarrollo Solidario

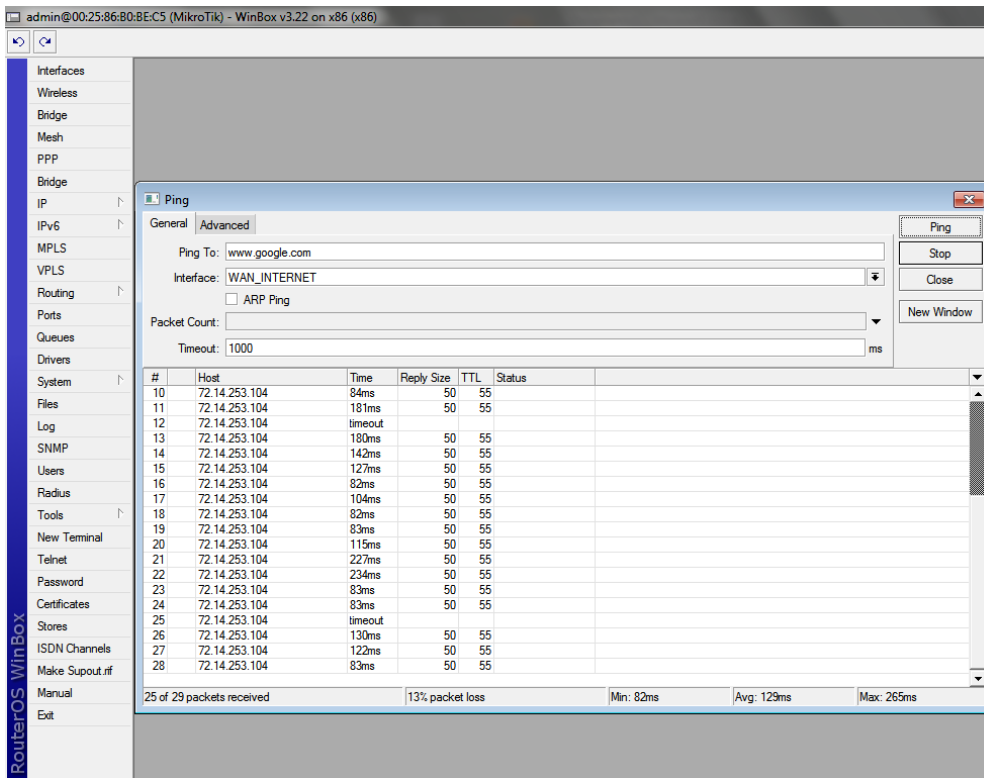


Figura IV-46. Ping hacia www.google.com desde la interfaz Wan_internet del sistema RouterOS

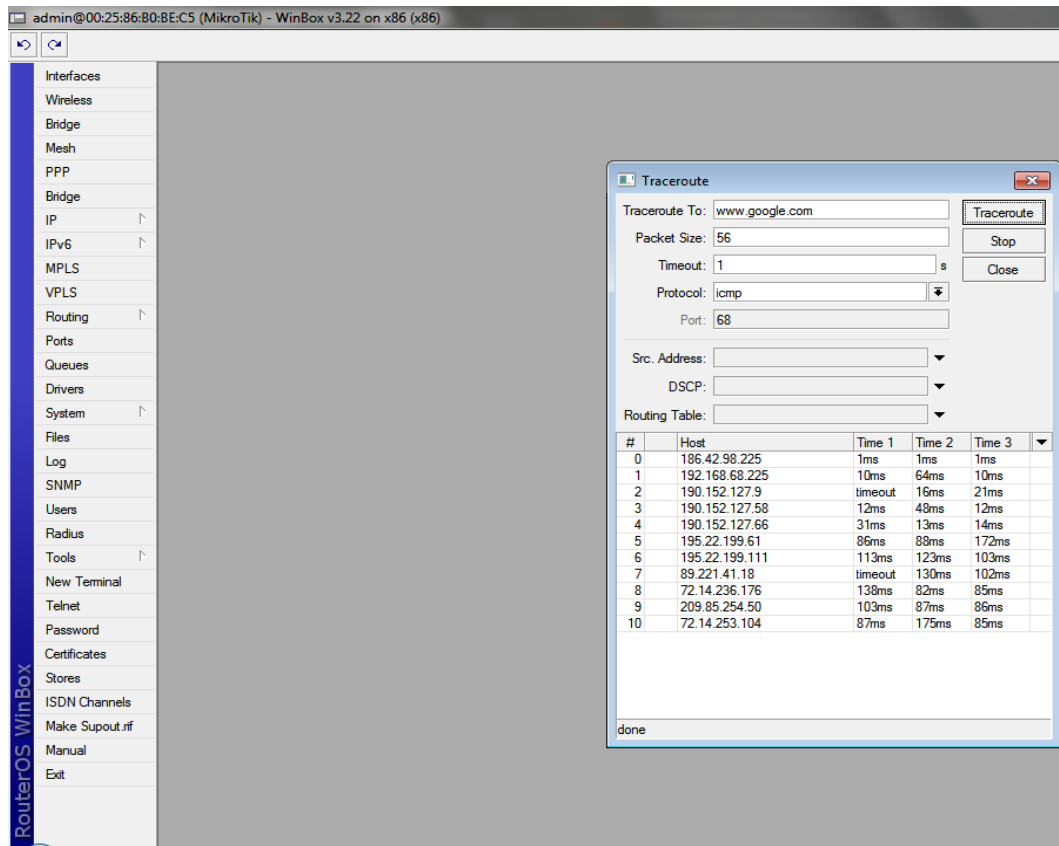


Figura IV-47. Traceroute hacia www.google.com desde la interfaz Wan_internet del sistema RouterOS

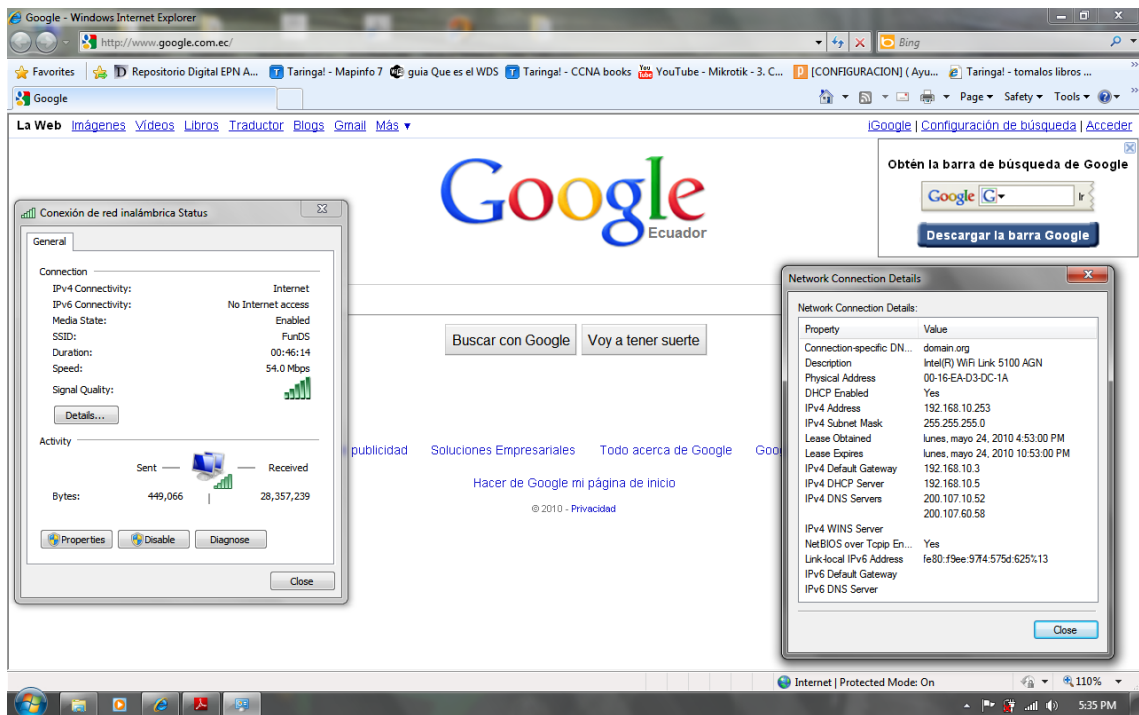


Figura IV-48. Conectividad y acceso a internet de un equipo portátil de la Fundación.

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\SKP>ping 192.168.10.2

Pinging 192.168.10.2 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.10.2: bytes=32 time=1ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.10.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 4ms, Average = 1ms

