

DETERMINAR LA COBERTURA DE LA RED INALÁMBRICA DE LA
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA

AUTORES

EDWING OLARTE RODRÍGUEZ

JOSE NELSON CARRILLO GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA
AÑO 2010

DETERMINAR LA COBERTURA DE LA RED INALÁMBRICA DE LA
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA

AUTORES

EDWING OLARTE RODRÍGUEZ
JOSE NELSON CARRILLO GONZÁLEZ

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar por el título de
Especialista en Telecomunicaciones

Director de Proyecto
FABIO ALONSO GUZMÁN SERNA
Ingeniero Electrónico
Especialista en Telecomunicaciones
Especialista en Docencia Universitaria

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA
AÑO 2010

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Floridablanca, 24 de Abril de 2010

A DIOS

A mi esposa Luz Dany

A mis Hijas, Mayra Alejandra y Yulieth Daniela

A mis padres

A mis hermanos

A la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga

Quienes siempre creen en mí y son

Un apoyo incondicional

Para culminar este otro gran sueño.....

EDWING OLARTE RODRÍGUEZ

Al todo poderoso,
A mis padres,
A mi hermano,
A mi esposa con todo mi amor,
A mis hijos,
A mis compañeros de trabajo,
A la Policía Nacional de los Colombianos

JOSE NELSON CARRILLO GONZÁLEZ

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos:

Al Ingeniero Fabio Alonso Guzmán Serna, Director de este proyecto quien siempre estuvo dispuesto a guiarnos con su experiencia y conocimientos.

A todos los profesores que compartieron sus conocimientos y nos guiaron a lo largo de la Especialización de una manera idónea.

A la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, por brindarnos la oportunidad de realizar este proyecto con la red Wi-Fi puesta a la orden de la comunidad estudiantil.

A la Ingeniera Cecilia Amaya Silva, Jefa del Departamento de Sistemas de la UPB por dejarnos entrar a esta red y proporcionarnos datos muy importantes para el desarrollo de este proyecto.

A la Arquitecta Luz Astrid Ramírez Chávez, jefa del Departamento de Servicios Generales de la UPB, por proporcionarnos los planos arquitectónicos de la UPB que eran de vital importancia para el cumplimiento de los objetivos y para la feliz culminación de este proyecto.

A todas aquellas personas que de una u otra manera nos brindaron su apoyo y colaboración en el transcurso de la Especialización y en la realización de nuestro proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

1. REDES DE ÁREA LOCAL INALAMBRICAS (WLAN)	1
1.1 PROTOCOLO 802.11 WI-FI (FIDELIDAD INALAMBRICA)	1
1.2 APLICACIONES TIPICAS DE LAS REDES WI-FI	3
1.3 MECANISMO DE SEGURIDAD EN LAS REDES WI-FI	4
1.3.1 WEP (Wired Equivalent Privacy)	4
1.3.2 WPA (Wi-fi protected Access)	4
1.3.3 WPA2 (Wi-Fi Protected Access 2)	4
1.4 PROTOCOLOS DEL ESTÁNDAR IEEE 802.11	5
1.5 ELECCIÓN DE LA CAPA FÍSICA Y TRANSMISION DE DATOS	6
1.5.1 Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (DSSS)	7
1.5.2 Espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS)	11
1.6 TOPOLOGÍAS DE UNA RED INALÁMBRICA	13
1.6.1 Ad-hoc	13
1.6.2 Infraestructura	14
1.7 MECANISMOS DE ACCESO	15
1.7.1 Protocolos con arbitraje	15
1.7.2 Protocolo de acceso por contienda	16
1.8 ANALISIS DE RELACION SEÑAL / RUIDO	18
Cuadro 4. Relación entre dBm y Potencia en Watios	19

1.8.1 Potencia irradiada	19
1.9 ANTENAS	20
1.9.1 Antenas Directivas o Sectoriales	20
1.9.2 Antena Omnidireccionales	20
2.1 ESTACION BASE MARCA LINKSYS MODELO WAP54G	22
2.1.1 Especificaciones Técnicas	22
2.1.2 Características Especiales	23
2.1.3 Condiciones Ambientales	23
2.2 ESTACION BASE MARCA LINKSYS MODELO WAP54GP	23
2.2.1 Especificaciones Técnicas	24
2.3 ACCESS POINT MARCA PROXIM MODELO AP-4000M	25
2.3.1 Características Especiales	26
2.3.2 Especificaciones Técnicas	26
2.4 ACCESS POINT MARCA APPLE MODELO AIRPORT EXTREME BASE STATION	28
2.5 ACCESS POINT MARCA LINKSYS REFERENCIA WAP200	29
2.5.1 Características Especiales	31
2.5.2 Especificaciones Técnicas	31
2.6 AMPLIFICADOR DE SEÑAL REFERENCIA 250 MW 2.4 GHZ 802.11G INDOOR WIFI AMPLIFIER	31
2.6.1 Especificaciones Técnicas	32
2.6.2 Características Especiales	32

2.7 PROTECTOR ATMÓSFERICO REFERENCIA N-FEMALE TO N-FEMALE BULKHEAD 0-3 GHZ 90V LIGHTNING PROTECTOR	33
2.7.1 Especificaciones Técnicas	34
2.7.2 Características Especiales	34
2.8 ANTENA (OMNIDIRECCIONAL) MARCA HYPERLINK REFERENCIA HG2412U	36
2.8.1 Aplicaciones	37
2.8.2 Especificaciones Técnicas	37
2.8.3 Especificaciones Eléctricas	37
2.8.4 Especificaciones Mecánicas	38
2.8.5 Patrón de radiación de la antena	38
2.9 ANTENA (DIRECTIVA) MARCA HYPERLINK REFERENCIA HG2414SP-120: 14DBI / V / 2.4GHZ.	39
2.9.1 Especificaciones Eléctricas	39
2.9.2 Especificaciones Mecánicas	40
2.9.3 Patrón de radiación de la antena	40
Fuente. http://www.l-com.com/content/hyperlinkbrand.html	41
2.10 ANTENA (DIRECTIVA) MARCA HYPERLINK REFERENCIA HG2414P	41
Figura 20. Antena (Directiva) Marca Hyperlink Modelo HG2414P	42
2.10.1 Aplicaciones	42
2.10.2 Especificaciones Técnicas	42
2.10.3 Patrón de radiación de la antena	43
2.10.4 Forma de Instalación	44

2.11 ANTENA (OMNIDIRECCIONAL) MARCA HYPERLINK REFERENCIA HG2404CU	44
2.11.1 Aplicaciones	45
2.11.2 Características Especiales	45
2.11.3 Especificaciones Técnicas	46
2.11.4 Patrón de radiación de la antena	47
2.11.5 Forma de Instalación	47
3.1 UBICACIÓN DE LAS DIFERENTES ESTACIONES BASES	48
3.2 CONFIGURACION DE HARDWARE DE CADA UNA DE LAS ESTACIONES BASES	49
4.1 QUE ES NETWORK STUMBLER	51
4.2 DESCRIPCION DE CARATERISTICAS DEL NETWORK STUMBLER	52
5.1 CARACTERISTICAS DEL EQUIPO PORTATIL	57
5.2 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS	57
5.3 TABULACION DE LOS DATOS RECOLECTADOS	58
5.3.1 Datos tomados de la estación base ubicada en el pasillo del tercer piso del edificio B	59
5.3.2 Datos tomados de la estación base ubicada en el pasillo del segundo piso del edificio B	61
5.3.3 Datos tomados de la estación base ubicada en la oficina del cuarto piso del edificio C	63
5.3.4 Datos tomados de la estación base ubicada en el primer piso del edificio J	64
5.3.5 Datos tomados de la estación base ubicada en el primer piso del edificio J	65

5.3.6 Datos tomados de la estación base ubicada en el pasillo del cuarto piso del edificio D	65
5.3.7 Datos tomados de la estación base ubicada en el poste del jardín lateral del edificio D	70
5.3.8 Datos tomados de la estación base ubicada en el tercer piso del edificio E	74
5.3.9 Datos tomados de la estación base ubicada en la terraza del edificio F	78
5.3.10 Datos tomados de la estación base ubicada en el pasillo del cuarto piso del edificio F	79
5.3.11 Datos tomados de la estación base ubicada en el laboratorio de simulación del cuarto piso del edificio G	84
5.3.12 Datos tomados de la estación base ubicada en el poste frente al edificio I	87
6.1 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL TERCER PISO DEL EDIFICIO B	93
6.2 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL SEGUNDO PISO DEL EDIFICIO B	93
6.3 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN LA OFICINA DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO C	93
6.4 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PRIMER PISO DEL EDIFICIO J	94
6.5 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PRIMER PISO DEL EDIFICIO J	94
6.6 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO D	94
6.7 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL POSTE DEL JARDIN LATERARL DEL EDIFICIO D	94
6.8 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN LA AZOTEA DEL EDIFICIO F	95

6.9 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO F	95
6.10 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN LABORATORIO DE SIMULACIÓN, CUARTO PISO DEL EDIFICIO G	95
6.11 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL TERCER PISO DEL EDIFICIO E	95
6.12 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL POSTE FRENTE AL EDIFICIO I	96
7.1 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL TERCER PISO DEL EDIFICIO B	97
7.2 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL SEGUNDO PISO DEL EDIFICIO B	98
7.3 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN LA OFICINA DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO C	99
7.4 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PRIMER PISO DEL EDIFICIO J (BIBLIOTECA 1)	100
7.5 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PRIMER PISO DEL EDIFICIO J (BIBLIOTECA 2)	101
7.6 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO D	102
7.7 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL POSTE DEL JARDIN LATERAL DEL EDIFICIO D	104
7.8 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN LA AZOTEA DEL EDIFICIO F	106
7.9 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO F	107

7.10 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN LABORATORIO DE SIMULACIÓN, CUARTO PISO DEL EDIFICIO G	109
7.11 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL TERCER PISO DEL EDIFICIO E.	111
7.12 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL POSTE FRENTE AL EDIFICIO I	113
7.13 ANALISIS DE COBERTURA DE LA RED INALAMBRICA	115
7.14 RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA COBERTURA DE LA RED INALAMBRICA	120
8. CONCLUSIONES	122
BIBLIOGRAFIA	123

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Entorno Wi-Fi protegido por medio de Firewall	5
Figura 2. Codificación de Barker	8
Figura 3. WLAN: Reutilización del canal con 802.11b y 802.11g	10
Figura 4. Canales 802.11b y 802.11g no sobrepuestos	11
Figura 5. Gráfica de Codificación con Salto en Frecuencia	12
Figura 6. Redes en modo ad-hoc	14
Figura 7. Redes en modo Infraestructura	15
Figura 8. Transmisión de información en CSMA/CA	17
Figura 9. Estación Base marca Linksys Modelo WAP54G	22
Figura 10. Estación Base Marca Linksys Modelo WAP54GP	24
Figura 11. Estación Base Marca Proxim Modelo AP-4000M	25
Figura 12. Estación Base Marca Apple Modelo AirPort Extreme BaseStation	28
Figura 13. Estación Base Marca Linksys Modelo WAP200	30
Figura 14. Amplificador de señal	32
Figura 15. Protector Atmosférico	33
Figura 16. Antena (Omnidireccional) Marca Hyperlink Modelo HG2412U	36
Figura 17. Patrón de radiación de la antena de Antena (Omnidireccional)	38
Figura 18. Antena (Directiva) Marca Hyperlink Modelo HG2414SP-120	

	39
Figura 19. Patrón de radiación de la antena (Directiva)	41
Figura 20. Antena (Directiva) Marca Hyperlink Modelo HG2414P	42
Figura 21. Patrón de radiación de la antena	43
Figura 22. Forma de Instalación	44
Figura 23. Antena (Omnidireccional) Marca Hyperlink Modelo HG2404CU	45
Figura 24. Patrón de radiación de la antena	47
Figura 25. Forma de Instalación	47
Figura 26. Pantalla principal del Software Net-Stumbler	52
Figura 27. Software Net-Stumbler en modo gráfico	55

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Resumen de características principales de los protocolos más importantes	3
Cuadro 2. Tabla de frecuencias DSSS	9
Cuadro 3. Tabla de frecuencias FHSS	13
Cuadro 4. Relación entre dBm y Potencia en Watios	19
Cuadro 5. Características Especiales del Amplificador de Señal	32
Cuadro 6. Características Especiales del Protector Atmosférico	34
Cuadro 7. Especificaciones Eléctricas de Antena (Omnidireccional)	37
Cuadro 8. Especificaciones Mecánicas de Antena (Omnidireccional)	38
Cuadro 9. Especificaciones Eléctricas de Antena (Directiva)	39
Cuadro 10. Especificaciones Mecánicas de Antena (Directiva)	40
Cuadro 11. Especificaciones Técnicas de Antena (Directiva)	43
Cuadro 12. Especificaciones Técnicas de Antena (Directiva)	46
Cuadro 13. Descripción detallada de la ubicación de las estaciones bases	49
Cuadro 14. Configuración detallada del Hardware	50
Cuadro 15. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el pasillo del tercer piso del edificio B, orientado hacia el edificio A	59
Cuadro 16. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el pasillo del segundo piso del edificio B, orientado al edificio C	61
Cuadro 17. Datos obtenidos de la estación base ubicada en la oficina del cuarto piso del edificio C, orientado al edificio J	63
Cuadro 18. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el primer piso	64

del edificio J, orientado a las salas de lectura de la Biblioteca	
Cuadro 19. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el primer piso del edificio J, orientado a las salas de lectura de la Biblioteca	65
Cuadro 20. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el pasillo del cuarto piso del edificio D, orientado a los pasillos de este edificio	65
Cuadro 21. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el poste del jardín lateral del edificio D, orientado al edificio D	70
Cuadro 22. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el pasillo del tercer piso del edificio E, orientado a la plazoleta el caracolí	74
Cuadro 23. Datos obtenidos de la estación base ubicada en la terraza del edificio F, orientado al edificio J	78
Cuadro 24. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el pasillo del cuarto piso del edificio F, orientado al edificio G	79
Cuadro 25. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el laboratorio de simulación del cuarto piso del edificio G, orientado al taller de Origami	84
Cuadro 26. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el poste frente al edificio I, orientado al edificio I y la cafetería campestre	87
Cuadro 27. Rangos del valor de señal tomado en (dBm)	93
Cuadro 28. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio A	97
Cuadro 29. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio B	98
Cuadro 30. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio C	99
Cuadro 31. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio J (BIBLIOTECA 1)	100
Cuadro 32. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio J (BIBLIOTECA 2)	101
Cuadro 33. Descripción de la cobertura de la estación base Interior Edificio D	103
Cuadro 34. Descripción de la cobertura de la estación base Lateral Edificio	105

D

Cuadro 35. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio J	106
Cuadro 36. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio F	107
Cuadro 37. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio G	109
Cuadro 38. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio E	111
Cuadro 39. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio I	113
Cuadro 40. Canales de trabajo actuales de las estaciones bases	116
Cuadro 41. Canales de trabajo recomendados para las estaciones bases	121

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL TERCER PISO DEL EDIFICIO B

ANEXO B PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL SEGUNDO PISO DEL EDIFICIO B

ANEXO C PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN LA OFICINA DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO C

ANEXO D PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PRIMER PISO DEL EDIFICIO J

ANEXO E PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PRIMER PISO DEL EDIFICIO J

ANEXO F PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO D

ANEXO G PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL POSTE DEL JARDIN LATERARL DEL EDIFICIO D

ANEXO H PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN LA AZOTEA DEL EDIFICIO F

ANEXO I PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO F

ANEXO J PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN LABORATORIO DE SIMULACIÓN, CUARTO PISO DEL EDIFICIO G

ANEXO k PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL TERCER PISO DEL EDIFICIO E

ANEXO L PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL POSTE FRENTE AL EDIFICIO I

GLOSARIO

ACCESS POINT (PUNTO DE ACCESO O AP, ESTACIÓN BASE): Dispositivo que interconecta dispositivos de comunicación inalámbrica para formar una red inalámbrica. A la vez puede conectarse a una red cableada, y puede transmitir datos entre los dispositivos conectados a la red cable y los dispositivos inalámbricos.

ACCESORIO WI-FI: Es el accesorio adicional que usaremos para incorporar el estándar 802.11 a nuestro equipo (PDA, computador portátil o de escritorio), en caso de no tener Wi-Fi integrado.

Estos accesorios pueden encontrarse en formato de tarjetas PCMCIA (para portátil), PCI y USB (para computadores de escritorio).

AD-HOC (PEER TO PEER – PUNTO A PUNTO): Es el tipo de red inalámbrica descentralizada. Un grupo de dispositivos inalámbricos que se comunican entre sí, sin usar un punto de acceso.

AES (ADVANCED ENCRYPTION STANDARD): Es un esquema de cifrado por bloques adoptado como un estándar de cifrado, mediante un método de seguridad que utiliza un bloque simétrico de 128 bits de cifrado de datos.

BANDWIDTH (ANCHO DE BANDA): La capacidad de transmisión de un determinado dispositivo o de la red.

BIT: El bit es la unidad mínima de información empleada en informática, en cualquier dispositivo digital, o en la teoría de la información.

Un bit es un dígito del sistema de numeración binario. Mientras que en el sistema de numeración decimal se usan diez dígitos, en el binario se usan sólo dos dígitos, el 0 y el 1. Un bit o dígito binario puede representar uno de esos dos valores, 0 ó 1.

BROWSER: Un programa de aplicación que permite ver e interactuar con la información de internet, mediante el acceso a las páginas web o sitios locales.

BYTE: Una unidad de datos que es generalmente de ocho bits de longitud.

CCA (CLEAR CHANNEL ASSESSMENT): Este algoritmo se utiliza para determinar si un canal de Radio Frecuencia (RF) está disponible, así el dispositivo puede transmitir datos. El algoritmo es vulnerable a un ataque donde una señal de RF enviada con astucia puede conseguir que el algoritmo llegue a la conclusión de que el canal está ocupado, de tal manera ningún equipo en el rango de la señal transmitirá datos.

DDNS (DYNAMIC DOMAIN NAME SYSTEM): Permite el almacenamiento de un

sitio web, servidor FTP, servidor de correo electrónico, con un nombre de dominio fijo y una dirección IP dinámica (ejemplo www.xxx.com)

DEFAULT GATEWAY (PUERTA DE ENLACE PREDETERMINADA): Es el dispositivo que reenvía el tráfico de la red LAN a Internet.

DHCP (DYNAMIC HOST CONFIGURATION PROTOCOL): Protocolo de red que permite a los administradores asignar direcciones IP temporales a los equipos de la red de forma automática, en lugar de asignar direcciones IP permanentes.

DIRECCIÓN IP (IP ADDRESS): Una dirección IP es una serie de números que identifica a nuestro equipo dentro de una red.

DMZ (DEMILITARIZED ZONE): Es una red local que se ubica entre la red interna de una organización y una red externa, generalmente Internet. El objetivo de una DMZ es que las conexiones desde la red interna y la externa a la DMZ estén permitidas, mientras que las conexiones desde la DMZ sólo se permitan a la red externa, los equipos (hosts) en la DMZ no pueden conectar con la red interna.

DNS (Domain Name Server): Servidor de Nombres de Dominio, es un sistema de nomenclatura jerárquica para computadores, servicios o cualquier recurso conectado al internet o a una red privada. es capaz de asociar diferentes tipos de información a cada nombre, los usos más comunes son la asignación de nombres de dominio a direcciones IP y la localización de los servidores de correo electrónico de cada dominio.

DYNAMIC IP ADDRESS (DIRECCIÓN IP DINÁMICA): Es una dirección IP asignada mediante un servidor DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) al usuario. La IP que se obtiene tiene una duración máxima determinada. El servidor DHCP provee parámetros de configuración específicos para cada cliente que desee conectarse a la red.

EAP (EXTENSIBLE AUTHENTICATION PROTOCOL): Es un protocolo de autenticación para el control de acceso a una red. Aunque el protocolo EAP no está limitado a LAN inalámbricas y puede ser usado para autenticación en redes cableadas, es más frecuentemente su uso. Recientemente los estándares WPA y WPA2 han adoptado cinco tipos de EAP como sus mecanismos oficiales de autenticación.

ENCRYPTION (ENCRIPCIÓN): Codificación de los datos transmitidos en una red.

Ethernet: Es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD. El nombre viene del concepto físico de ether.

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

FIREWALL (CORTAFUEGOS): Es una parte de un sistema o una red que está diseñado para bloquear el acceso no autorizado, permitiendo al mismo tiempo comunicaciones autorizadas. Se trata de un dispositivo o conjunto de dispositivos configurados para permitir, limitar, cifrar, descifrar, el tráfico entre los diferentes ámbitos sobre la base de un conjunto de normas y otros criterios. Los cortafuegos pueden ser implementados en hardware o software, o una combinación de ambos.

FIRMWARE (PROGRAMACIÓN EN FIRME): Es un bloque de instrucciones de programa para propósitos específicos, grabado en una memoria de tipo no volátil (ROM, EEPROM, flash), que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo. Al estar integrado en la electrónica del dispositivo es en parte hardware, pero también es software, ya que proporciona lógica y se dispone en algún tipo de lenguaje de programación.

FTP (FILE TRANSFER PROTOCOL): Protocolo utilizado para transferir archivos a través de una red TCP/IP.

FULL DUPLEX. Capacidad de un dispositivo de red para recibir y transmitir datos de forma simultánea.

GATEWAY (PASARELA, PUERTA DE ENLACE): Dispositivo que interconecta las redes con diferentes protocolos de comunicaciones incompatibles.

HALF DUPLEX: Transmisión de datos que puede ocurrir en dos direcciones en un solo canal, pero no en forma simultánea.

HTTP (HYPERTEXT TRANSPORT PROTOCOL): El protocolo de transferencia de hipertexto es el protocolo usado en cada transacción de la Web (WWW). HTTP define la sintaxis y la semántica que utilizan los elementos software de la arquitectura web (clientes, servidores, proxies) para comunicarse. Es un protocolo orientado a transacciones y sigue el esquema petición-respuesta entre un cliente y un servidor.

IEEE (INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERS): Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos.

INFRAESTRUCTURA: Modo de conexión en una red wireless que define que nuestro equipo (PDA, portátil u computador de escritorio) se conectará a un Punto de Acceso. El modo de conexión deberá de especificarse en la configuración de nuestro equipo o del accesorio Wi-Fi.

IP (INTERNET PROTOCOL): Es un protocolo no orientado a conexión usado

tanto por el origen como por el destino para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados.

IP ADDRESS (DIRECCIÓN IP): Es un número que identifica de manera lógica y jerárquica a una interfaz de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP (Internet Protocol), que corresponde al nivel de red del protocolo TCP/IP. Dicho número no se ha de confundir con la dirección MAC que es un número hexadecimal fijo que es asignado a la tarjeta o dispositivo de red por el fabricante, mientras que la dirección IP se puede cambiar.

IPCONFIG (INTERNET PROTOCOL CONFIGURATION): En Microsoft Windows es una aplicación de consola que muestra los valores de configuración de red de TCP/IP actuales y actualiza la configuración de configuración dinámica de host protocolo DHCP y sistema de nombres de dominio DNS.

IPSEC (INTERNET PROTOCOL SECURITY): Es un conjunto de protocolos cuya función es asegurar las comunicaciones sobre el Protocolo de Internet (IP) autenticando y/o cifrando cada paquete IP en un flujo de datos. IPsec también incluye protocolos para el establecimiento de claves de cifrado.

ISP (INTERNET SERVICE PROVIDER): Es una empresa dedicada a conectar a Internet a los usuarios, o las distintas redes que tengan, y a dar el mantenimiento necesario para que el acceso funcione correctamente.

LAN (LOCAL AREA NETWORK): Es la interconexión de varios computadores y periféricos. Su extensión está limitada físicamente a un edificio o a un entorno de 200 metros o con repetidores podríamos llegar a la distancia de un campo de 1 kilómetro.

MAC (MEDIA ACCESS CONTROL) ADDRESS: Es un identificador de 48 bits (6 bloques hexadecimales) que corresponde de forma única a una ethernet de red. Es individual, cada dispositivo tiene su propia dirección MAC determinada y configurada por el IEEE (los últimos 24 bits) y el fabricante (los primeros 24 bits).

MÁSCARA DE SUBRED: (SUBNET ADDRESS): Cifra de 32 bits que especifica los bits de una dirección IP que corresponde a una red y a una subred. Normalmente será del tipo 255.255.255.0.

MBPS (MEGABITS PER SECOND): Es una unidad que se usa para cuantificar un caudal de datos equivalente a 1000 kilobits por segundo o 1000000 bits por segundo.

NAT (NETWORK ADDRESS TRANSLATION): Tecnología que traduce direcciones IP de una red de área local privada en una dirección IP pública de Internet.

PACKET: Unidad de datos enviados a través de una red.

PING (PACKET INTERNET GROPER): La utilidad ping comprueba el estado de la conexión con uno o varios equipos remotos por medio de los paquetes de solicitud de eco y de respuesta de eco (ambos definidos en el protocolo de red ICMP) para determinar si un sistema IP específico es accesible en una red. Es útil para diagnosticar los errores en redes o enrutadores IP.