C:\Users\SKP>_
```

Figura IV-49. Ping hacia la conexión bridge de la infraestructura WDS desde el equipo portátil

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Minimum = 1ms, Maximum = 4ms, Average = 1ms

C:\Users\SKP>ipconfig /all

Windows IP Configuration

    Host Name . . . . . : SKP-PC
    Primary Dns Suffix . . . . . :
    Node Type . . . . . : Mixed
    IP Routing Enabled. . . . . : No
    WINS Proxy Enabled. . . . . : No
    DNS Suffix Search List. . . . . : domain.org

Ethernet adapter Conexión de red Bluetooth:

    Media State . . . . . : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix . . . :
    Description . . . . . : Dispositivo Bluetooth (Red de área personal)
    Physical Address. . . . . : 00-21-86-7F-6E-BD
    DHCP Enabled. . . . . : Yes
    Autoconfiguration Enabled . . . . . : Yes

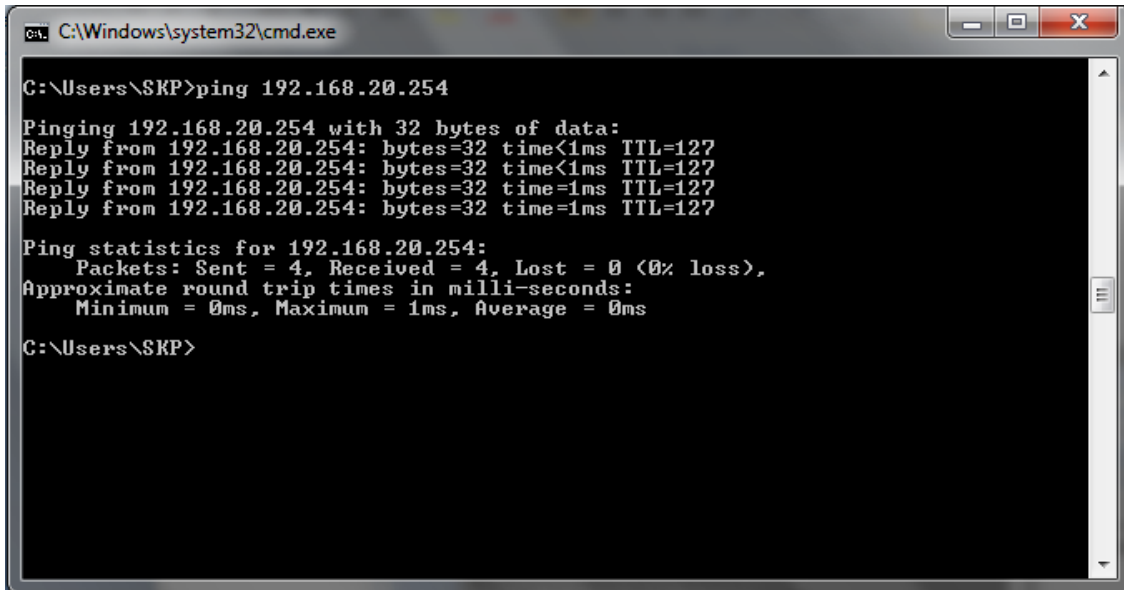
Wireless LAN adapter Conexión de red inalámbrica:

    Connection-specific DNS Suffix . . : domain.org
    Description . . . . . : Intel(R) WiFi Link 5100 AGN
    Physical Address. . . . . : 00-16-EA-D3-DC-1A
    DHCP Enabled. . . . . : Yes
    Autoconfiguration Enabled . . . . . : Yes
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::f9ee:97f4:575d:625x13(Preferred)
    IPv4 Address. . . . . : 192.168.10.253(Preferred)
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Lease Obtained. . . . . : lunes, mayo 24, 2010 4:53:00 PM
    Lease Expires . . . . . : lunes, mayo 24, 2010 10:53:00 PM
    Default Gateway . . . . . : 192.168.10.3
    DHCP Server . . . . . : 192.168.10.5
    DHCPv6 IAID . . . . . : 234886890
    DHCPv6 Client DUID. . . . . : 00-01-00-01-13-23-6B-23-00-1E-68-CC-7D-5B

    DNS Servers . . . . . : 200.107.10.52
    . . . . . : 200.107.60.58
    NetBIOS over Tcpip. . . . . : Enabled

Ethernet adapter Conexión de área local:
```

Figura IV-50. Configuración del adaptador Wireless del equipo portátil y comprobación de funcionamiento del servidor DHCP



```
C:\Windows\system32\cmd.exe

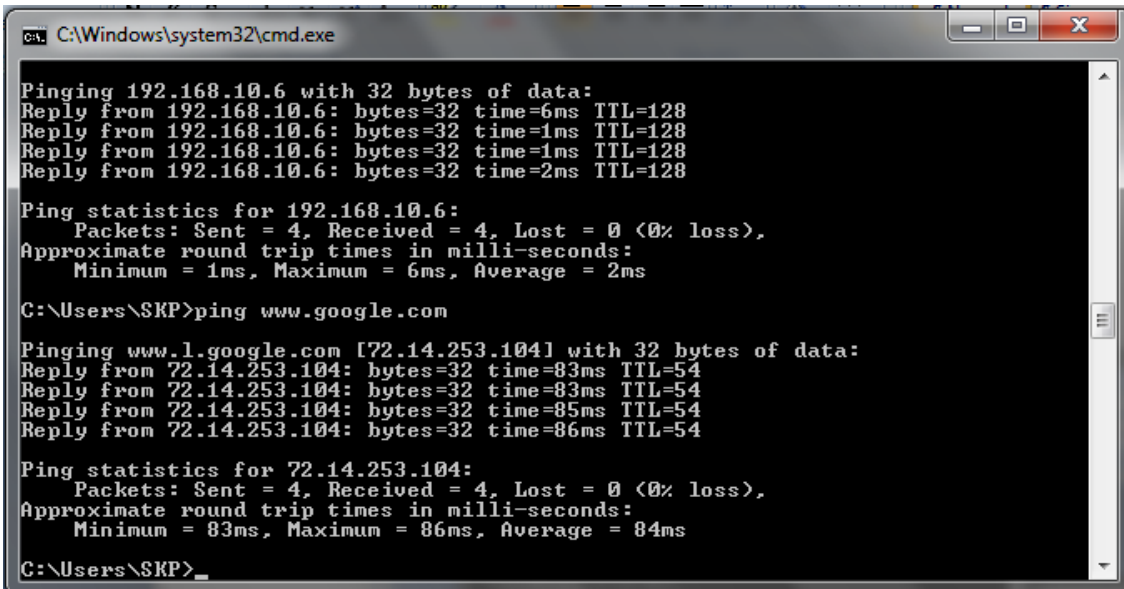
C:\Users\SKP>ping 192.168.20.254

Pinging 192.168.20.254 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.20.254: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.20.254: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.20.254: bytes=32 time=1ms TTL=127
Reply from 192.168.20.254: bytes=32 time=1ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.20.254:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\Users\SKP>
```

Figura IV-51. Ping hacia la red cableada desde la red inalámbrica



```
C:\Windows\system32\cmd.exe

Pinging 192.168.10.6 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.10.6: bytes=32 time=6ms TTL=128
Reply from 192.168.10.6: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.10.6: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.10.6: bytes=32 time=2ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.10.6:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 6ms, Average = 2ms

C:\Users\SKP>ping www.google.com

Pinging www.l.google.com [72.14.253.104] with 32 bytes of data:
Reply from 72.14.253.104: bytes=32 time=83ms TTL=54
Reply from 72.14.253.104: bytes=32 time=83ms TTL=54
Reply from 72.14.253.104: bytes=32 time=85ms TTL=54
Reply from 72.14.253.104: bytes=32 time=86ms TTL=54

Ping statistics for 72.14.253.104:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 83ms, Maximum = 86ms, Average = 84ms

C:\Users\SKP>
```