POWER OVER ETHERNET (POE): La alimentación a través de Ethernet (Power over Ethernet, PoE) es una tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar. Permite que la alimentación eléctrica se suministre al dispositivo de red como, por ejemplo, un teléfono IP o una cámara de red, usando el mismo cable que se utiliza para una conexión de red.

PPPOE (POINT TO POINT PROTOCOL OVER ETHERNET). Un tipo de conexión de banda ancha que proporciona autenticación (nombre de usuario y contraseña), además de transporte de datos.

PPTP (POINT-TO-POINT TUNNELING PROTOCOL): Un protocolo VPN que permite que el Protocolo punto a punto (PPP) para ser canalizados a través de una red IP. Este protocolo también se utiliza como un tipo de conexión de banda ancha en Europa.

RADIUS (REMOTE AUTHENTICATION DIAL-IN USER SERVICE): Un protocolo que utiliza un servidor de autenticación para el control de acceso a la red.

RJ-45 (REGISTERED JACK-45): La RJ-45 es una interfaz física comúnmente usada para conectar redes de cableado estructurado, (categorías 4, 5, 5e y 6). RJ es un acrónimo inglés de Registered Jack que a su vez es parte del Código Federal de Regulaciones de Estados Unidos. Posee ocho "pines" o conexiones eléctricas, que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado.

ROAMING: En las redes inalámbricas, el término roaming se refiere a la posibilidad de moverse desde el área de cobertura de un AP (Access Point) a otro sin interrupción en el servicio o perder la conectividad.

ROUTER (DIRECCIONADOR, RUTEADOR O ENCAMINADOR). Es un dispositivo de hardware para interconexión de redes de computadores que opera en la capa tres (nivel de red), permite asegurar el enrutamiento de paquetes entre redes o determinar la ruta que debe tomar el paquete de datos.

SERVER (SERVIDOR): Cualquier equipo cuya función en una red es proporcionar al usuario acceso a los archivos, de impresión, comunicaciones y otros servicios.

SMTP (SIMPLE MAIL TRANSFER PROTOCOL - PROTOCOLO SIMPLE DE TRANSFERENCIA DE CORREO): Es un protocolo de la capa de aplicación.

Protocolo de red basado en texto utilizado para el intercambio de mensajes de correo electrónico entre computadoras u otros dispositivos.

SNMP (SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL): El Protocolo Simple de Administración de Red o SNMP es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red.

SPI (STATEFUL PACKET INSPECTION) FIREWALL: Una tecnología que inspecciona los paquetes entrantes de información antes de lo que les permite entrar en la red

SSID: (SERVICE SET IDENTIFICATION): Nombre con el que se identifica a una red Wi-Fi. Este identificador viene establecido de fábrica pero puede modificarse a través del panel de administración del Punto de Acceso.

STATIC IP ADDRESS: Una dirección IP fija asignada a un computador o dispositivo que se conecta a una red.

STATIC ROUTING: Transmisión de datos en una red a través de una ruta fija.

SWITCH (CONMUTADOR): Es un dispositivo digital de lógica de interconexión de redes de computadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes (bridges), pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red

TCP (TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL): Un protocolo de red para la transmisión de datos que requiere el reconocimiento del receptor de los datos enviados.

TCP/IP (TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL/INTERNET PROTOCOL): Es un conjunto de protocolos de red en los que se basa Internet y que permiten la transmisión de datos entre redes de computadores.

TELNET: Un comando de usuario y protocolo TCP / IP utilizado para el acceso a PCs remotos.

TFTP (TRIVIAL FILE TRANSFER PROTOCOL): Una versión del protocolo de TCP / IP FTP que no tiene la capacidad de directorio o contraseña.

THROUGHPUT (RENDIMIENTO): La cantidad de datos movido correctamente de un nodo a otro en un período de tiempo determinado.

TKIP (TEMPORAL KEY INTEGRITY PROTOCOL): Protocolo de cifrado inalámbrico que proporciona las claves de cifrado dinámico para cada paquete

transmitido.

TOPOLOGY (TOPOLOGIA): Diseño físico de una red.

URL (UNIFORM RESOURCE LOCATOR): Es una secuencia de caracteres, de acuerdo a un formato estándar, que se usa para nombrar recursos, como documentos e imágenes en Internet, para su localización.

VPN (VIRTUAL PRIVATE NETWORK): Es una tecnología de red que permite una extensión de la red local sobre una red pública o no controlada, como por ejemplo Internet.

WAN (WIDE AREA NETWORK – RED DE AREA AMPLIA): Es un tipo de red de computadoras capaz de cubrir distancias desde unos 100km hasta unos 1000 km, dando el servicio a un país o un continente.

WECA (WIRELESS ETHERNET COMPATIBILITY ALLIANCE): Es una empresa creada en 1999 con el fin de fomentar la compatibilidad entre tecnologías Ethernet inalámbricas bajo la norma 802.11 del IEEE. WECA cambió de nombre en 2003, pasando a denominarse Wi-Fi Alliance.

Los productos compatibles, certificados por Wi-Fi Alliance, deben llevar su logotipo.

WEP: (WIRED EQUIVALENT PRIVACY): Es el tipo de encriptación que soporta la tecnología Wi-Fi. Su codificación puede ir de 64 hasta 128 bits. WEP está deshabilitado por defecto.

WI-FI: (WIRELESS FIDELITY O FIDELIDAD INALÁMBRICA): Es una de las tecnologías de comunicación inalámbrica (sin cables – wireless) más extendidas.

WLAN (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.

WPA (Wi-Fi Protected Access): Es un nuevo estándar diseñado que aparece en escena para optimizar la seguridad de redes inalámbricas. El nuevo estándar, está dirigido a clientes corporativos que quieren optimizar la seguridad. WPA reemplazará el estándar actual (WEP) Wired Equivalent Privacy. WEP utiliza claves fijas de encriptación.. WPA utiliza usa el protocolo TKIP (Temporal Key Integrity Protocol), que genera nuevas claves cada 10 K de datos transmitidos en la red, haciendo la red bastante más segura.

RESUMEN GENERAL TRABAJO DE GRADO

TITULO: DETERMINAR LA COBERTURA DE LA RED INALAMBRICA DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA

AUTOR (ES): EDWING OLARTE RODRIGUEZ
JOSE NELSON CARRILLO GONZALEZ

FACULTAD: Especialización en Telecomunicaciones

DIRECTOR (A): FABIO ALONSO GUZMÁN SERNA

RESUMEN

Las redes inalámbricas están reglamentadas por los estándares 802.11 a/b/g, los cuales deben ser tenidos en cuenta al momento de su instalación y configuración. La Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga ha mejorado significativamente el acceso a servicios como mensajería instantánea, navegación por internet, mensajería electrónica para los estudiantes en cualquier espacio abierto del campus universitario, garantizando movilidad, cobertura y disponibilidad en forma permanente.

En este trabajo se describe el marco teórico sobre redes wi-fi, las especificaciones técnicas de los dispositivos de red wi-fi que se tienen instalados en los edificios de la universidad, su ubicación y configuración. Se da a conocer el software Netstumbler utilizado para obtener la intensidad de la señal radiada de cada una de las estaciones base. Se registra la metodología utilizada para la recolección de los datos, la tabulación de los valores obtenidos, al igual que el graficado en los planos arquitectónicos de cada edificio, teniendo en cuenta los rangos y su respectivo color para determinar la calidad de la señal. Se determina la cobertura actual de la red wi-fi de la Universidad, finalmente presenta las conclusiones y recomendaciones para el mejoramiento del desempeño de la red inalámbrica, entre las que se destaca aplicar normas en cuanto a distribución de canales de frecuencia, cantidad de estaciones base y/o reubicación de estas.

PALABRAS CLAVES: WI-FI, MOVILIDAD, COBERTURA, 802.11 A/B/G, REDES INALÁMBRICAS, INTENSIDAD DE SEÑAL.

Vo. Bo. DIRECTOR DE PROYECTO

GENERAL SUMMARY OF JOB GRADE

TITLE: DETERMINING THE COVERAGE OF THE WIRELESS NETWORK UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA BUCARAMANGA SECTIONAL

AUTHOR (S): EDWING OLARTE RODRIGUEZ
JOSE NELSON CARRILLO GONZALEZ

FACULTY: SPECIALIZATION IN TELECOMMUNICATIONS

DIRECTOR (A): FABIO ALONSO GUZMÁN SERNA

SUMMARY

Wireless networks are regulated by the 802.11 a / b / g, which must be taken into account at the time of installation and configuration. The Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga Sectional has significantly improved access to services such as instant messaging, web browsing, e-mail for students at any campus open space, ensuring mobility, coverage and availability on an ongoing basis.

This paper describes the theoretical framework on wi-fi networks, the technical specifications of the devices with Wi-fi you have installed in the buildings of the university, its location and configuration. It makes known the Net-stumbler software used to obtain the radiated signal strength of each base station. It records the methodology used for data collection, tabulation of the values obtained, as plotted on the architectural plans of each building, taking into account their respective ranges and color to determine the quality of the signal. It determines the current coverage of Wireless Network at the University finally presents the conclusions and recommendations for improving the performance of the wireless network, among which stands implement rules regarding distribution of frequency channels, number of stations base and / or relocation of these.

PALABRAS CLAVES: WI-FI MOBILITY, COVERAGE, 802.11 A / B / G,
WIRELESS NETWORKS, SIGNAL STRENGTH.

Vo. Bo. PROJECT DIRECTOR

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar levantamiento del estado actual de la cobertura de la red inalámbrica de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medición de la cobertura actual de la red inalámbrica de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, en sitios abiertos y diferentes pasillos de los edificios. (Realizando medición de señal a ruido S/N).
- Graficar en los planos arquitectónicos la cobertura de cada una de las estaciones base.
- Analizar los problemas de cobertura actual con base a los datos adquiridos.
- Realizar recomendaciones con miras a mejorar el desempeño de la red.

INTRODUCCIÓN

Debido al gran avance y crecimiento de las redes inalámbricas por su facilidad de conexión y movilidad se implementó en la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, el servicio de internet inalámbrico para la comunidad estudiantil en lugares estratégicos para ofrecer mayor cobertura y así facilitar el acceso a los diferentes servicios virtuales ofrecidos por la Universidad, así como una navegación en internet de buen desempeño.

Cuando nació la idea de mejorar el acceso a internet usando tecnología inalámbrica desde los diferentes espacios de la Universidad nunca se llegó a pensar en un crecimiento de navegación en internet tan grande como el que se está presentando en el momento, se ha tenido que pensar en la ampliación de la cobertura de señal de la red inalámbrica al igual que ancho de banda, como fue de pasar de cuatro estaciones bases en el año 2004 que proporcionaba aproximadamente una cobertura del 20% en áreas abiertas de la seccional, a doce estaciones bases en el año 2009 que proporcionan aproximadamente una cobertura del 90% en áreas abiertas y pasar de un ancho de banda de 1Mbps a 10 Mbps, una de las causas de este fenómeno ha sido la masificación de equipos portátiles que son adquiridos por la comunidad estudiantil para el aprovechamiento de la tecnología inalámbrica.

Se debe estudiar o analizar la cobertura actual de la red inalámbrica debido a que existen todavía zonas sin señal inalámbrica y en ocasiones hay cobertura pero no hay conexión a la estación base.

Con este proyecto se pretende analizar la cobertura actual de la red inalámbrica y revisar si la ubicación de las diferentes estaciones bases de esta red están bien ubicadas, saber si la cobertura de la señal inalámbrica en sitios abiertos como son pasillos de los edificios, plazoletas, cafeterías, cumple con el objetivo de la Universidad al instalar este tipo de red. En el transcurso de este proyecto se describe el diagnóstico de la cobertura, y a su vez se proponen recomendaciones para mejorar el rendimiento de la red inalámbrica como por ejemplo: distribución de las frecuencias de los diferentes puntos de acceso, reubicación de los puntos de acceso o si las estaciones bases utilizadas son las óptimas para satisfacer las necesidades y así optimizar la cobertura de la red inalámbrica.

1. REDES DE ÁREA LOCAL INALAMBRICAS (WLAN)

En este capítulo se realizara un repaso sobre redes Inalámbricas, como son los diferentes protocolos, arquitecturas, aplicaciones, seguridad, entre otros.

1.1 PROTOCOLO 802.11 Wi-Fi (FIDELIDAD INALAMBRICA)

La norma IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11 se estableció en junio de 1997, siendo el estándar para redes inalámbricas. Una red de área local inalámbrica puede definirse como a una red de alcance local que tiene como medio de transmisión el aire. Siendo su finalización definitiva para la introducción y desarrollo de los sistemas WLAN en el mercado.

El estándar 802.11 presenta similitud con el 802.3 para Ethernet, con la gran diferencia que tiene que adaptar su operatividad sobre medios de transmisión no guiados. Esta norma establece las especificaciones físicas y a nivel MAC (Media Access Control).

Las WLAN (Wireless LAN) utilizan ondas electromagnéticas (radio e infrarrojo) para enlazar (mediante un adaptador) los equipos conectados a la red, en lugar de los cables de cobre (UTP) o de fibra óptica que se utilizan en las LAN (Local Área Network) convencionales cableadas.

Las redes locales inalámbricas más que reemplazo de las redes LAN cableadas, son una extensión de las mismas, ya que lo que permite es ampliar la cobertura de la LAN cableada, ofrecer servicios a los usuarios en puntos y ubicaciones de difícil acceso, y todo esto se realiza de manera transparente para el usuario final.

Es por esto que el objetivo principal de las redes WLAN es el de proporcionar las facilidades no disponibles en los sistemas cableados y conformar una red más completa fortaleciendo la cobertura y así permitir que coexistan los dos tipos de sistemas, enlazando los diferentes equipos o terminales móviles asociados a la red LAN cableada.

Esta implementación permite a los usuarios acceso a aplicaciones en especial web, y en forma simultánea movilidad por espacios abiertos y/o cerrados sin perder conectividad a su entorno. Uno de las grandes ventajas de estas redes es la facilidad de instalación, ahorro en costos y tiempo al no requerirse cableado. Se debe tener en cuenta que sus características son inferiores en cuanto a la

velocidad de transmisión que se sitúa entre los 2, 10, 54 y 108 Mbps (Megabits per second), frente a los 10, 100 y hasta los 1000 Mbps ofrecidos por una red cableada. **[1]**

El protocolo IEEE 802.11 o Wi-Fi (Wireless Fidelity), nombre y logo dado por la Alianza Inalámbrica de Compatibilidad Ethernet (WECA).

Es un estándar del protocolo de comunicaciones de la IEEE que define el uso de los dos niveles más bajos (capas física y de enlace de datos) de la arquitectura OSI (Open System Interconnection), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN.

El estándar original de este protocolo (1997), era el IEEE 802.11, tenía velocidades de 1 hasta 2 Mbps y trabajaba en la banda de frecuencia de 2,4 GHz, otra modificación apareció en 1999 y es designada como IEEE 802.11b, esta especificación tenía velocidades de 5 hasta 11 Mbps, también trabajaba en la frecuencia de 2,4 GHz que no necesita de permisos para su uso. Antes de este protocolo se realizó una especificación sobre una frecuencia de 5 GHz que tampoco necesita de permisos para el uso y que alcanzaba los 54 Mbps, era la 802.11a pero resultaba incompatible con los productos de la 802.11b. Posteriormente se incorporó un estándar a esa velocidad y compatible con la 802.11b que recibiría el nombre de 802.11g, que en la mayoría de los productos en la actualidad son de esta especificaciones. **[2]**

El siguiente paso se dio con la norma 802.11n que sube el límite teórico hasta los 600 Mbps y trabaja con las frecuencias de 2.4 y 5 GHz, tiene un alcance de operación mucho mayor gracias a la tecnología MIMO (Multiple-input Multiple-output) de esta manera aumenta la eficiencia espectral y es ratificado por la IEEE el 11 de septiembre de 2009. **[2]**

El estándar 802.11s es una tecnología conocida como Wi-Fi en malla (Wi-Fi mesh networks), la cual se encuentra en estado de borrador. Las redes en malla pueden operar tanto en ambientes interiores (LAN) como exteriores, en redes tipo campus, inclusive en redes de Área metropolitanas (MAN). Se proyecta que las redes en malla podrán ofrecer en un futuro más ancho de banda a un costo más bajo comparadas con las redes celulares de tercera generación (3G). **[3]**

Las redes que trabajan bajo los estándares 802.11b y 802.11g pueden sufrir interferencias por parte de dispositivos electrónicos que utilizan esta frecuencia como son los hornos microondas, teléfonos inalámbricos y otros equipos que utilizan la misma banda de 2,4 GHz.

La seguridad forma parte del protocolo desde el principio y fue mejorada en la 802.11i.

Cuadro 1. Resumen de características principales de los protocolo más importantes

Protocolo	Banda de Frecuencia	Rata de Transmisión de Datos Típicos	Rata de Transmisión Máxima Teórica
Legacy	2.4 GHz	1 Mbps	2 Mbps
802.11a	5 GHz	25 Mbps	54 Mbps
802.11b	2.4 GHz	6.5 Mbps	11 Mbps
802.11g	2.4 GHz	11 Mbps	54 Mbps
802.11n	2.4 y 5 GHz	200 Mbps	600 Mbps

Fuente Fundamentos de redes inalámbricas, cisco systems.inc [4]

1.2 APLICACIONES TÍPICAS DE LAS REDES WI-FI

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

- a. Implementación en redes de área local en ambientes de construcciones antiguas donde nunca se proyectó la utilización de redes Ethernet o lugares de difícil acceso y en general en entornos donde la solución cableada es inviable.
- b. Posibilidad de reconfiguración de la topología de la red sin añadir costos significativos adicionales. Esta solución es muy típica en entornos cambiantes que necesitan una estructura de red flexible.
- c. Redes provisionales para situaciones de emergencia o cuando no exista capacidad de puertos físicos en la red cableada.
- d. Estas redes permiten el acceso a la información mientras el usuario se encuentra en movimiento. Habitualmente esta solución es requerida en sitios de gran concurrencia como aeropuertos, centros comerciales, entidades educativas, entre otros.
- e. Generación de aéreas para grupos de trabajo eventuales, donde no valdría la pena instalar una red cableada por un lapso de tiempo corto.
- f. En ambientes industriales con condiciones arquitectónicas rígidas este tipo de redes sirve para interconectar diferentes dispositivos y equipos.

- g. Interconexión de redes de área local que se encuentran en lugares físicos distintos.

1.3 MECANISMO DE SEGURIDAD EN LAS REDES WI-FI

Existen tres mecanismos de cifrado: WEP, que posteriormente fue mejorado por el WAP y WAP2.

1.3.1 WEP (Wired Equivalent Privacy)

Este tipo de cifrado requiere de una clave estática de 40 bits introducido por los usuarios de cada extremo, con esta clave sumada con un vector de inicialización estático de 24 bits se obtiene una nueva clave de 64 bits a través de un algoritmo llamado RC4 (Algoritmo de encriptación). Si a este tipo de cifrado se le hace una operación lógica XOR esto obtendría una nueva información cifrada. **[5]**

1.3.2 WPA (Wi-fi protected Access)

Se continúa con el algoritmo RC4, pero con la gran diferencia que WAP usa un protocolo de Integridad de Clave no estática TKIP (Temporal Key Integrity Protocol), este protocolo cambia la clave de 128 bits usada en la transmisión de los datos cada 10.000 paquetes. Así mismo se tiene una segunda opción por medio del AES (Advanced Encryption Standard) basado en el algoritmo Rijndael, inventado por Joan Daemen y Vincent Rijmen. AES emplea tres longitudes de clave: 128-bits, 192 bits y 256 bits.

La seguridad de este nuevo método, recae totalmente en la complejidad de la contraseña utilizada por el usuario. **[5]**

1.3.3 WPA2 (Wi-Fi Protected Access 2)

Creado para corregir las vulnerabilidades detectadas en WPA.

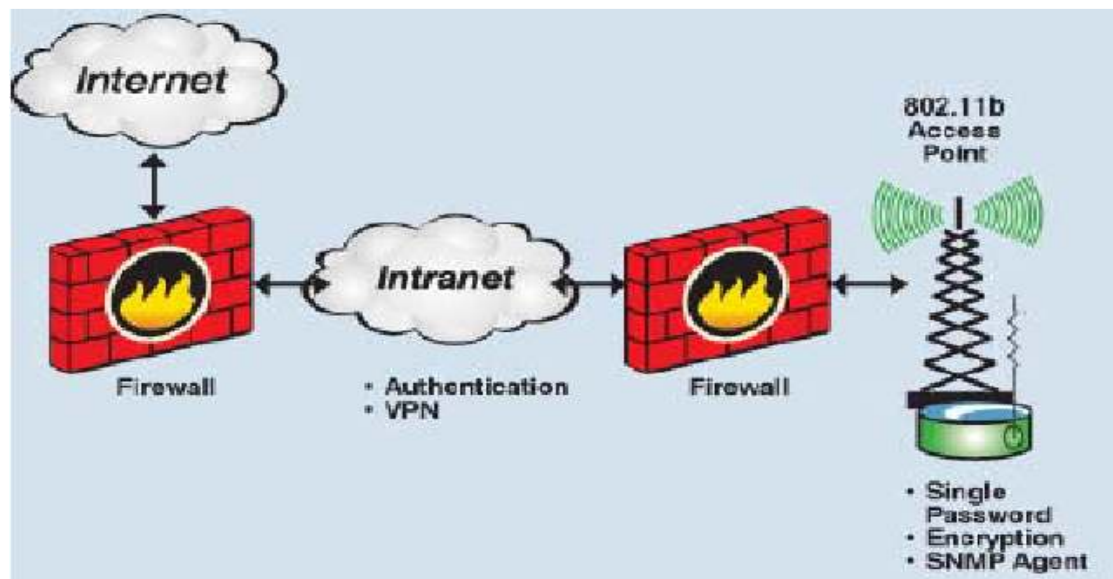
WAP2 está basado en el estándar 802.11i, este estándar fue ratificado en junio de 2004.

La nueva generación de puntos de acceso se apoya en el protocolo WPA2 que utiliza el algoritmo de cifrado AES. Con este algoritmo es posible cumplir con los requerimientos de seguridad.

Como complemento a los diferentes mecanismos de cifrado, también es importante tener en cuenta en la configuración de los distintos dispositivos inalámbricos la parte de seguridad como son:

- a. Cambiar valores por defecto: Como es el nombre del AP, IP, SSID, etc.
- b. Posibilidad de acceso a la red WIFI solo a las direcciones MAC permitidas.
- c. Autenticar a los usuarios de manera individualizada.
- d. Utilizar métodos de cifrado de datos por medio de WEP, WPA, WPA2.
- e. Cambiar contraseña de administración (fuerte: Alfanuméricos y caracteres especiales)
- f. Proteger el entorno Wi-Fi por medio de firewall, IDS.

Figura 1. Entorno Wi-Fi protegido por medio de Firewall



Fuente Seguridad en redes WIFI, G.álvarez / p.p. perez (csic). pág. 44

1.4 PROTOCOLOS DEL ESTÁNDAR IEEE 802.11

- IEEE 802.11 El original 1 Mbps a 2 Mbps, 2.4 GHz estándar de RF y IR (1999).
- IEEE 802.11a. Estándar 54 Mbps 5 Ghz (1999, producto impulsado en el 2001)
- IEEE 802.11b. Realizado para el 802.11 soporta desde 5.5 a 11 Mbps (1999)

- IEEE 802.11c. Operación puente de procedimiento incluido en el estándar de la IEEE 802.1d (2001)
- IEEE 802.11d. Estándar Internacional (de país a país) extensión del roaming (2001)
- IEEE 802.11e. Realiza QoS (calidad de servicio), incluyendo paquetes etiquetados (2005)
- IEEE 802.11f. Protocolos de puntos de múltiple acceso (2003)
- IEEE 802.11g. Estándar 54 Mbps, 2.4 GHz (compatible con anteriores estándares a y b) (2003)
- IEEE 802.11h. Manejador de Espectro 802.11a (5 GHz), permite la asignación dinámica de canales. Además define el TPC (Transmit Power Control) según el cual la potencia de transmisión se adecua a la distancia que se encuentra el destinatario de la comunicación, compatible para Europa (2004). **[6]**
- IEEE 802.11i. Realiza seguridad, este estándar que define la encriptación y la autenticación (2004). **[6]**
- IEEE 802.11j. Extensión para Japón (2004)
- IEEE 802.11k. Realiza medidas de los recursos de radio
- IEEE 802.11l. Reservado, tipológicamente sin uso
- IEEE 802.11m. Estándar para el mantenimiento
- IEEE 802.11n. Mejora significativamente el desempeño de la red (Mi-Mo)
- IEEE 802.11o. Reservado, tipológicamente sin uso
- IEEE 802.11p. De acceso inalámbrico para entorno vehicular (tales como las ambulancias y carros de pasajeros) (WAVE, Wireless Access for the Vehicular Environment)
- IEEE 802.11q. Reservado, tipológicamente sin uso, puede ser confundido con 802.1q VLAN trunking.
- IEEE 802.11r. Rápida transición entre nodos (fast roaming)
- IEEE 802.11s. Redes en malla (Mesh Networking)
- IEEE 802.11t. Predicción Rendimiento Wireless (WPP) – métodos de prueba y medición.
- IEEE 802.11u. Interconexión con otras redes diferentes del protocolo 802 (ejemplo celular)
- IEEE 802.11v. Gestión de red inalámbrica
- IEEE 802.11w. Protección de las tramas de gestión

1.5 ELECCIÓN DE LA CAPA FÍSICA Y TRANSMISION DE DATOS

La Capa Física de cualquier red define la modulación y la señalización, características de la transmisión de datos.