Figura IV-52. Ping hacia www.google.com desde el equipo portátil

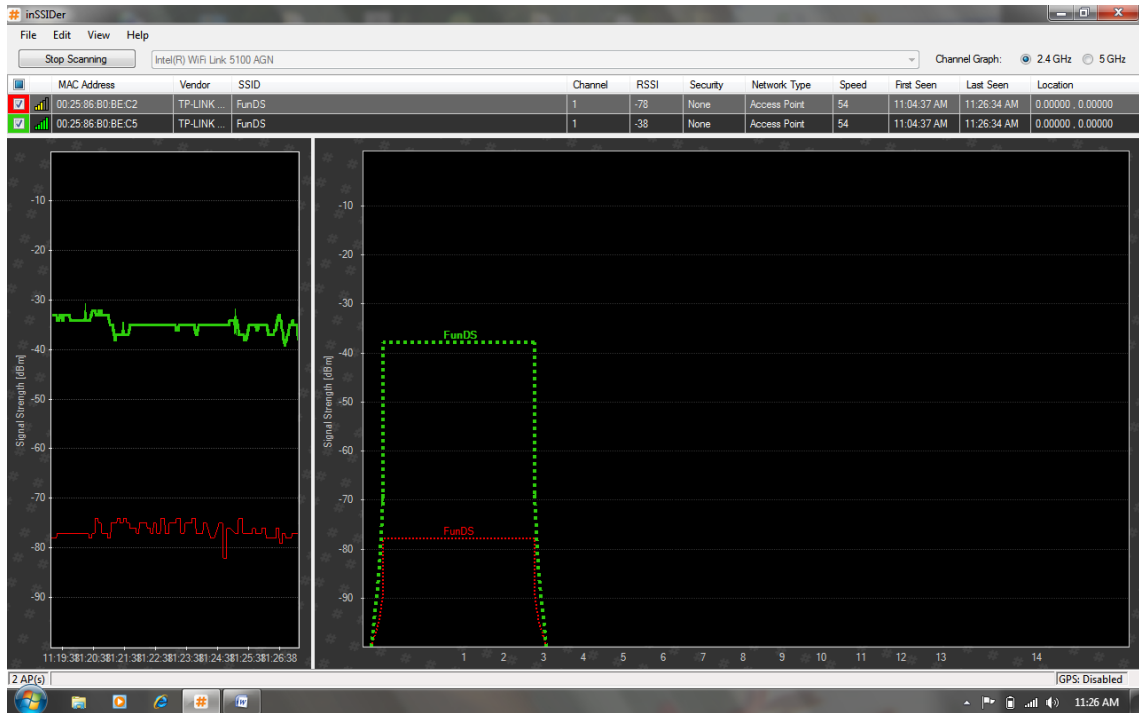


Figura IV-53. Intensidad de señal (dbm) en el primer piso del edificio

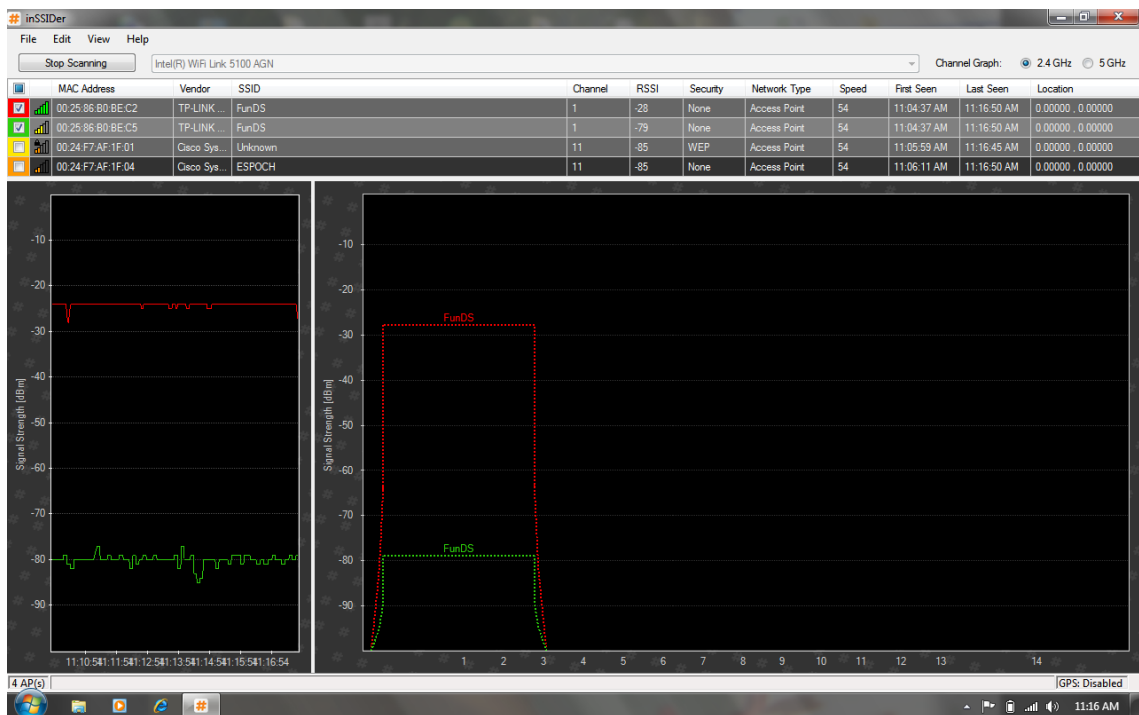


Figura IV-54. Intensidad de señal (dbm) en el segundo piso del edificio

4.6. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Después de haber implementado la red WDS en la Fundación Desarrollo Solidario y haber realizado las pruebas de conectividad, niveles de señal y tráfico entre clientes y puntos de acceso; considerando que la tecnología WDS permite interconectar distintos Puntos de Acceso que soporten Wireless Distribution System (WDS), creando de esta manera un gran red inalámbrica y debido a que, a cada Punto de Acceso se pueden conectar (de forma cableada o inalámbrica) la cantidad máxima de equipos que soporte el aparato, procederemos a demostrar la hipótesis planteada.

4.6.1. Sistema Hipotético

4.6.1.1. Hipótesis de la investigación

El análisis de la tecnología WDS y su aplicación en el diseño de la infraestructura de red inalámbrica en ambiente Open Source, permitirá solucionar la problemática actual en cuanto a conectividad, movilidad, escalabilidad que posee la Fundación Desarrollo Solidario.

4.6.1.2. Operacionalización de las variables

En las siguientes tablas se presentan la operacionalización conceptual y metodológica de las variables, las mismas que se han identificado de acuerdo a la hipótesis:

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN
V1. Análisis de la tecnología WDS y su aplicación en el diseño de la infraestructura de red inalámbrica en ambiente Open Source.	Independiente	Estudio de interoperabilidad, funcionamiento, disposición, ventajas de la tecnología WDS.
V2. Conectividad	Dependiente	Se refiere a la posibilidad de establecer rutas de comunicación entre los usuarios de una red.
V3. Movilidad	Dependiente	Se refiere a la capacidad de los usuarios de poder acceder a la red y sus recursos desde cualquier ubicación dentro del edificio de la Fundación Desarrollo Solidario
V4. Escalabilidad	Dependiente	Es la propiedad deseable de la red que indica su habilidad para extender el margen de operaciones sin perder calidad, o bien para estar preparado para hacerse más grande sin perder calidad en los servicios ofrecidos.

Tabla IV-1. Operacionalización Conceptual de Variables

VARIABLE	TIPO	INDICADORES	TÉCNICA	FUENTE DE VERIFICACIÓN
<p>V1. Análisis de la tecnología WDS y su aplicación en el diseño de la infraestructura de red inalámbrica en ambiente Open Source.</p>	<p>Independiente</p>	<p>I1. Funcionamiento de WDS.</p> <p>I2. Interoperabilidad de WDS.</p> <p>I3. Ventajas de la tecnología WDS</p> <p>I4. Disposición de un sistema de distribución inalámbrico</p>	<p>Análisis</p> <p>Recopilación de información</p> <p>Observación</p> <p>Lectura Científica</p>	<p>Información bibliográfica(libros, internet, tesis)</p>

Tabla IV-2. Operacionalización Metodológica de la Variable Independiente

VARIABLE	TIPO	INDICADORES	HERRAMIENTA	FUENTE DE VERIFICACIÓN
V2. Conectividad	Dependiente	I5. Usuarios conectados a la red	Ipconfig para verificar la configuración TCP/IP y Ping hacia el gateway para verificar conectividad del nivel IP	Información bibliográfica (libros, internet, tesis)
		I6. Usuarios con acceso a internet	Navegador web en equipos de usuarios	
		I7. Usuarios con acceso a servidores	Ejecutar de windows e ipconfig /all, para verificar si su configuración TCP/IP fue asignada por el servidor dhcp	
		I8. Tráfico entre puntos de acceso: paquetes enviados y paquetes recibidos utilizando WDS	Winbox de Mikrotik	
V3. Movilidad	Dependiente	I9. Intensidad de señal con el tiempo en el primer piso para acceder a la red	Inssider	Pruebas de campo
		I10. Intensidad de señal con el tiempo en el segundo piso para acceder a la red		
V4. Escalabilidad	Dependiente	I11. Posibilidad de conectar de manera inalámbrica Puntos de Acceso	Análisis, lectura científica	Personal involucrado en el área

Tabla IV-3. Operacionalización Metodológica de las Variables Dependientes

4.6.2. Descripción de variables con sus respectivos indicadores

4.6.2.1. Escala de medición.

Para la medición, se va a considerar una escala de 0 a 100, según el indicador de cada variable dependiente, para lo cual de acuerdo a la herramienta utilizada, se calculará el respectivo porcentaje para obtener el valor cuantitativo de cada indicador.

4.6.2.2. V1. Variable Independiente: Análisis de la tecnología WDS y su aplicación en el diseño de la infraestructura de red inalámbrica en ambiente Open Source.

4.6.2.2.1. Indicadores

I1. Funcionamiento de WDS

El funcionamiento de WDS se refiere al direccionamiento que la tecnología utiliza para su comunicación, como es su flujo de tráfico y roaming.

I2. Interoperabilidad de WDS

Son las posibilidades de conseguir productos con WDS habilitado de múltiples fabricantes que sean compatibles con los demás.

I3. Ventajas de la tecnología WDS

Representa las consideraciones que conducirán al usuario a decidir utilizar la tecnología WDS.

I4. Disposición de un sistema de distribución inalámbrico

Netamente se refiere a la topología en la que se implementará la infraestructura de red WDS.

4.6.2.3. V2. Variable dependiente: Conectividad

4.6.2.3.1. Indicadores

15. Usuarios conectados a la red

Es la cantidad de usuarios que tienen conectividad de nivel IP en la red inalámbrica de la Fundación. Se mide haciendo ping desde el equipo del usuario hacia el Gateway de la red, si el porcentaje de paquetes perdidos en las estadísticas del ping es 0%, se considera como usuario conectado, para cuantificarlo se toma el porcentaje de la cantidad de usuarios conectados, considerando que el 100% corresponde a los 16 usuarios de la Fundación.

16. Usuarios con acceso a internet

Es la cantidad de usuarios de la fundación que tienen acceso a internet en el edificio. Para ello desde el navegador del equipo se introduce una dirección URL, y si se muestra la página sin inconvenientes se considera como usuario con acceso a internet. La manera de cuantificarlo es porcentual de acuerdo al número de usuarios con acceso a internet, considerando que el 100% son los 16 usuarios de la fundación.

17. Usuarios con acceso a servidores.

Es la cantidad de usuarios que pueden acceder al servidor y utilizar el mismo. Para el efecto, en la máquina de cada usuario se utiliza la herramienta ipconfig /all para verificar que su configuración TCP/IP fue asignada por el servidor DHCP, además, cada usuario intentó acceder al servidor de datos y a imprimir, y si la operación concluyó satisfactoriamente se considera como usuario con acceso a servidores, considerando que el 100% son 16 usuarios.

18. Tráfico entre Puntos de acceso.

Es la cantidad de paquetes por segundo que se envían desde el punto de acceso del primer piso y se reciben en el punto de acceso del segundo piso que utilizan WDS para su

comunicación y viceversa. Para medirlos se utilizó la herramienta Winbox de Mikrotik y la siguiente escala de likert:

Cuantificador	0	0.1 a 50	50 a 99	99 a 100
Porcentaje p/s	0%	0.1% a 50%	50% a 99%	99% a 100%
Calificación	Ninguno	Parcialmente	En su mayor parte	Totalmente

Tabla IV-4. Escala de likert para el indicador 8, variable dependiente: Conectividad

4.6.2.4. V3. Variable dependiente: Movilidad

4.6.2.4.1. Indicadores

19. Intensidad de señal con el tiempo en el primer piso para acceder a la red

Es el grado de fuerza o energía con la que se manifiesta el nivel de señal de los puntos de acceso para los usuarios en el primer piso. Para medirlo se utilizó la herramienta INSSIDER, que mide la intensidad de señal con el tiempo. Se utilizó la siguiente escala de likert:

Cuantificador	0 a 10	11 a 30	31 a 60	61 a 100
Nivel de señal (dbm)	-90 a -100	-89 a -70	-69 a -40	-39 a 0
Calificación	Escasa	Baja	Buena	Excelente

Tabla IV-5. Escala de likert para el indicador 9, variable dependiente: Movilidad

110. Intensidad de señal con el tiempo en el segundo piso para acceder a la red

Es el grado de fuerza o energía con la que se manifiesta el nivel de señal de los puntos de acceso para los usuarios en el primer piso. Para medirlo se utilizó la herramienta INSSIDER, que mide la intensidad de señal con el tiempo. Se utilizó la siguiente escala de likert:

Cuantificador	0 a 10	11 a 30	31 a 60	61 a 100
Nivel de señal (dbm)	-90 a -100	-89 a -70	-69 a -40	-39 a 0
Calificación	Escasa	Baja	Buena	Excelente

Tabla IV-6. Escala de likert para el indicador 10, variable dependiente: Movilidad

4.6.2.5. V4. Variable dependiente: Escalabilidad

4.6.2.5.1. Indicadores

I11. Posibilidad de conectar de manera inalámbrica Puntos de Acceso

Para extender el margen de operaciones y crear una gran red inalámbrica es necesario que los puntos de acceso se puedan comunicar inalámbricamente, con lo que aseguramos la escalabilidad de la infraestructura de red. Para medirla utilizamos la siguiente escala de likert:

Cuantificadores	0	100
Calificación	No es posible	Si es posible

Tabla IV-7. Escala de likert para el indicador 11, variable dependiente: Escalabilidad

4.6.3. Procesamiento de información e interpretación

Para determinar si se solucionó la problemática en cuanto a conectividad, movilidad y escalabilidad se calificará cualitativamente y cuantitativamente los indicadores de las variables dependientes.

V2. Variable dependiente: Conectividad

I5. Usuarios conectados a la red	
Con tecnología WDS	100%
Sin tecnología WDS	31,25%

Tabla IV-8. Usuarios conectados a la red

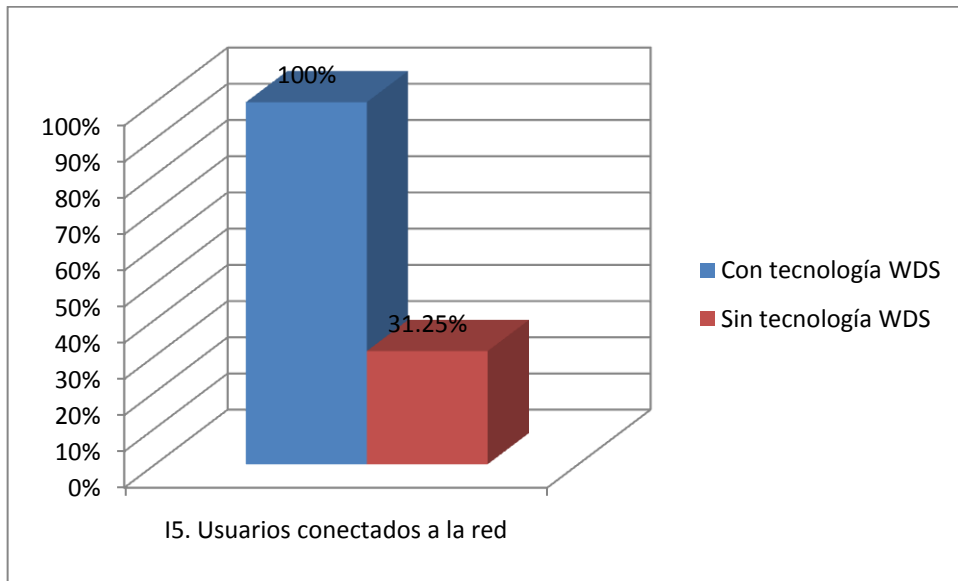


Figura IV-55. Representación gráfica del número de usuarios conectados a la red.

Interpretación

La Figura IV-55 muestra que antes de la implementación de WDS se tenía 5 usuarios (31.25%) conectados a la red, al implementar WDS se obtiene que 16 usuarios (100%) están conectados a la red, resultando el 68.75% de porcentaje de mejora.

I6. Usuarios con acceso a internet	
Con tecnología WDS	100%
Sin tecnología WDS	31,25%

Tabla IV-9. Usuarios con acceso a internet

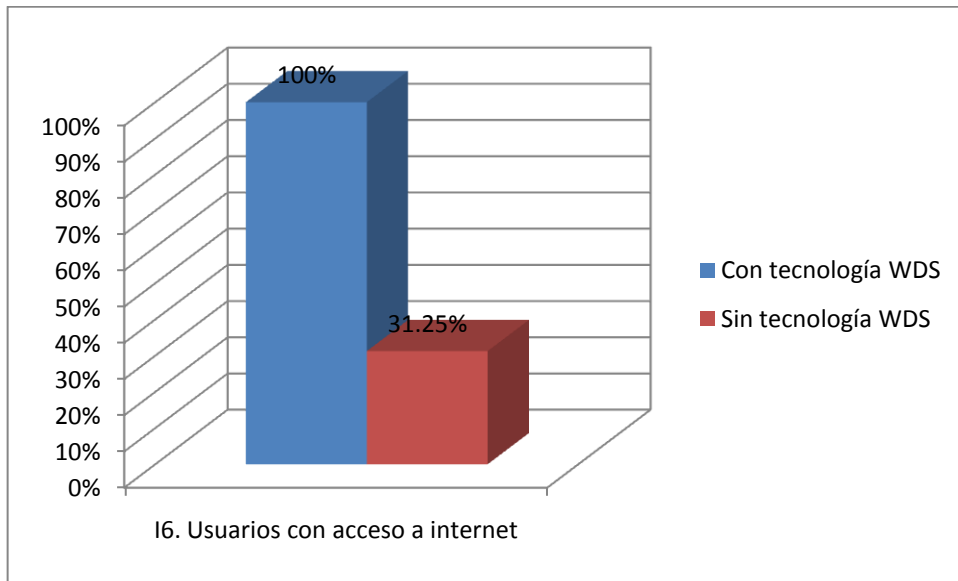


Figura IV-56. Representación gráfica del número de usuarios con acceso a internet.

Interpretación

La figura IV-56 indica que sin WDS sólo 5 usuarios (31.25%) tenían acceso a internet, mientras que 16 usuarios (100%) lo tienen con la implementación de WDS. Esto indica que se mejoró en un 68.75%.

17. Usuarios con acceso a servidores	
Con tecnología WDS	100%
Sin tecnología WDS	31,25%

Tabla IV-10. Número de usuarios con acceso a servidores

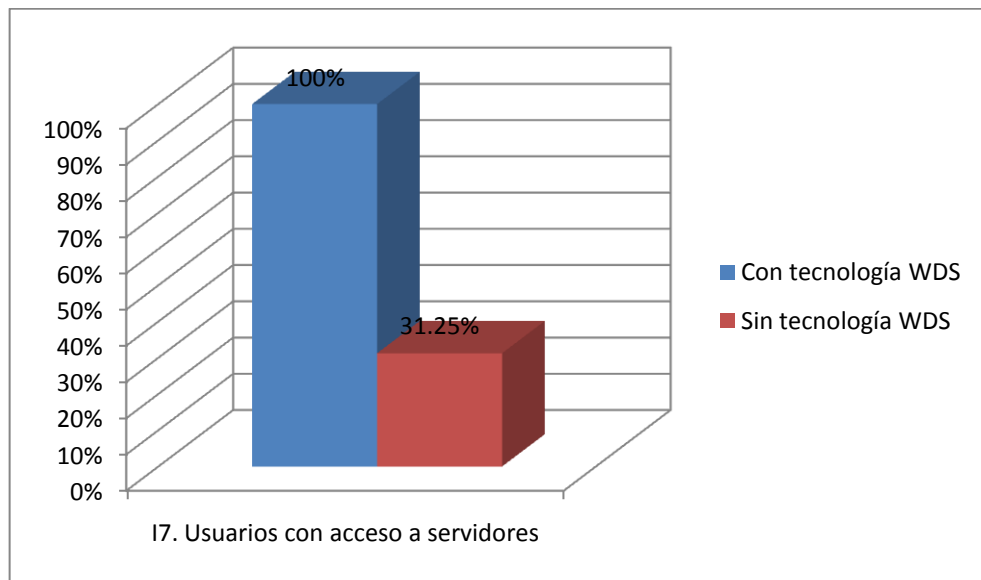


Figura IV-57. Representación gráfica del número de usuarios con acceso a servidores.

Interpretación

La figura IV-57 muestra que sin WDS sólo 5 usuarios (31.25%) tenían acceso a los servidores de la institución, con la implementación de WDS los 16 usuarios (100%) tienen acceso a servidores. Esto indica que se mejoró en un 68.75%.

18. Tráfico entre puntos de acceso	
Con tecnología WDS	100%
Sin tecnología WDS	0

Tabla IV-11. Tráfico entre puntos de acceso

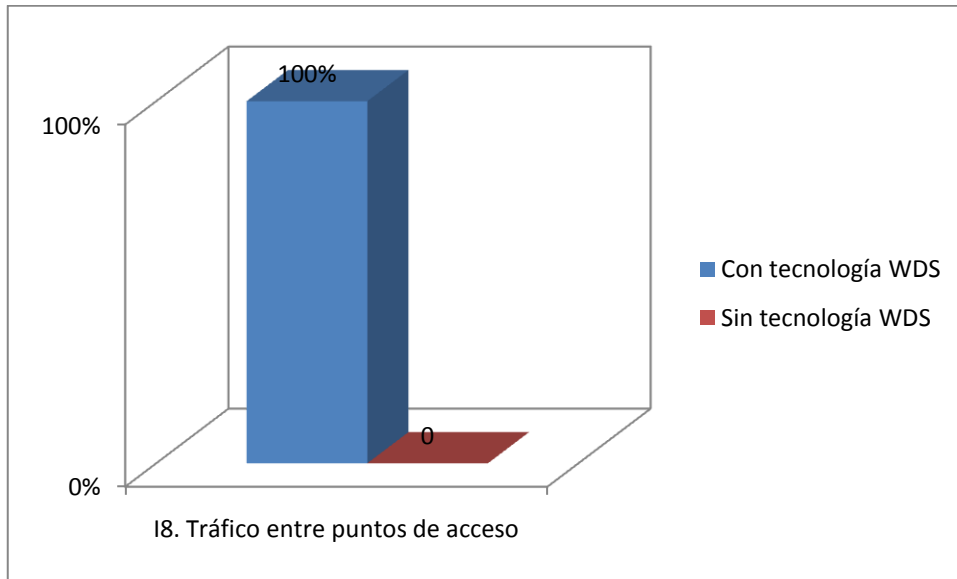


Figura IV-58. Representación gráfica del tráfico entre puntos de acceso.

Interpretación

La figura IV-58 indica que con la tecnología WDS se recibe totalmente (100%) los paquetes enviados entre puntos de acceso, garantizando la comunicación inalámbrica y acceso a servicios entre los usuarios de la Fundación Desarrollo Solidario.