La IEEE 802.11 define tres posibles opciones para la elección de la capa física:

- Espectro expandido por secuencia directa o DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
- Espectro expandido por salto de frecuencias o FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) ambas en la banda de frecuencia 2.4 GHz
- Luz infrarroja en banda base o sea sin modular.

Aunque existen dos tipos de tecnologías que emplean las radiofrecuencias, como son la banda estrecha y la banda ancha (conocida como espectro ensanchado) ésta última es la que más utilizada.

En mayo de 1985, y tras cuatro años de estudios, el FCC (Federal Communications Commission), la agencia Federal del Gobierno de Estados Unidos encargada de regular y administrar en materia de telecomunicaciones, asignó las bandas IMS (Industrial, Scientific and Medical) 902 a 928 MHz, 2.400 a 2.4835 GHz, 5.725 a 5.850 GHz a las redes inalámbricas basadas en espectro ensanchado. Entre ellas, el IEEE 802.11 incluyo en su especificación las frecuencias en torno a 2.4 GHz que se habían convertido ya en el punto de referencia a nivel mundial, la industria se había volcado en ella y está disponible a nivel mundial. [1]

La tecnología de espectro ensanchado, utiliza todo el ancho de banda disponible, en lugar de utilizar una portadora para concentrar la energía a su alrededor. Tiene muchas características que le hacen sobresalir sobre otras tecnologías de radiofrecuencias (como la de banda estrecha, que utiliza microondas), ya que, por ejemplo, posee excelentes propiedades en cuanto a inmunidad a interferencias y a sus posibilidades de encriptación. Esta, como muchas otras tecnologías, proviene del sector militar. Existen dos tipos de tecnología de espectro ensanchado:

1.5.1 Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (DSSS)

En esta técnica genera un patrón de bits redundante (señal de chip) para cada uno de los bits que componen la señal. Cuanto mayor sea esta señal, mayor será la resistencia de la señal a las interferencias. El estándar IEEE 802.11 recomienda un tamaño de 11 bits, pero el óptimo es de 100. En recepción es necesario realizar el proceso inverso para obtener la información original.

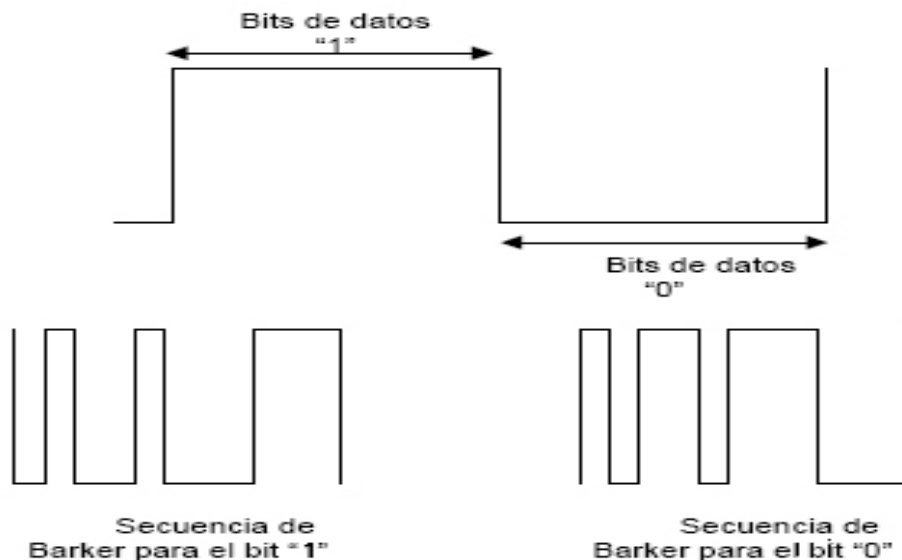
La secuencia de bits utilizada para modular los bits se conoce como secuencia de Barker (también llamado código de dispersión o PseudoNoise). Es una secuencia rápida diseñada para que aparezca aproximadamente la misma cantidad de 1 que de 0.

Solo los receptores a los que el emisor haya enviado previamente la secuencia podrán recomponer la señal original. Además, al sustituir cada bit de datos a transmitir, por una secuencia de 11 bits equivalente, aunque parte de la señal de transmisión se vea afectada por interferencias, el receptor aún puede reconstruir fácilmente la información a partir de la señal recibida.

Esta secuencia proporciona 10.4dB (decibelios) de aumento del proceso, el cual reúne los requisitos mínimos para las reglas fijadas por la FCC. [1]

En la figura 2 se puede observar cómo se utiliza la secuencia de Barker para codificar la señal original a transmitir.

Figura 2. Codificación de Barker



Fuente <http://www.canal-ayuda.org/a-informatica/inalambrica.htm>

Una vez aplicada la señal de chip, el estándar IEEE 802.11 ha definido dos tipos de modulación para la técnica de espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS), la modulación DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying) y la modulación DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying), que proporcionan una velocidad de transferencia de 1 y 2 Mbps respectivamente. [1]

En el caso de Estados Unidos y Europa la tecnología DSSS utiliza un rango de frecuencias que va desde los 2.4 GHz hasta los 2.4835 GHz, lo que permite tener un ancho de banda total de 83.5 MHz, este ancho de banda se subdivide en

canales de 5 MHz, lo que hace un total de 14 canales independientes. Cada país está autorizado a utilizar un subconjunto de estos canales.

Cuando existan más de una celda, estas pueden operar simultáneamente y sin interferencias siempre y cuando la diferencia entre las frecuencias centrales de las distintas celdas sea de al menos 30 MHz, lo que reduce a tres el número de canales independientes y funcionando simultáneamente en el ancho de banda total de 83,5 MHz, esta independencia entre canales nos permite aumentar la capacidad del sistema de forma lineal.

Cuadro 2. Tabla de frecuencias DSSS

Identificador de Canal	Frecuencia en MHz	Dominios Reguladores				
		América (-A)	EMEA (-E)	Israel (-I)	China (-C)	Japón (-J)
1	2412	x	x	—	x	x
2	2417	x	x	—	x	x
3	2422	x	x	x	x	x
4	2427	x	x	x	x	x
5	2432	x	x	x	x	x
6	2437	x	x	x	x	x
7	2442	x	x	x	x	x
8	2447	x	x	x	x	x
9	2452	x	x	x	x	x
10	2457	x	x	—	x	x
11	2462	x	x	—	x	x
12	2467	—	x	—	—	x
13	2472	—	x	—	—	x
14	2484	—	—	—	—	x

Fuente http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11b

De la siguiente manera se realiza la distribución de celdas reutilizando los tres canales independientes y esto evita que exista interferencia entre cada uno de ellas, idealmente toman forma de panal.

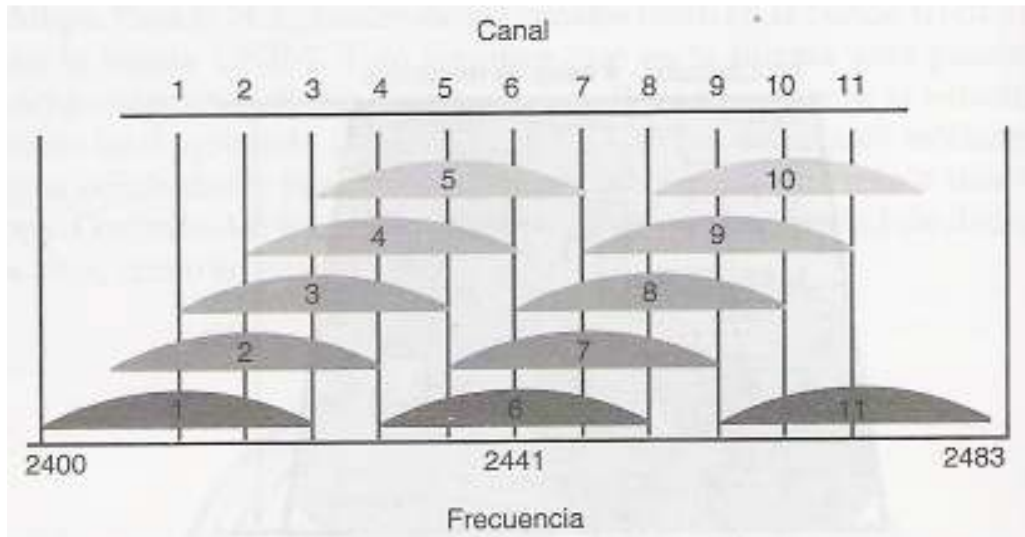
Figura 3. WLAN: Reutilización del canal con 802.11b y 802.11g



Fuente Fundamentos de Redes Inalámbricas, Cisco System, inc. Pág. 194 [4]

De la siguiente manera se realiza la reutilización del canal en los tres canales independientes y esto evita que suceda la superposición entre las diferentes frecuencias, optimizando así el ancho de banda total.

Figura 4. Canales 802.11b y 802.11g no sobrepuestos

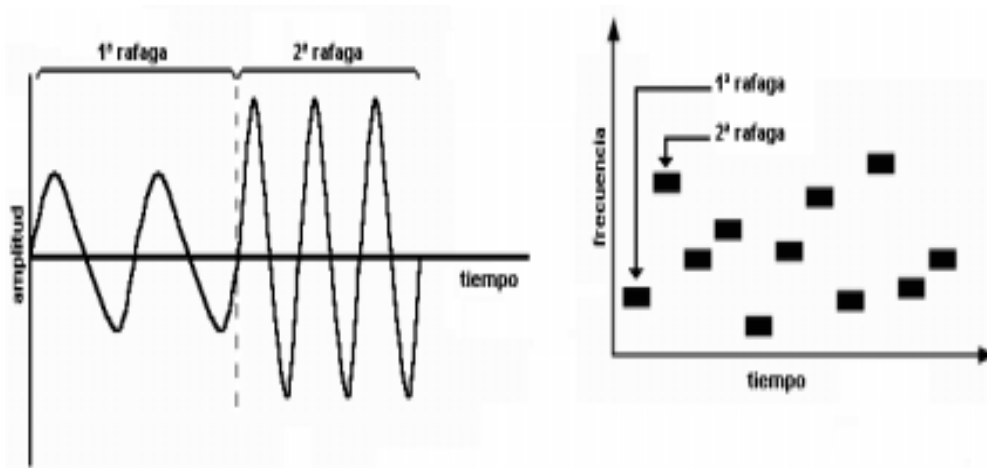


Fuente Fundamentos de Redes Inalámbricas, Cisco System, inc. Pág. 194 [4]

1.5.2 Espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS)

La tecnología de espectro ensanchado por salto en frecuencia (FHSS) consiste en transmitir una parte de la información en una determinada frecuencia durante un intervalo de tiempo llamada dwell time e 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 intervalos de tiempos muy cortos. [1]

Figura 5. Gráfica de Codificación con Salto en Frecuencia



Fuente Redes Inalámbricas IEEE 802.11, Enrique de Miguel Ponce / Enrique Molina Tortosa / Vicente Mompó Maicas.

El orden en los saltos de frecuencia se determina según una secuencia pseudoaleatoria almacenada en unas tablas, y que tanto el emisor como el receptor deben conocer.

Si se mantiene la sincronización en los saltos de frecuencias se consigue que, aunque en el tiempo se cambie de canal físico, a nivel lógico se mantiene un solo canal por el cual se realiza la comunicación.

Esta técnica también utiliza la zona de los 2.4GHz, la cual organiza en 79 canales con un ancho de banda de 1MHz cada uno. El número de saltos por segundo es regulado por cada país, así, por ejemplo, Estados Unidos fija una tasa mínima de saltos de 2.5 por segundo.

El estándar IEEE 802.11 define la modulación aplicable en este caso. Se utiliza la modulación en frecuencia FSK (Frequency Shift Keying), con una velocidad de 1Mbps ampliable a 2Mbps.

Al revisar el estándar IEEE 802.11b, esta velocidad también ha aumentado a 11Mbps.

Cuadro 3. Tabla de frecuencias FHSS

Canal	Valor	Canal	Valor	Canal	Valor
2	2.402	28	2.428	54	2.454
3	2.403	29	2.429	55	2.455
4	2.404	30	2.430	56	2.456
5	2.405	31	2.431	57	2.457
6	2.406	32	2.432	58	2.458
7	2.407	33	2.433	59	2.459
8	2.408	34	2.434	60	2.460
9	2.409	35	2.435	61	2.461
10	2.410	36	2.436	62	2.462
11	2.411	37	2.437	63	2.463
12	2.412	38	2.438	64	2.464
13	2.413	39	2.439	65	2.465
14	2.414	40	2.440	66	2.466
15	2.415	41	2.441	67	2.467
16	2.416	42	2.442	68	2.468
17	2.417	43	2.443	69	2.469
18	2.418	44	2.444	70	2.470
19	2.419	45	2.445	71	2.471
20	2.420	46	2.446	72	2.472
21	2.421	47	2.447	73	2.473
22	2.422	48	2.448	74	2.474
23	2.423	49	2.449	75	2.475
24	2.424	50	2.450	76	2.476
25	2.425	51	2.451	77	2.477
26	2.426	52	2.452	78	2.478
27	2.427	53	2.453	79	2.479
				80	2.480

Fuente. <http://www.canal-ayuda.org/a-informatica/inalambrica.htm>

1.6 TOPOLOGÍAS DE UNA RED INALÁMBRICA

Diseñar un protocolo de acceso al medio para las redes inalámbricas es mucho más complejo que hacerlo para redes cableadas. Ya que debe tenerse en cuenta las dos (2) topologías de una red inalámbrica.

1.6.1 Ad-hoc

Redes peer-to-peer o también llamadas punto a punto. Varios equipos forman una red de intercambio de información sin necesidad de elementos auxiliares como son los switch o conmutadores, puntos de acceso, routers o enrutadores, entre otros. Este tipo de redes se utilizan en grupos de trabajo, reuniones, conferencias, etc.

Figura 6. Redes en modo ad-hoc



Fuente Seguridad en redes WIFI, G.álvarez / p.p. perez (csic). pág. 11

1.6.2 Infraestructura

La red inalámbrica se crea como una extensión a la red existente basada en cable, los elementos inalámbricos se conectan a la red cableada por medio de un punto de acceso o un PC Bridge, siendo estos los que controlan el tráfico entre las estaciones inalámbricas y las transmisiones entre la red inalámbrica y la red cableada.

Figura 7. Redes en modo Infraestructura



Fuente Seguridad en redes WIFI, G.álvarez / p.p. perez (csic). pág. 9

1.7 MECANISMOS DE ACCESO

Hay dos tipos de mecanismos de acceso:

- Protocolos con arbitraje FDMA (Frequency Division Multiple Access) TDMA(Time Division Multiple Access)
- Protocolos de contienda (CSMA/CA (Carrier Sense, Múltiple Access - Collision Avoidance), CDMA (Code Division Multiple Access) y el CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection). [1]

1.7.1 Protocolos con arbitraje

La multiplexación en frecuencia (FDM) divide todo el ancho de banda asignado en distintos canales individuales. Es un mecanismo simple que permite el acceso inmediato al canal, pero muy ineficiente para utilizarse en sistemas informáticos, los cuales presentan un comportamiento típico de transmisión de información por breves períodos de tiempo (ráfagas).

Una alternativa a este sería asignar todo el ancho de banda disponible a cada nodo en la red durante un breve intervalo de tiempo de manera cíclica. Este

mecanismo, se llama multiplexación en el tiempo (TDM) y requiere mecanismos muy precisos de sincronización entre los nodos participantes para evitar interferencias. Este esquema ha sido utilizado con cierto éxito sobre todo en las redes inalámbricas basadas en infraestructura, donde el punto de acceso puede realizar las funciones de coordinación entre los nodos remotos.

1.7.2 Protocolo de acceso por contienda

Tienen similitudes al de Ethernet cableada de línea normal 802.3.

CDMA se aplica específicamente a los sistemas de radio de banda esparcida basados en una secuencia PN. En este esquema se asigna una secuencia PN distinta a cada nodo, y todos los nodos pueden conocer el conjunto completo de secuencias PN pertenecientes a los demás nodos. Para comunicarse con otro nodo, el transmisor solo tiene que utilizar la secuencia PN del destinatario, de esta forma se pueden tener múltiples comunicaciones entre diferentes pares de nodos.

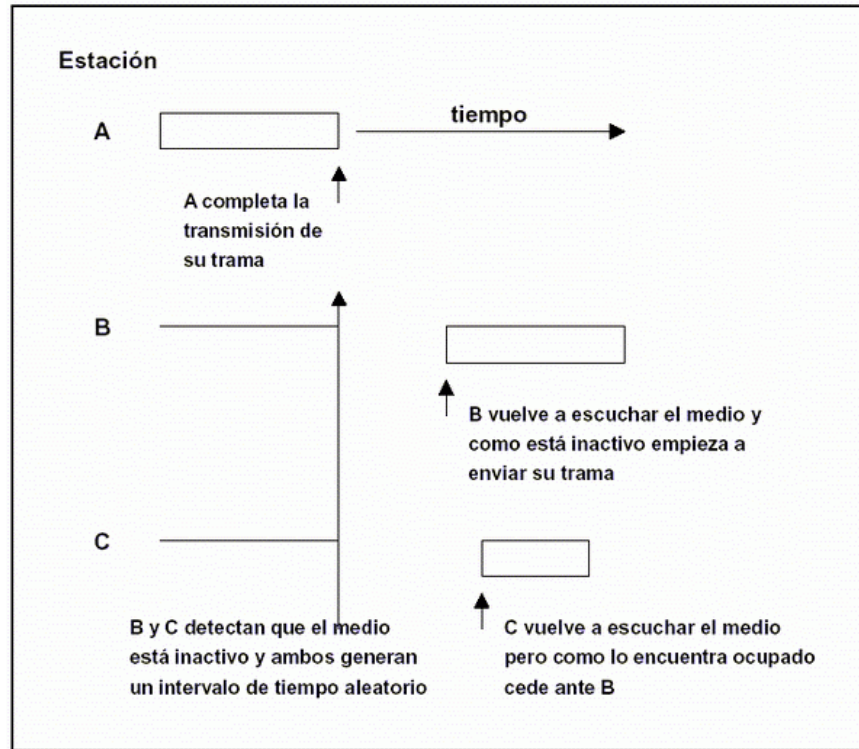
CSMA/CD se aplica en estos medios de difusión (radio, infrarrojos), no es posible transmitir y recibir al mismo tiempo, la detección de errores no funciona en la forma básica que fue expuesta para las LAN cableadas. Se diseñó una variación denominada detección de colisiones para redes inalámbricas. En este esquema, cuando un nodo tiene una trama que transmitir, lo primero que hace es generar una secuencia binaria pseudoaleatoria corta, la cual se añade al preámbulo de la trama. A continuación, el nodo realiza la detección de la portadora y si el canal está libre transmite la secuencia binaria. Por cada 1 binario el nodo transmite una señal durante un intervalo de tiempo corto. Para cada 0 binario, el nodo cambia a modo de recepción. Si un nodo detecta una señal durante el modo de recepción deja de competir por el canal y espera hasta que los otros nodos hayan transmitido su trama.

La eficiencia del esquema depende del número de bits de la secuencia binaria ya que si dos nodos generan la misma secuencia, se producirá una colisión. **[1]**

El protocolo más utilizado es CSMA/CA, este evita colisiones en lugar de descubrir una colisión, como el algoritmo usado en la 802.3.

En una red inalámbrica es difícil descubrir colisiones, es por ello que se utiliza el CSMA/CA y no el CSMA/CD debido a que entre el final y el principio de una transmisión suelen provocarse colisiones en el medio. En CSMA/CA, cuando una estación identifica el fin de una transmisión espera un tiempo aleatorio antes de transmitir su información, disminuyendo así la posibilidad de colisiones.

Figura 8. Transmisión de información en CSMA/CA



Fuente Redes Inalámbricas IEEE 802.11, Enrique de Miguel Ponce / Enrique Molina Tortosa / Vicente Mompó Maicas.

La capa MAC opera junto con la capa física probando la energía sobre el medio de transmisión de datos. La capa física utiliza CCA (Clear Channel Assessment) para determinar si el canal está libre. Esto se cumple midiendo la energía RF de la antena y determinando la fuerza de la señal recibida, esta señal medida es normalmente conocida como RSSI. [1]

Si la fuerza de la señal recibida está por encima de un umbral especificado, el canal se considera vacío, y a la capa MAC se le da el estado del canal vacío para la transmisión de los datos. Si la energía RF está por debajo del umbral, las transmisiones de los datos son retrasadas de acuerdo con las reglas protocolares. El estándar proporciona otra opción CCA que puede estar sola o con la medida RSSI. El sentido de la portadora puede usarse para determinar si el canal está disponible. Esta técnica es más selectiva ya que verifica que la señal es del mismo tipo de portadora que los transmisores del 802.11.

1.8 ANALISIS DE RELACION SEÑAL / RUIDO

Uno de los mayores inconvenientes de los sistemas de radio es la mezcla del ruido con la señal de datos transmitidos o recibidos, lo ideal es que la señal de datos sea más potente que la señal de ruido. Al resultado de dividir el valor de la fuerza de la señal de datos entre el valor de la fuerza de la señal del ruido (ruido térmico, ruido industrial ejemplo el de los hornos microondas, ruido de interferencia debido a otra WLAN en la misma banda de frecuencia), se conoce como relación S/N (signal to noise) y cuanto mayor sea este valor mejor será la comunicación.

Se define como:

$$\text{S/N [dB]} = 10 * \text{Log}_{10} (\text{Potencia de Señal [W]} / \text{Potencia del ruido [W]})$$

Si el nivel de ruido es alto necesitaremos más potencia recibida. En condiciones normales sin ninguna otra WLAN en la frecuencia y sin ruido industrial el nivel de ruido será de alrededor de -100dBm.

El valor de esta relación se expresa generalmente en dB (decibeles) o en dBm (decibeles referidos a un milivatio). Un valor de 10 dB indica que la señal tiene 10 veces más potencia que ruido, mientras que 20 dB indica, no 20 veces, si no 100 veces más potencia.

Conversión de Watios (W) a decibeles milivatio (dBm):

$$\text{dBW} = 10\log_{10} \left[\frac{P(\text{watts})}{1\text{watt}} \right]$$

$$\text{dBm} = 10\log_{10} \left[\frac{P(\text{watts})}{0,001\text{watt}} \right]$$

$$\text{dBm} = 10\log_{10} \left[\frac{P(\text{mW})}{1\text{mW}} \right]$$

Cuadro 4. Relación entre dBm y Potencia en Watios

dBm	Watios	dBm	Watios	dBm	Watios	dBm	Watios	dBm	Watios
0	1 mW	1	1,3 mW	2	1,6 mW	3	2 mW	4	2,5 mW
5	3,2 mW	6	4 mW	7	5 mW	8	6 mW	9	8 mW
10	10 mW	11	13 mW	12	16 mW	13	20 mW	14	25 mW
15	32 mW	16	40 mW	17	50 mW	18	63 mW	19	79 mW
20	100 mW	21	126 mW	22	158 mW	23	200 mW	24	250 mW
25	316 mW	26	398 mW	27	500 mW	28	630 mW	29	800 mW
30	1 W	31	1,3 W	32	1,6 W	33	2 W	34	2,5 W
35	3,2 W	36	4 W	37	5 W	38	6,3 W	39	8 W
40	10 W	41	13 W	42	16 W	43	20 W	44	25 W
45	32 W	46	40 W	47	50 W				

Fuente <http://www.guatemwireless.org/tabla-de-relacion-entre-dbm-y-potencia-de-transmision-wlan>

1.8.1 Potencia irradiada

La potencia irradiada (potencia enviada por la antena) puede ser calculada (en dBm):

$$\text{PIRE [dBm]} = \text{Potencia del transmisor [dBm]} - \text{pérdida de cable [dB]} + \text{ganancia de antena [dBi]}$$

El límite legal de potencia irradiada (EIRP o PIRE) para WLAN es generalmente puesto a 100mW (= +20dBm) pero depende de las regulaciones del país.

1.9 ANTENAS

Elementos pasivos que conforman la configuración de hardware de cualquier sistema de transmisión en medios no guiados.

La función de las antenas es convertir los datos en ondas electromagnéticas.

Existen dos tipos:

- Directivas o sectoriales.
- Omnidireccionales

1.9.1 Antenas Directivas o Sectoriales

Una antena Directiva o sectorial actúa de forma parecida a un foco que emite un haz concreto y estrecho pero de forma intensa.