V3. Variable dependiente: Movilidad

19. Intensidad de señal con el tiempo en el primer piso para acceder a la red	
Con tecnología WDS	70%
Sin tecnología WDS	60%

Tabla IV-12. Intensidad de señal con el tiempo en el primer piso para acceder a la red

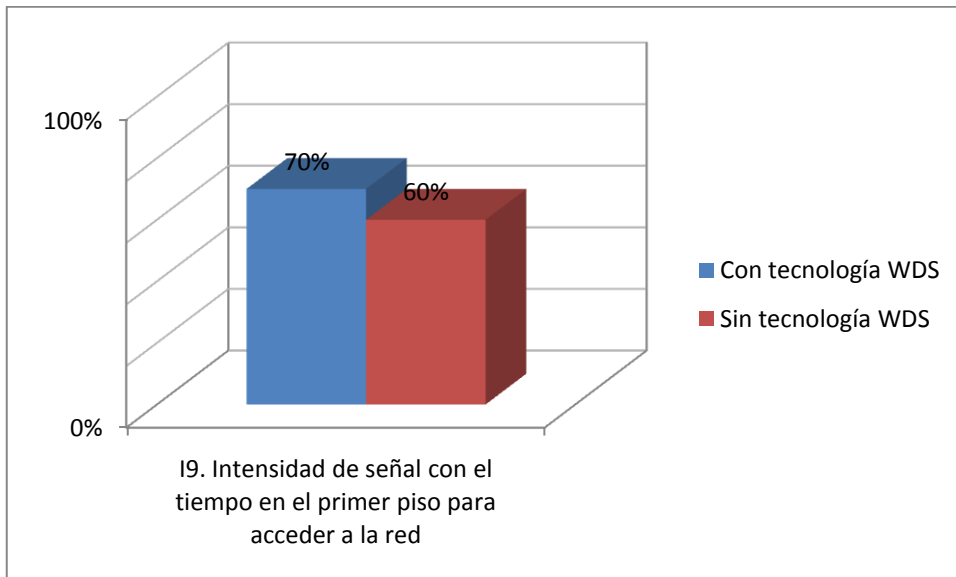


Figura IV-59. Representación gráfica de la intensidad de señal con el tiempo en el primer piso para acceder a la red.

Interpretación

De acuerdo a la escala de likert para el indicador 9, la figura IV-59 muestra que sin WDS tenemos buena intensidad de señal en el primer piso, mientras que con la tecnología WDS tenemos excelente intensidad de señal, mejorando en un 10% la situación anterior, garantizando movilidad en esta parte del edificio de la Fundación.

I10. Intensidad de señal con el tiempo en el segundo piso para acceder a la red	
Con tecnología WDS	70%
Sin tecnología WDS	10%

Tabla IV-13. Intensidad de señal con el tiempo en el segundo piso para acceder a la red

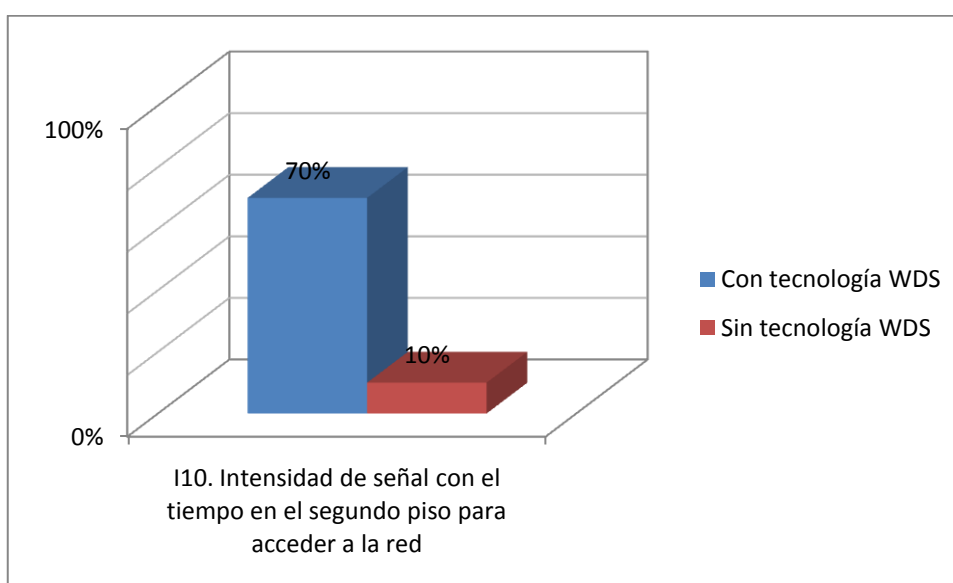


Figura IV-60. Representación gráfica de la intensidad de señal con el tiempo en el segundo piso para acceder a la red.

Interpretación

De acuerdo a la escala de likert para el indicador 9, la figura IV-60 indica que sin WDS tenemos escasa intensidad de señal en el segundo piso, mientras que con WDS tenemos excelente intensidad de señal, mejorando en un 60% la situación anterior. Esto garantiza la cobertura y acceso a la red y servicios en el segundo piso de la Fundación.

I11. Posibilidad de conectar de manera inalámbrica Puntos de Acceso	
Con tecnología WDS	100%
Sin tecnología WDS	0

Tabla IV-14. Posibilidad de conectar de manera inalámbrica Puntos de Acceso

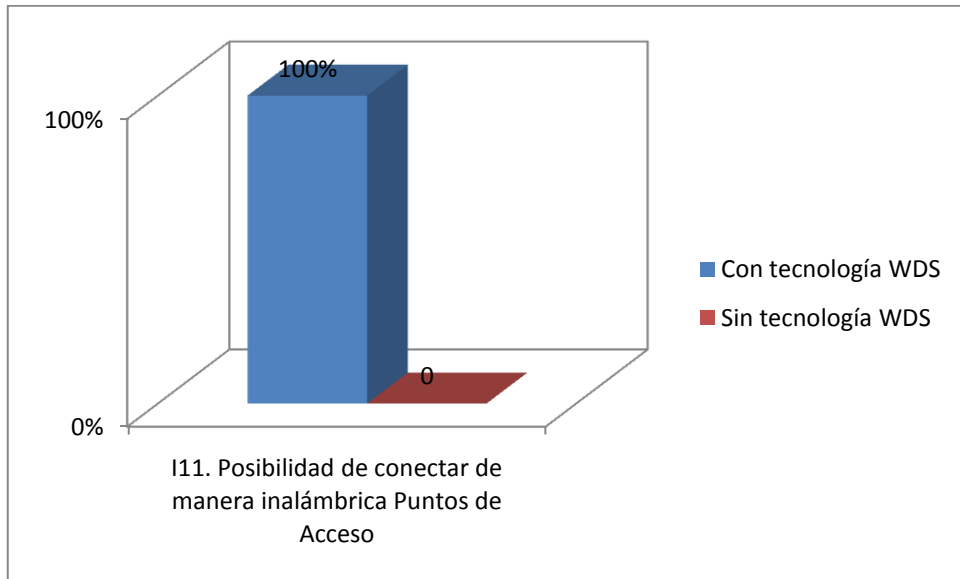


Figura IV-61. Representación gráfica de la posibilidad de conectar de manera inalámbrica Puntos de Acceso

Interpretación

De acuerdo a la escala de likert para el indicador 11, la figura IV-61 muestra que sin WDS no es posible interconectar de manera inalámbrica los puntos de acceso, mientras q con WDS sí; esto garantiza la escalabilidad de la infraestructura de red, solucionando la problemática anterior.

4.6.4. Tabla de resumen de la variable dependiente y sus puntajes totales

A continuación se presentan los resultados generales del análisis de las variables dependientes de la hipótesis:

Variables Dependientes	Indicadores	Variable independiente		Porcentaje de mejora (%)
		Con tecnología WDS	Sin tecnología WDS	
Conectividad	I5	100	31,25	68,75
	I6	100	31,25	68,75
	I7	100	31,25	68,75
	I8	100	0	100
Total 1		400	93,75	Promedio de mejora: 76.56%
Movilidad	I9	70	60	10
	I10	70	10	60
Total 2		140	70	Promedio de mejora: 35%
Escalabilidad	I11	100	0	100
Total 3		100	0	Promedio de mejora: 100%
Sumatoria Total		640	163,75	Promedio total de mejora: 70,52%

Tabla IV-15. Resultados obtenidos para variables dependientes y porcentajes de mejora con la utilización de WDS

Como resultado del análisis y de acuerdo al puntaje logrado para cada una de las variables se ha obtenido como consecuencia que la tecnología WDS ha conseguido el puntaje de 640 el cual es el más alto, y un promedio de mejora del 70,52% con relación a la situación anterior que presentaba la Fundación Desarrollo Solidario; con lo que se comprueba que: “El análisis de la tecnología WDS y su aplicación en el diseño de la infraestructura de red inalámbrica en ambiente Open Source, soluciona la problemática en cuanto a conectividad, movilidad, escalabilidad que existía en la Fundación Desarrollo Solidario”.

4.6.5. Aplicación del método estadístico Chi Cuadrado para la comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis planteada en la investigación debemos calcular el estadístico Chi Cuadrado a partir de los datos que se han obtenido de los resultados que se lograron del análisis a manera de cuadros comparativos, en los cuales se calificaron los indicadores de cada variable cualitativamente y cuantitativamente según el criterio del autor basándose en los resultados teóricos y prácticos. A continuación se consideró la hipótesis nula H_0 y la hipótesis de investigación H_1 .

H₁: *El análisis de la tecnología WDS y su aplicación en el diseño de la infraestructura de red inalámbrica en ambiente Open Source, permitirá solucionar la problemática actual en cuanto a conectividad, movilidad, escalabilidad que posee la Fundación Desarrollo Solidario.*

H₀: *El análisis de la tecnología WDS y su aplicación en el diseño de la infraestructura de red inalámbrica en ambiente Open Source, no permitirá solucionar la problemática actual en cuanto a conectividad, movilidad, escalabilidad que posee la Fundación Desarrollo Solidario.*

A continuación se presenta los resultados obtenidos para las variables dependientes tanto con el uso de la tecnología WDS como sin el uso de la misma.