Las antenas Directivas irradian la intensidad de señal a una cierta zona de cobertura a un ángulo determinado (patrón de radiación), por lo cual su alcance es mayor, sin embargo fuera de la zona de cobertura no se recibe nada de señal, no se puede establecer comunicación entre el receptor y el equipo transmisor.

El alcance real de una antena directiva está determinado por una combinación de los dBi de ganancia de la antena, la potencia de radiación del punto de acceso transmisor y la sensibilidad de recepción del receptor.

Cuanta más ganancia tenga la antena mayor es el área de cobertura a la cual se está direccionando. [7]

1.9.2 Antena Omnidireccionales

Son antenas que orientan la señal en todas direcciones con un haz amplio pero de corto alcance. Si se dice que una antena directiva sería como un foco, una antena omnidireccional sería como una bombilla emitiendo luz en todas direcciones pero con una intensidad menor que la de un foco, es decir, con menor trayectoria.

Las antenas Omnidireccionales irradian la señal teóricamente a los 360 grados por lo que es posible establecer comunicación independientemente del punto en el que se esté.

El alcance de una antena omnidireccional viene determinado por una combinación de los dBi de ganancia de la antena, la potencia del punto de acceso transmisor y la sensibilidad de recepción del receptor.

La ganancia de una antena está dada en decibeles isotrópicos dBi. Es la ganancia de energía en comparación con una antena isotrópica (antena que difunde energía en todas las direcciones con la misma potencia).

Cuanta más ganancia tenga la antena mayor es el área de cobertura.

2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE CADA UNO DE LOS DISPOSITIVOS INSTALADOS PARA EL ANALISIS

En este capítulo se realiza una descripción sobre los diferentes dispositivos inalámbricos instalados en la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, como especificaciones técnicas, características especiales, etc. A su vez de los diferentes dispositivos adicionales para un mejor aprovechamiento de cada uno de estos equipos inalámbricos.

2.1 ESTACION BASE MARCA LINKSYS MODELO WAP54G

Máximo desempeño derivado del uso de las especificaciones basadas en el estándar 802.11. El desempeño de la red actual puede variar por baja calidad de la red inalámbrica o por otros diferentes factores, condiciones o variables, incluyendo las distancias del móvil al punto de acceso, volumen de tráfico en la red, materiales usados en la construcción de los edificios, interferencias y otras condiciones adversas.

Figura 9. Estación Base marca Linksys Modelo WAP54G



Fuente. <http://www.linksysbycisco.com/US/en/products/WAP54G>

2.1.1 Especificaciones Técnicas

- Standards: IEEE 802.11g, IEEE 802.11b, IEEE 802.3, IEEE 802.3u
- Ports/Buttons: One 10/100 Auto-Cross Over (MDI/MDI-X) Port, Power Port, Reset and SES Buttons
- Cabling Type: Category 5 (with RJ-45 connectors)
- LEDs: Power, Activity, Link

- Transmit Power: 802.11g: Typ. 13.5 +/- 2dBm @ Normal Temp Range, 802.11b: Typ. 16.5 +/- 2dBm @ Normal Temp Range
- Security features: WPA, Linksys Wireless Guard (available in US and Canada only), WEP Encryption, MAC Filtering, SSID Broadcast Enable/Disable
- WEP Key Bits: 64/128-Bit

2.1.2 Características Especiales

IEEE 802.11g supports data rates up to 54Mbps

- Backwards compatible with existing IEEE 802.11b devices
- Easy wireless configuration with SecureEasySetup push button
- Supports WPA security and 64/128-bit WEP encryption
- Built-in web UI configuration for easy configuration from any Web-browser
- Firmware upgradable through web browser
- Supports Wireless Bridging, Wireless Repeater, MAC Address Filtering, and Event Logging

2.1.3 Condiciones Ambientales

- Dimensions 7.32" x 1.89" x 6.65" (186 x 48 x 169 mm)
- Weight 1.01 lbs (460 g)
- Power External, 12V DC
- Certification FCC, CE, Wi-Fi (802.11b and 802.11g)
- Operating Temp. 32 to 150°F (0 to 40°C)
- Storage Temp. -40 to 185°F (0 to 70°C)
- Operating Humidity 10 to 85% Noncondensing
- Storage Humidity 5 to 90% Noncondensing

2.2 ESTACION BASE MARCA LINKSYS MODELO WAP54GP

El Linksys Wireless-G es un Punto de Acceso que le permite conectar dispositivos Wireless-G (802.11g) o Wireless-B (802.11b) a su red de cable para que pueda agregar PC (Personal Computer) a la red sin problemas. Soporta Power over Ethernet (fuente sobre redcableada) que facilita la instalación, se puede montar el punto de acceso en cualquier lugar, incluso sin instalación de toma corriente eléctrico, sólo necesita instalar un cable al punto de acceso para proporcionar los datos y el poder.

También es perfecto para su uso como un puente, una especie de "cable sin cable" para conectar áreas remotas. Tal vez desde el despacho al otro lado del almacén de recepción. O tal vez desee establecer una oficina en el garaje de su casa. Con un Wireless-G Punto de acceso en cada extremo, está conectado a 54Mbps sin cable para funcionar.

Para proteger datos y privacidad, el Wireless-G Exterior Punto de Acceso soporta Wired Equivalent Privacy (WEP) y la industrial-fuerza de seguridad inalámbrica de Wi-Fi Protected Access™ (WPA), que codifica todas las transmisiones inalámbricas con un potente cifrado. El filtro de direcciones MAC le permite decidir exactamente quién tiene acceso a su red inalámbrica, y un avanzado proceso de identificación y la instrucción de mantener alertas por correo electrónico. Se puede crear múltiples SSID que se conecten a VLAN individuales para mantener su tráfico separado. La configuración es muy sencilla con el navegador web que suministra diferentes utilidades para la configuración.

Figura 10. Estación Base Marca Linksys Modelo WAP54GP



Fuente. <http://tools.cisco.com/search/JSP/search-results.get?searchPhrase=WAP54GP&Search+All+Cisco.com=cisco.com>

2.2.1 Especificaciones Técnicas

Normas: IEEE802.11g, IEEE802.11b, IEEE802.3, IEEE802.3u, IEEE 802.3af (Power over Ethernet), IEEE802.1p (QoS Priority), IEEE802.1q (VLAN), 802.1x

(Seguridad de autenticación), 802.11 i - Ready (seguridad WPA2), 802.11e - Ready (Wireless QoS).

Puertos: Ethernet, Antena, Power.

Botones: Reset.

Tipo de cableado: UTP CAT 5.

LEDs: Power, Ethernet, Wireless-G.

Interfaz de usuario web: Web integrado para una fácil interfaz de usuario basada en navegador de configuración (HTTP / HTTPS).

Versión SNMP: SNMP versión 1, 2c.

El registro de sucesos: el registro de sucesos.

Web de F / W Upgrade: Firmware actualizable a través de navegador Web.

Punto de acceso: Modo Punto de Acceso.

Punto a punto: Point-to-Point (Bridge).

Punto-a-multipunto: Punto-a-multipunto (Bridge).

Repeater: Repetidor.

Especificaciones / Modulation: Radio y Tipo de modulación: 802.11b/DSSS, 11g/OFDM.

Data Rates: Data Rates Supported 11b: 1, 2, 5.5, 11 Mbps, 11g: 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps.

Canales: Canales de funcionamiento: 11 de América del Norte, 13 La mayor parte de Europa (ETSI y Japón).

Dimensiones: 1.26 "x 7,83" x 6,89 " / (32 mm x 199 mm x 175 mm).

2.3 ACCESS POINT MARCA PROXIM MODELO AP-4000M

Figura 11. Estación Base Marca Proxim Modelo AP-4000M



Fuente. http://www.proxim.com/products/ap_4000/

2.3.1 Características Especiales

- Soporta de manera automática todos los tipos de clientes, es perfecto para el despliegue de redes inalámbricas en entornos empresariales.
- Interoperabilidad universal de clientes Wi-Fi de manera automática.
- Detección de Puntos de acceso no deseados tanto en modo 802.11a como en los modos 802.11 b/g.
- Comunicación entre Puntos de Acceso para optimizar áreas sin cableado para Internet.
- Único con escalabilidad en modo 802.11a, dispone de conector de antena externo para incrementar la distancia de transmisión.
- Múltiples definiciones de seguridad por VLAN, pudiendo tener hasta 16 VLAN por radio.
- Certificado WPA para autenticación mutua IEEE 802.1X.
- Detección de puntos de acceso no permitidos, notificándolo.
- Software totalmente actualizable a AES y 802.11i.
- Selección automática de canal, transmisión ajustable de potencia, conectores externos de antena.
- Gestión remota y segura vía SNMPv3 y HTTPS (SSL).
- IEEE.802.3af Power over Ethernet, antenas integradas y conectores externos de antenas.
- El Estación Base4000 de Orinoco, es un equipo de nueva generación, el cual soporta aplicaciones de voz y video; maneja calidad de servicio y posee buen desempeño.
- Trabaja con 802.11b/g y 802.11a operando simultáneamente.

2.3.2 Especificaciones Técnicas

Device Type Wireless Estación Base

Localization United States

Networking

Form factor External

Connectivity technology Wireless

Data transfer rate 54 Mbps

Line coding format CCK , BPSK , OFDM , QPSK , DBPSK , DQPSK , 16 QAM , 64 QAM

Data link protocol IEEE 802.11a , IEEE 802.11b , IEEE 802.11g

Spread Spectrum Method DSSS, OFDM

Transport protocol TCP/IP, UDP/IP

Remote management protocol HTTP, HTTPS, SNMP 1, SNMP 3, Telnet, SNMP 2c

Features ARP support, DHCP support , VLAN support , Firmware upgradable , MAC address filtering

Encryption Algorithm AES, SSL, TLS, WPA, PEAP, TKIP, TTLS, WPA2, 64-bit WEP, 128-bit WEP

Authentication Method RADIUS

Networking standards IEEE 802.3 , IEEE 802.1D , IEEE 802.1Q , IEEE 802.1p , IEEE 802.1x , IEEE 802.11a , IEEE 802.11b , IEEE 802.11e , IEEE 802.11g , IEEE 802.11i , IEEE 802.3af

Processor / Memory Storage

Processors Installed MIPS 220 MHz

RAM Installed (Max) SDRAM

Flash Memory Installed (Max) 8 MB Flash

Floppy Drive None

Optical Storage None

Storage Removable None

Antenna

Antenna Internal integrated

Antenna Quantity 2

Communications

Type None

Expansion / Connectivity

Expansion Bays Total (Free) None

Interfaces 1 x Management - RS-232 - 9 pin D-Sub (DB-9) , 1 x Network - Ethernet 10Base-T/100Base-TX - RJ-45

Compatible Slots None

Miscellaneous

Compliant Standards RSS-102 , RSS-210 , ICES-003 , UL 60950 , EN 300.328, FCC Part 15 , EN 301.489.1 , EN 301.489.17 , FCC Part 15.247 , CSA C22.2 No. 60950-00

Power

Power Over Ethernet (PoE) Yes

Power Device Power supply - Internal

Battery

Type None

Environmental Parameters
Min operating temperature 32 °F
Max operating temperature 131 °F
Operating humidity

2.4 ACCESS POINT MARCA APPLE MODELO AIRPORT EXTREME BASE STATION

Figura 12. Estación Base Marca Apple Modelo AirPort Extreme Base Station



Fuente. Información contenida en el CD versión 3.4/2004

El alcance típico de una conexión AirPort es de hasta 150 pies (45 metros). Rango en una red inalámbrica puede variar según las condiciones del sitio.

El acceso inalámbrico a Internet requiere una 802.11b ó 802.11g adaptador inalámbrico

Se puede utilizar la utilidad de administración para Windows del AirPort Extreme para configurar la estación base y la creación de la red inalámbrica o para los siguientes casos:

- Proporcionar acceso a Internet a los equipos de cómputo que se conectan a la estación base mediante Ethernet.
- Cambiar la configuración, tales como el número de teléfono de su ISP
- Configurar los ajustes avanzados de la estación base, como la frecuencia del canal, las opciones de seguridad, las redes cerradas, tiempo de concesión de DHCP (Protocolo de Configuración Dinámica de Máquinas), control de acceso, privacidad WAN, el poder controlar marcación remota, o la asignación de puertos.

- Proporciona la oportunidad de configuración como Ad-hoc, Infraestructura, bridge o repetidor según sea la necesidad.