Variable Independiente ↓	Variable dependiente → Conectividad, Movilidad, Escalabilidad		
<i>Análisis de la tecnología WDS y su aplicación en el diseño de la infraestructura de red inalámbrica en ambiente Open Source.</i>	Indicadores	Con tecnología WDS	Sin tecnología WDS
Conectividad	I5: Usuarios conectados a la red	100	31,25
	I6: Usuarios con acceso a internet	100	31,25
	I7: Usuarios con acceso a servidores	100	31,25
	I8: Tráfico entre puntos de acceso	100	0
Movilidad	I9: Intensidad de señal con el tiempo en el primer piso para acceder a la red	70	60
	I10: Intensidad de señal con el tiempo en el segundo piso para acceder a la red	70	10
Escalabilidad	I11: Posibilidad de conectar de manera inalámbrica Puntos de Acceso	100	0

Tabla IV-16. Resultados totales obtenidos para variables dependientes en el análisis de la hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis de la investigación, seguiremos los siguientes pasos:

- Frecuencias Observadas

Las frecuencias observadas se encuentran sumando los indicadores de cada variable dependiente sobre la utilización de la tecnología, obteniendo la siguiente tabla:

	Con tecnología WDS	Sin tecnología WDS	Sumatoria de cada variable
Conectividad	400	93,75	493,75
Movilidad	140	70	210
Escalabilidad	100	0	100
TOTAL	640	163,75	803,75

Tabla IV-17. Frecuencias observadas de cada variable dependiente de la hipótesis

La tabla nos muestra la tabla de contingencia creada para el cálculo del chi cuadrado, contiene las variables estudiadas: Conectividad, Movilidad y Escalabilidad según la utilización o no de la tecnología WDS.

- Frecuencias esperadas

Las frecuencias esperadas de cada celda, se calcula mediante la siguiente fórmula aplicada a la tabla de frecuencias observadas:

$$f_e = \frac{(total_de_fila)(total_de_columna)}{N}$$

Ecuación 1: fórmula para calcular la frecuencia esperada

Donde N es el número total de frecuencias observadas.

A continuación se presentan los valores obtenidos aplicando la fórmula descrita anteriormente:

	Con tecnología WDS	Sin tecnología WDS	Sumatoria de cada variable
Conectividad	393,1571	100,5929	493,7500
Movilidad	167,2162	42,7838	210,0000
Escalabilidad	79,6267	20,3733	100,0000
TOTAL	640,0000	163,7500	803,7500

Tabla IV-18. Frecuencias esperadas de cada variable dependiente de la hipótesis

- Sumatoria de X^2

Una vez obtenidas las frecuencias esperadas, se aplica la siguiente fórmula de ji cuadrado para cada una de las celdas de la tabla:

$$X^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Ecuación 2: fórmula para calcular ji cuadrado

Donde

O es la frecuencia observada en cada celda y

E es la frecuencia esperada en cada celda

SUMATORIA DE X^2				
Observado (O)	Esperado(E)	(O-E)	(O-E)²	{(O-E)²/E}
400,0000	393,1571	6,8429	46,8253	0,1191
93,7500	100,5929	-6,8429	46,8253	0,4655
140,0000	167,2162	-27,2162	740,7215	4,4297
70,0000	42,7838	27,2162	740,7215	17,3131
100,0000	79,6267	20,3733	415,0714	5,2127
0,0000	20,3733	-20,3733	415,0714	20,3733
				$X^2 = 47,9135$

Tabla IV-19. Cálculo de chi cuadrado

Interpretación:

La tabla nos proporciona el valor X^2 , para saber si ese valor es o no significativo, se debe determinar los grados de libertad mediante la siguiente fórmula:

$$GL=(f-1)(c-1)$$

Ecuación 3: Fórmula para calcular los grados de libertad

Donde:

F es el numero de filas de la tabla de contingencia sin contar los totales y

c es el numero de columnas de la tabla de contingencia sin contar los totales

$$GL = (3-1)(2-1) \rightarrow GL=2$$

De la tabla de distribución de X^2 que se encuentra en el Anexo 3, eligiendo como nivel de significación: $\alpha = 0.05$ con una cola GL = 2 el valor critico de la prueba $X_{\alpha}^2 = 5,99$.

- Criterio de decisión

- ✓ SI X^2 calculado es mayor a X_{α}^2 (Valor crítico) de la tabla de distribución se rechaza la hipótesis nula H_0 y por lo tanto se acepta la hipótesis de Investigación.

- ✓ SI X^2 calculado es menor a X_{α}^2 (Valor crítico) de la tabla de distribución se acepta la hipótesis nula H_0 y por lo tanto se rechaza la hipótesis de Investigación.

- Gráfica χ^2 e interpretación

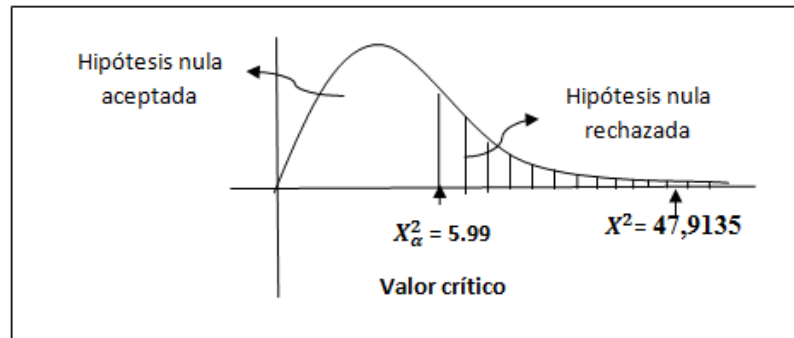


Figura IV-62. Curva de análisis de chi-cuadrado

Interpretación:

Como podemos observar en la Figura IV.62 el valor del estadístico Chi Cuadrado calculado ($X^2 = 47,9135$) es mucho mayor que el nivel crítico ($X^2_{\alpha} = 5,99$) es decir se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto en este caso se corrobora la hipótesis planteada en la investigación, es decir, *El análisis de la tecnología WDS y su aplicación en el diseño de la infraestructura de red inalámbrica en ambiente Open Source, si permite solucionar la problemática en cuanto a conectividad, movilidad, escalabilidad que existía la Fundación Desarrollo Solidario.*

4.6.6. Resultados de la implementación

Se cumplió con los requerimientos para los que fue diseñada la red inalámbrica:

- Permitir la conexión simultánea del número máximo de usuarios que se encuentran detallados en la tabla III-3, que constan de 26 usuarios; es decir, la red tiene total disponibilidad para los 26 usuarios.

- La red inalámbrica soporta aplicaciones como correo electrónico, navegación en Internet, acceso al servidor de archivos y de impresión, transferencia de archivos; además aplicaciones multimedia.
- La red garantiza un correcto desempeño de las aplicaciones que se ejecuten sobre ella, sabiendo que el tráfico estimado estadísticamente dio un total de aproximadamente 3,43 Mbps.
- La red trabaja con equipos que cumplan el estándar 802.11 b/g, que utilizan la banda de 2.4GHz y que brindan velocidades de conexión de hasta 54 Mbps, llegando incluso algunos fabricantes a ofrecer 108 Mbps. De esta manera, al usar un equipo por planta con velocidades de 54 Mbps se está garantizando un correcto desempeño de la red para el tráfico estimado.

De esta manera se demuestra técnicamente que se solucionó el problema en cuanto a conectividad, movilidad y escalabilidad que existía en la Fundación Desarrollo Solidario.

CONCLUSIONES

1. Al analizar los conceptos, elementos, arquitectura y estándares que intervienen en la infraestructura WDS, estos ofrecen una gran flexibilidad a bajo costo y como tal pueden ser aplicados en muchas situaciones útiles, además la tecnología permite conectar de forma inalámbrica los puntos de acceso, y al hacerlo extienden una infraestructura cableada de red a lugares donde el cableado no es posible o es ineficaz hacerlo.

2. Previo a la realización del diseño de una red, es imprescindible examinar sus requerimientos, para lo cual se toman en cuenta varios aspectos como el estudio del lugar de implementación, las aplicaciones que van a correr sobre la red y las necesidades de los usuarios; pues al tener una visión general de su condición y parámetros de funcionamiento nos permite establecer las consideraciones de diseño y los requerimientos de la nueva red, garantizando de esta manera un correcto desempeño de la red diseñada cuando ésta sea implementada.

3. Con la aplicación de WDS (Wireless Distribution System), en la implementación de la infraestructura de red inalámbrica para la Fundación Desarrollo Solidario, se logró el 100% de conectividad entre los usuarios de la red, el 70% en cuanto a movilidad en el edificio y el 100% de escalabilidad para extender el margen de operaciones sin perder calidad en los servicios ofrecidos, redundando en mejoras en el campo científico y en el ámbito social.

4. Se instaló un servidor GNU/Linux en el que se configuró el protocolo DHCP de asignación dinámica, el mismo que supervisa y distribuye las direcciones IP de la Red de Área Local asignando su propia información de configuración de red (dirección IP; máscara de sub-red, puerta de enlace, etc.) a cada anfitrión que se una a la red; también se configuró un servidor SAMBA que es una implementación de servicios y protocolos que configura directorios Unix y GNU/Linux (incluyendo sus subdirectorios) como recursos para compartir a través de la red, para que puedan ser accedidos y utilizados por cualquier miembro de la red WLAN. Cada directorio puede tener diferentes permisos de acceso sobrepuestos a las protecciones del sistema de archivos que se esté usando en GNU/Linux.

5. Finalmente se concluye que el presente análisis de la tecnología WDS, su aplicación en el diseño de infraestructura de red inalámbrica y su implementación en ambiente open source, permitió solucionar la problemática en cuanto a conectividad, movilidad, escalabilidad que existía en la Fundación Desarrollo Solidario, brindando disponibilidad total para los 26 usuarios, garantizando un correcto desempeño de las aplicaciones que se ejecuten sobre la red y permitiendo la interconexión de hasta 6 puntos de acceso inalámbricos para brindar escalabilidad y cobertura total en el edificio.

RECOMENDACIONES

1. WDS fue diseñado principalmente para entornos Roaming hotspot. Supongamos un escenario donde una red LAN debe ser cubierta con señal inalámbrica, para que sus miembros puedan acceder a Internet; en la mayoría de casos como éste, un Punto de Acceso inalámbrico no dará la cobertura deseada que se necesita, y, por lo tanto, un segundo Punto de acceso inalámbrico debe integrarse en la solución. La mejor manera para conseguir que los dos o más puntos de acceso se comuniquen entre sí y con los clientes, al mismo tiempo, es la utilización de WDS.
2. Se debe contar con un buen sistema de administración enfocado a mantener una red eficiente y con altos niveles de disponibilidad, realizando tareas de monitoreo, la atención a fallas, configuración y seguridad, lo que ayudará a mantener la operatividad de los recursos y el buen estado de los mismos.
3. Hay que considerar cuidadosamente la colocación de sus puntos de acceso WDS. Al igual que con cualquier equipo de LAN inalámbrica, la velocidad de un enlace WDS depende fundamentalmente de la intensidad de la señal. Dado que cada salto WDS disminuye el rendimiento disponible aproximadamente a la mitad, no desea reducir más su velocidad de enlace por el espaciamiento de sus puntos de acceso WDS.
4. Debido a que claves de cifrado asignadas y rotadas dinámicamente no son compatibles con una conexión WDS y que solo las claves WEP estáticas pueden ser utilizadas en una conexión WDS, incluidas las que asocian las estaciones con un Punto de Acceso de repetición WDS, se recomienda la implementación de un servidor de autenticación RADIUS, lo que permitirá el acceso a la red solo a usuarios autorizados.

RESUMEN

Se diseñó e implementó una infraestructura de red inalámbrica utilizando tecnología Wireless Distribution System (WDS), con la finalidad de solucionar la problemática en cuanto a conectividad, movilidad, escalabilidad en la Fundación Desarrollo Solidario ubicada en la ciudad de Riobamba.

Se utilizó 2 PCs Dell como puntos de acceso, a las que se agregó tarjetas pci inalámbricas con antenas omnidireccionales de ganancia 5 dbi, instalándoles sistema Mikrotik RouterOS en el cual se configuró WDS, utilizando modem Huawei para conexión y acceso a internet. Se configuró un servidor dhcp y samba en un equipo HP Proliant bajo sistema operativo CentOS, utilizando método inductivo, con Wi-Fi en equipos para red inalámbrica.

Con WDS se logró interconectar inalámbricamente los puntos de acceso. Al implementar la red, se verificó que existe 100% de conectividad entre equipos; soporta tráfico estimado en un 3,43 Mbps entre correo electrónico, navegación en Internet, acceso a servidores con conexión simultánea para 26 usuarios de la Fundación; garantiza un correcto desempeño de aplicaciones; proporciona información en tiempo real en cualquier lugar dentro de la organización, solucionando en un 100% la problemática en cuanto a movilidad. Con referencia a escalabilidad, la red tiene capacidad de cambiar su tamaño o configuración para adaptarse a un mayor número de usuarios agregando un punto de acceso.

Se recomienda al administrador de la red, realizar actividades de monitoreo, atención de fallas, configuración y seguridad para ayudar a mantener la operatividad de recursos y buen desempeño de la red.

SUMMARY

A wireless network infrastructure was designed and implemented using the Wireless Distribution System (WDS), to solve the problems as to connectivity, mobility, scalability at the Fundación Desarrollo Solidario located in Riobamba city.

Two PCs Dell were used as access points to which wireless pci cards with omnidirectional antennas of 5 dbi gain were added, the Mikrotik RouterOS System was installed in which the WDS was formed using the modem Huawei for the internet connection and access. A server DHCP and Samba were formed in HP Proliant equipment under the operative system CentOS, using the inductive method with Wi-Fi in equipment for wireless network.

With the WDS it was possible to wirelessly interconnect the access points. Upon implementing the network, it was noticed that there is 100% connectivity between the equipment items; it copes with an esteemed traffic of 3.43 Mbps between the electronic mail, internet navigation and server access with a simultaneous connection for 26 users of the Foundation; it guarantees a correct performance of the applications; it provides information in real time in any place within the organization solving by a 100% the mobility problems. As to scalability, the network is capable of changing its size or configuration to adapt itself to a higher number of users adding an access point.

The network manager is recommended to carry out monitoring, troubleshooting, configuration and security activities to help maintain the resource operation and the good network performance.

GLOSARIO

Adaptabilidad	Facilidad con la que un sistema o un componente pueden modificarse para corregir errores, mejorar su rendimiento u otros atributos, o adaptarse a cambios del entorno.
Cifrado	Aplicación de un algoritmo específico a los datos a fin de alterar su apariencia y volverlos incomprensibles para quienes no estén autorizados a ver la información.
Cobertura	Se refiere al área geográfica que cubre una estación específica. Las estaciones transmisoras y las compañías de telecomunicaciones generan mapas de cobertura que le indican a sus usuarios el área en la ofrecen sus servicios. La cobertura suele dividirse en exterior o interior y de voz o de datos (Internet móvil).
Conectividad	Posibilidad de establecer rutas de comunicación entre distintos puntos de una red o entre distintas redes de comunicaciones o entre usuarios de una o de varias redes.
Consolidación	Adquisición de firmeza y solidez
Disponibilidad	Disponibilidad se refiere a la habilidad de la comunidad de usuarios para acceder al sistema o red, someter nuevos trabajos, actualizar o alterar trabajos existentes o recoger los resultados de trabajos previos. Si un usuario no puede acceder al sistema se dice que está no disponible.
Eficiencia	Se define como la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. No debe confundirse con eficacia que se define como la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.
Escalabilidad	Es la propiedad deseable de un sistema, una red o un proceso, que indica su habilidad para extender el margen de operaciones sin perder calidad, o bien manejar el crecimiento continuo de trabajo de manera fluida, o bien para estar preparado para hacerse más grande sin perder calidad en los servicios ofrecidos. En general, también se podría definir como la capacidad del sistema informático de cambiar su tamaño o configuración para adaptarse a las circunstancias cambiantes.
Espectro	Se denomina <i>espectro electromagnético</i> o simplemente <i>espectro</i> a la radiación electromagnética que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) una sustancia. Dicha radiación sirve para identificar la sustancia de manera análoga a una huella dactilar. Los espectros se pueden observar mediante espectroscopios que, además

de permitir observar el espectro, permiten realizar medidas sobre éste, como la longitud de onda, la frecuencia y la intensidad de la radiación. Espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas

Estándares	Un estándar es una especificación que regula la realización de ciertos procesos o la fabricación de componentes para garantizar la interoperabilidad.
Flexibilidad	La Flexibilidad es la capacidad de adaptarse rápidamente a las circunstancias, los tiempos y las personas, rectificando oportunamente nuestras actitudes y puntos de vista para lograr una mejor convivencia y entendimiento con los demás.
Hardware	Corresponde a todas las partes físicas y tangibles de una computadora: sus componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos; sus cables, gabinetes o cajas, periféricos de todo tipo y cualquier otro elemento físico involucrado; contrariamente al soporte lógico e intangible que es llamado <i>software</i> .
Host	Es usado en informática para referirse a los computadores conectados a la red, que proveen o utilizan servicios a/de ella. Los usuarios deben utilizar hosts para tener acceso a la red. En general, los hosts son computadores mono o multiusuario que ofrecen servicios de transferencia de archivos, conexión remota, servidores de base de datos, servidores WWW, etc. Los usuarios que hacen uso de los hosts pueden a su vez pedir los mismos servicios a otras máquinas conectadas a la red.
Infraestructura	Es aquella realización humana diseñada y dirigida por profesionales de Telecomunicaciones, que sirven de soporte para el desarrollo de otras actividades y su funcionamiento, necesario en la organización estructural de las ciudades y empresas.
Infrarrojos	Es un tipo de luz que no podemos ver con nuestros ojos. Nuestros ojos pueden solamente ver lo que llamamos luz visible. La luz infrarroja nos brinda información especial que no podemos obtener de la luz visible. Nos muestra cuánto calor tiene alguna cosa y nos da información sobre la temperatura de un objeto. Todas las cosas tienen algo de calor e irradian luz infrarroja.
Interconexión	Es la conexión física y lógica entre dos o más redes de telecomunicaciones. Su objetivo es facilitar que los usuarios de cualquier operador se puedan comunicar con los usuarios de los demás operadores, y dar acceso a los servicios ofrecidos por las distintas redes. Concretamente, la Unión Internacional de Telecomunicaciones define a la interconexión como: "los arreglos comerciales y técnicos bajo los cuáles los proveedores de servicios conectan sus equipos,

redes y servicios para permitir a los consumidores acceder a servicios y redes de otros proveedores de servicios.

Interferencia	Es cualquier proceso que altera, modifica o destruye una señal durante su trayecto en el canal existente entre el emisor y el receptor. La palabra <i>destrucción</i> , en este caso, debe entenderse en el sentido de que las ondas cambian de forma al unirse con otras; esto es, después de la interferencia normalmente vuelven a ser las mismas ondas con la misma frecuencia.
Interoperabilidad	Capacidad de los sistemas de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), y de los procesos empresariales a los que apoyan, de intercambiar procesos o datos y posibilitar la puesta en común de información y conocimientos.
Microondas	Se denomina microondas a las ondas electromagnéticas definidas en un rango de frecuencias determinado; generalmente de entre 300 MHz y 300 GHz.
Modem	Es un dispositivo que sirve para enviar una señal llamada <i>portadora</i> mediante otra señal de entrada llamada <i>moduladora</i> . Se han usado módems desde los años 60, principalmente debido a que la transmisión directa de las señales electrónicas inteligibles, a largas distancias, no es eficiente, por ejemplo, para transmitir señales de audio por el aire, se requerirían antenas de gran tamaño (del orden de cientos de metros) para su correcta recepción. Es habitual encontrar en muchos módems de red conmutada la facilidad de respuesta y marcación automática, que les permiten conectarse cuando reciben una llamada de la RTPC (Red Telefónica Pública Conmutada) y proceder a la marcación de cualquier número previamente grabado por el usuario. Gracias a estas funciones se pueden realizar automáticamente todas las operaciones de establecimiento de la comunicación.
Movilidad	Se refiere a la capacidad de los usuarios de poder acceder a la red y sus recursos desde cualquier ubicación dentro del edificio de la Fundación Desarrollo Solidario
Portadora	Es una forma de onda, generalmente sinusoidal, que es modulada por una señal que se quiere transmitir. Esta onda portadora es de una frecuencia mucho más alta que la de la señal moduladora (la señal que contiene la información a transmitir). Al modular una señal desplazamos su contenido espectral en frecuencia, ocupando un cierto ancho de banda alrededor de la frecuencia de la onda portadora. Esto nos permite multiplexar en frecuencia varias señales simplemente utilizando diferentes ondas portadoras y conseguir así un uso más eficiente del espectro de frecuencias. Otra ventaja de la modulación mediante ondas portadoras es la mayor facilidad en la transmisión de

la información. Resulta más barato transmitir una señal de frecuencia alta (como es la modulada) y el alcance es mayor.

Productividad	Es la razón entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de producto utilizado con la cantidad de producción obtenida.
Pseudoaleatoria	Es cualquier grupo de secuencias binarias que presentan propiedades aleatorias parecidas a las del ruido. Las secuencias de pseudoruido se distinguen de las secuencias aleatorias de verdad en que muestran una periodicidad. Es decir, están formadas por una serie periódica de números positivos y negativos, o bits, de longitud N. A uno de estos bits de una secuencia de pseudoruido se le llama <i>chip</i> .
Radiofrecuencia	También denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 Hz y unos 300 GHz. El Hertz es la unidad de medida de la frecuencia de las ondas radioeléctricas, y corresponde a un ciclo por segundo. Las ondas electromagnéticas de esta región del espectro se pueden transmitir aplicando la corriente alterna originada en un generador a una antena.
Red	Es un conjunto de equipos conectados por medio de cables, señales, ondas o cualquier otro método de transporte de datos, que comparten información (archivos), recursos (CD-ROM, impresoras, etc.), servicios (acceso a internet, e-mail, chat, juegos), etc. incrementando la eficiencia y productividad de las personas. Una red de comunicaciones es un conjunto de medios técnicos que permiten la comunicación a distancia entre equipos autónomos (no jerárquica -master/slave-). Normalmente se trata de transmitir datos, audio y vídeo por ondas electromagnéticas a través de diversos medios (aire, vacío, cable de cobre, cable de fibra óptica, etc.).
Remoto	Se considera Administración Remota a la funcionalidad de algunos programas que permiten realizar ciertos tipos de acciones desde un equipo local y que las mismas se ejecuten en otro equipo remoto. Por ejemplo, con una herramienta o aplicación de <i>administración remota</i> , el responsable de una red informática puede acceder a otra computadora para ver si la misma tiene problemas, sin necesidad de moverse de su escritorio.
Requerimientos	Es una necesidad documentada sobre el contenido, forma o funcionalidad de un producto o servicio. Se usa en un sentido formal en la ingeniería de sistemas o la ingeniería de software. En la ingeniería

clásica, los requerimientos se utilizan como datos de entrada en la etapa de diseño del producto. Establecen QUÉ debe hacer el sistema, pero NO CÓMO hacerlo.

- Router** El encaminador (calco del inglés *router*), direccionador, ruteador o encaminador es un dispositivo de hardware para interconexión de red de ordenadores que opera en la capa tres (nivel de red). Un enrutador es un dispositivo para la interconexión de redes informáticas que permite asegurar el enrutamiento de paquetes entre redes o determinar la ruta que debe tomar el paquete de datos.
- Router-ADSL** El router ADSL es un dispositivo que permite conectar uno o varios equipos o incluso una red de área local (LAN). Realmente se trata de varios componentes en uno. Realiza las funciones de: Puerta de enlace, ya que proporciona salida hacia el exterior a una red local. Router: cuando le llega un paquete procedente de Internet, lo dirige hacia la interfaz destino por el camino correspondiente, es decir, es capaz de encaminar paquetes IP. Módem ADSL: modula las señales enviadas desde la red local para que puedan transmitirse por la línea ADSL y demodula las señales recibidas por ésta para que los equipos de la LAN puedan interpretarlas. De hecho, existen configuraciones formadas por un módem ADSL y un router que hacen la misma función que un router ADSL. Punto de acceso wireless: algunos router ADSL permiten la comunicación vía Wireless (sin cables) con los equipos de la red local.
- Software** Se conoce como software al equipamiento lógico o soporte lógico de una computadora digital; comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas, en contraposición a los componentes físicos del sistema, llamados hardware. Tales componentes lógicos incluyen, entre muchos otros, aplicaciones informáticas —como el procesador de textos, que permite al usuario realizar todas las tareas concernientes a la edición de textos— o el software de sistema —tal como el sistema operativo, que, básicamente, permite al resto de los programas funcionar adecuadamente, facilitando la interacción con los componentes físicos y el resto de las aplicaciones, proporcionando también una interfaz para el usuario—.
- Topología** La topología de red se define como la cadena de comunicación usada por los nodos que conforman una red para comunicarse. Un ejemplo claro de esto es la topología de árbol, la cual es llamada así por su apariencia estética, por la cual puede comenzar con la inserción del servicio de internet desde el proveedor, pasando por el router, luego por un switch y este deriva a otro switch u otro router o sencillamente a los hosts (estaciones de trabajo), el resultado de esto es una red con apariencia de árbol porque desde el primer router que se tiene se ramifica la distribución de internet dando lugar a la creación de nuevas redes o subredes tanto internas como externas. Además de la

topología estética, se puede dar una topología lógica a la red y eso dependerá de lo que se necesite en el momento.

Ubicua

Dicho principalmente de Dios: Que está presente a un mismo tiempo en todas partes. Dicho de una persona: Que todo lo quiere presenciar y vive en continuo movimiento.

ANEXOS

ANEXO 1

Datasheet 108m Wireless PCI
Adapter TL-WN651G

ANEXO 2

Datasheet HP Proliant ML150
Generation 5 Server

ANEXO 3

Tabla de la distribución Chi Cuadrado
 χ^2

ANEXO 4

Lista de Hardware Compatible con
Mikrotik

Anexo 5

Manual Winbox

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

LIBROS CONSULTADOS

- [1] BARRIOS, J. Implementación de Servidores con GNU/Linux. 9na.ed. México: s.edit., 2009.
pp. 31-214, 262-266, 312-321.
- [2] CISCO NETWORKING ACADEMY PROGRAM. Fundamentals of Wireless LANs (Notas de
Curso)
- [3] DI RIENZO, V.; PICA, G. y ROCHE, E. Implementación de una Red para la Empresa Royal
Tech. Tesis Ing. en Telecom. Argentina. Universidad Blas Pascal. 2008. 197p.
- [4] GUZMAN, J.L. Análisis y Diseño de una Red Inalámbrica para la Empresa Bio-Electrónica
Blanco S.A. Tesis Ing. Elec. y Telecom. Quito. Escuela Politécnica Nacional. Facultad
de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. 2009. 142 p.
- [5] OUELLET, E. et al. Building a Cisco wireless LAN. United States of America: Syngress. 2002.
pp. 1 – 91

INTERNET

- [1] DATASHEET HP PROLIANT ML150 GENERATION 5 SERVER
http://www.traffix.de/uploads/media/ML150_G5_DataSheet.pdf
2010/07/29

[2] HOW DO I SET UP WDS USING MIKROTIK.

<http://www.paydartelem.com/files/pdf/how-do-i-set-up-wds-using-mikrotik.pdf>

2010/03/25

[3] HOW TO: SETTING UP WDS BRIDGING/REPEATING.

<http://www.tomsguide.com/us/how-to-wds-bridge,review-253-3.html>

2010/03/15

[4] LISTA DE HARDWARE COMPATIBLE CON MIKROTIK

<http://mikrotikexpert.com/articulos/mikrotik-routeros/hcl-lista-de-hardware-compatible-con-mikrotik/print/>

2010/03/24

[5] MANUAL WINBOX

http://wiki.mikrotik.com/index.php?title=Special:Book&bookcmd=download&collection_id=61875824c863a55e&writer=rl&return_to=Manual%3AWinbox

2010/04/12

[6] TABLA DE DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO

[http://www.ucema.edu.ar/~rst/Simulacion_de_Sistemas/Teoria/tablachicuarado.p](http://www.ucema.edu.ar/~rst/Simulacion_de_Sistemas/Teoria/tablachicuarado.pdf)
[df](#)

2010/07/29

[7] TP-LINK. ESPECIFICACIONES TARJETA INALÁMBRICA PCI MODELO TL-WN651G

<http://www.tp-link.com/products/productDetails.asp?class=wlan&content=spe&pmodel=TL-WN651G>

2010/05/20

[8] TP-LINK. ESPECIFICACIONES ANTENA OMNIDIRECCIONAL MODELO TL-ANT2405C

<http://www.tp->

[link.com/products/productDetails.asp?class=wlan&content=spe&pmodel=TL-](http://www.tp-link.com/products/productDetails.asp?class=wlan&content=spe&pmodel=TL-)

[ANT2405C](http://www.tp-link.com/products/productDetails.asp?class=wlan&content=spe&pmodel=TL-ANT2405C)

2010/05/20

[9] WDS (WIRELESS DISTRIBUTION SYSTEM).

<http://www.proxim.com/support/techbulletins/TB-046.pdf>

2010/03/20

[10] WIRELESS LOCAL AREA NETWORKS.

<http://www.csm.ohio.edu/comt391w/mmartin/final.html>

2010/04/01

PUBLICACIONES Y DOCUMENTOS

[1] OLIVER, M. y ESCUDERO, A. Redes de Área Local Inalámbricas según el Estándar IEEE

802.11. España: Universidad Politécnica de Catalunya. Diciembre de 1999. 6 p.

[2] OROZCO, R. y ARREAGA, N. Análisis y Diseño de la Red Inalámbrica para Andec. Guayaquil.

Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad Ing. Electricidad y Computación.

(Documento).