Se puede extender el alcance de su red mediante el establecimiento de conexiones inalámbricas entre varias estaciones base en su red, conocido como Sistema de Distribución Inalámbrico (WDS), o conectar las estaciones base a través de Ethernet para crear una red de híbrida. Si su estación base cuenta con un puerto de antena, también puede extender el alcance de su red inalámbrica conectando una antena externa Apple certificada al puerto de antena.

Si se tiene una impresora con puerto Universal Serial Bus (USB), esta se puede conectar directamente a la estación base, y así poder compartirla entre los diferentes equipos de cómputo de la red.

Apple ha diseñado la estación base AirPort Extreme para ofrecer múltiples niveles de seguridad:

- Puede separar su red inalámbrica del mundo exterior, con protección de firewall.
- La Estación Base AirPort Extreme cuenta con un firewall integrado que crea una barrera entre la red y el Internet, la protección de datos de ataques basados en Internet de propiedad intelectual. El cortafuego se activa automáticamente al momento de configurar la estación base de compartir una única conexión a Internet.
- Creación de una red cerrada mantiene el nombre de red y la existencia misma de su red privada. La red no se mostrará en una exploración de las redes disponibles, así que los futuros usuarios de la red deben conocer el nombre de la red y la contraseña para acceder a ella.
- Protección de contraseña mediante cifrado, la estación base
- utiliza cifrado hasta de 128-bits, Wi-Fi Protected Access (WPA), filtrado de direcciones MAC, soporta La autenticación remota Dial-In User Service (RADIUS), puede utilizar el protocolo ligero de autenticación extensible (LEAP) es un protocolo de seguridad utilizado por los puntos de acceso Cisco para asignar dinámicamente una clave WEP diferente para cada usuario.

2.5 ACCESS POINT MARCA LINKSYS REFERENCIA WAP200

La tecnología RangeBooster es un add-on compatible con el estándar Wireless-G que aumenta el alcance de su red inalámbrica hasta dos veces, y su rendimiento hasta en un 35%. A diferencia de las distintas tecnologías inalámbricas que se confunden por las reflexiones de la señal, RangeBooster utiliza dos receptores inteligentes en cada extremo para detectar y decodificar señales reflejadas en las

distancias que las tecnologías estándar desechan. Se reducen los “puntos muertos” en los el área de cobertura inalámbrica.

Las características de seguridad avanzada mediante Wi-Fi Protected Access™ (WPA2 Enterprise) con un máximo de 256-bits, y la nueva funcionalidad de seguridad inalámbrica de seguimiento le advierte de posibles intrusos inalámbricos, vulnerabilidades en el despliegue inalámbrico, y la visibilidad de los ataques de Denegación de Servicio.

El WAP200 punto de acceso permite conectar dispositivos Wireless-G (802.11g) o Wireless-B (802.11b) a su red para que pueda agregar PC a la red cableada sin problemas. Soporta Power over Ethernet que facilita la instalación, se puede montar el punto de acceso en cualquier lugar, incluso sin acceso a la red eléctrica, sólo necesita instalar un cable al punto de acceso para proporcionar los datos y el poder. Por supuesto, también puede utilizar el adaptador AC incluido, si su punto de instalación tiene red 30eléctrica disponible en las inmediaciones.

Por otra parte, las características integradas de Calidad de Servicio (QoS) ofrecen voz coherente y de calidad de vídeo tanto en las redes cableadas e inalámbricas, permitiendo el despliegue de la calidad del negocio de VoIP y aplicaciones de vídeo.

Las características adicionales como múltiples BSSID (Basic Service Set Identifier), Wireless Roaming, Auto-selección de canales, y equilibrio de carga, hacen de este Punto de Acceso una solución ideal.

Figura 13. Estación Base Marca Linksys Modelo WAP200



Fuente. <http://www.linksysworks.com/WAP200.asp>

2.5.1 Características Especiales

Soporta SNMP e interfaz Web intuitiva basada en WMM inalámbrica

Soporta QoS - ampliable a 802.11e

Soporta roaming inalámbrico basado en 802.11f (IAPP)

Soporta AP, Bridge Mode y el modo de repetidor

Soporta monitoreo de la seguridad inalámbrica (en colaboración con 200 tarjetas de cliente de la serie)

Apoya el aislamiento de cliente inalámbrico

2.5.2 Especificaciones Técnicas

• Tipo de dispositivo	Punto de acceso inalámbrico
• Factor de forma	Escritorio, Montable en pared
• Estándar de redes inalámbricas	IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
• Rata de transmisión de datos	54 Mbps
• Configuración de red Wi-Fi Infraestructura	Ad-Hoc (Peer-to-Peer),
• Potencia de transmisión Wi-Fi	18 dBm
• Protocolos de seguridad WEP,WPA2,WPA-PSK	WPA,128-bit WEP,64-bit
• Estándar en redes IEEE 802.3u Ethernet 100Base-TX	IEEE 802.3 Ethernet 10Base-T,
• Administración	Basada en Web
• Tipo de antena	Antena desplegable
• Ganancia de la antena	2 dBi
• Ethernet	CAT6, CAT5e
• Dimensiones	6.69" x 8.07" x 7.68"

2.6 AMPLIFICADOR DE SEÑAL REFERENCIA 250 mW 2.4 GHz 802.11g Indoor WiFi Amplifier

Figura 14. Amplificador de señal



Fuente. <http://www.l-com.com/content/hyperlinkbrand.html>

La potencia del circuito se ajusta automáticamente a la ganancia del amplificador para proporcionar una potencia de salida constante, independientemente de la longitud del cable. La unidad se puede configurar para enviar la plena potencia de transmisión con un mínimo de 1 MW de potencia de entrada, permitiendo tendidos de cable entre 70 a 170 metros sin degradación en el rango de operación. Diseñado para ser instalado en interiores o en cajas resistentes a la intemperie. Este amplificador dispone de una robusta carcasa de aluminio fundido con las lengüetas de montaje integral. La fuente de alimentación incluida con el amplificador se calcula en 100-240 VAC 50/60 Hz que le permite ser utilizado en los EE.UU.

2.6.1 Especificaciones Técnicas

IEEE 802.11g (b/g) Compatible
Active Power Control
N-Female Connectors
12VDC Power Supply Included

2.6.2 Características Especiales

Cuadro 5. Características Especiales del Amplificador de Señal

Transmit Power	250 mW (24 dBm)
Receive Gain	15 dB m

Frequency	2400 - 2500 MHz
Max. Input Power	100 mW (20 dBm)
Operating Mode	Bi-directional, half-duplex Time Division Duplex. Senses RF carrier from transmitter and automatically switches from receive to transmit mode
Operating Temperature	-40C to 50C (-40F to 122F)
Dimensions	4.5 x 2.5 x 1.3 (inches) 117 x 64 x 33 (mm)
Weight	.68 lbs. (.30 Kg)
Current Draw	0.80A Peak Tx and 0.06A Peak Rx
Supply Voltage	9-12VDC +/-1V

Fuente Manual del Usuario

2.7 PROTECTOR ATMÓSFERICO REFERENCIA N-Female to N-Female Bulkhead 0-3 GHz 90V Lightning Protector

Figura 15. Protector Atmosférico



Fuente. <http://www.l-com.com/content/hyperlinkbrand.html>

2.7.1 Especificaciones Técnicas

Reliable Performance from DC ~ 3 GHz
Bi-Directional Protection
Protector will pass DC
Easily Replaced Gas Tube Element
Multi-Strike Capability

Es un supresor de gases de tubo de descarga con amplia banda de operación de hasta 3 GHz. Esta unidad cuenta con un N-hembra a N-conector hembra con un anillo para el montaje a través de una lámina de aluminio o con el soporte de montaje incluido.

Debido a su bajo costo y el rendimiento de RF, esta unidad es ideal para IEEE 802.11b y 802.11g Wireless aplicaciones LAN, así como ISM, MMDS, celular y aplicaciones PCS. Dado que este protector pasará DC, es adecuado para aplicaciones donde la DC se lleva a través del cable coaxial, tales como amplificadores a distancia y LNAs.

Ambos puertos de conexión de esta unidad están igualmente protegidos. Esto proporciona protección no importa la forma en que este instalado. Cualquiera de los puertos puede enfrentar la antena y pueden enfrentarse a cualquiera de los puertos del equipo.

La unidad de tubo de gas es reemplazable, la capacidad multi-enganche y el tiempo de respuesta rápido lo hacen apto para una amplia gama de aplicaciones.

2.7.2 Características Especiales

Cuadro 6. Características Especiales del Protector Atmosférico

Especificaciones Eléctricas:	
Frequency Range	0 - 3 GHz
Protector Complies With	IEC / IEEE Standard
VSWR	1:1.3 Max (0 - 3 GHz)
Insertion Loss	0.4 dB Max (0 - 3GHz)
Impedance	50 Ohm
Gas Tube Element: DC Breakdown Voltage Indicated	90 V 20%
Gas Tube Impulse Breakdown Voltage	1000 V 20%
Gas Tube Insulation Resistance	10,000 MΩ

Maximum Withstand Current				5 KA		
RF Power Rating						
Voltage Rating	DC ~ 30MHz		30-500MHz		500MHz3GHz	
	PEP1	CW2	PEP1	CW2	PEP1	CW2
90 Volt	110W	55W	65W	32W	20W	10W
Especificaciones Mecánicas						
Connectors Comply With				MIL-C-71A, 39012 Standard		
Connectors Types				N-Female to N-Female Bulkhead		
Connector Body Material				Nickel Plated Brass		
Body Material				Aluminum		
Pin Material				Gold Plated Brass		
O-Ring Material				Rubber		
Bracket Material				Aluminum		
Ground Lug				10 AWG Max.		
Dimensions (L x H x W)				3.2 in x 1.6 in x 0.8 in (82 mm x 40 mm x 20 mm)		
Max. Panel Thickness (Bulkhead Connector)				0.312" (7.93 mm) Thick		
Weight				3.17oz (89.8g)		
Especificaciones Ambientales						
Temperature Range				-67F to 185F (-55C to +85C)		
Dust and Waterproof Rating				IEC 529 / IP65		
Moisture Resistance				MIL-STD-202 Method 106D		
Salt Fog				MIL-STD-202 101D/B		
Temperature Shock				MIL-STD-202 107D/A-1		
Vibration				MIL-STD-202 Method 204D/B		
Shock				MIL-STD-202 Method 213B/A		
RoHS Compliant				Yes		

Fuente Manual del Usuario

2.8 ANTENA (OMNIDIRECCIONAL) MARCA HYPERLINK REFERENCIA HG2412U

Antena de alta ganancia para instalación en estaciones base y aplicaciones multipunto de área extendida. Construida en fibra de vidrio ligera, su longitud es de 1,2 metros. Terminada con un latiguillo de 30 centímetros y conector hembra. La antena exterior omnidireccional de 12 dBi cubre un área de gran tamaño con conectividad inalámbrica continua constante en todas direcciones, esta antena mejora la calidad y potencia de la señal y amplía el área de cobertura, puede simplemente ser montada la antena exterior omnidireccional sobre una pared, torre, construcción o poste en el ángulo de su preferencia para cobertura inalámbrica y rendimiento máximos. No es necesario ningún software para la instalación. Puede soportar vientos de hasta 134 mph (215 kph) y puede soportar la caída de varios rayos si se usa con kits de protección exterior de sobretensiones.

Figura 16. Antena (Omnidireccional) Marca Hyperlink Modelo HG2412U



Fuente: <http://www.comx-computers.co.za/computer-store-specifications.php?products=7552>

2.8.1 Aplicaciones

- Retransmite internet sin línea telefónica (en costa, sierra y selva).
- Comparta su señal de internet, para reducir costos (empresas, cabinas, oficinas).
- Interconecte sucursales y oficinas de empresas públicas y privadas (Wireless LAN).
- Sistemas multipunto y móviles.
- Vigilancia y monitoreo remoto (Wireless Video).
- Proveer servicios de internet inalámbrico (Conectar varios usuarios con una sola antena).
- Sistemas WI-FI.
- Bluetooth.

2.8.2 Especificaciones Técnicas

- Superior performance
- Lightweight fiberglass radome
- All weather operation
- Heavy-duty steel mounting brackets
- 12" Coax lead
- 2.4 GHz ISM Band
- IEEE 802.11b, 802.11g and 802.11n Wireless LAN
- Multipoint Applications

2.8.3 Especificaciones Eléctricas

Cuadro 7. Especificaciones Eléctricas de Antena (Omnidireccional)

Frequency	2400-2500 MHz
Gain	12 dBi
Polarization	Vertical
Vertical Beam Width	8°
Horizontal Beam Width	360°
Impedance	50 Ohm
Max. Input Power	50 Watts
VSWR	< 1.5:1 avg.

Fuente Manual del Usuario

2.8.4 Especificaciones Mecánicas

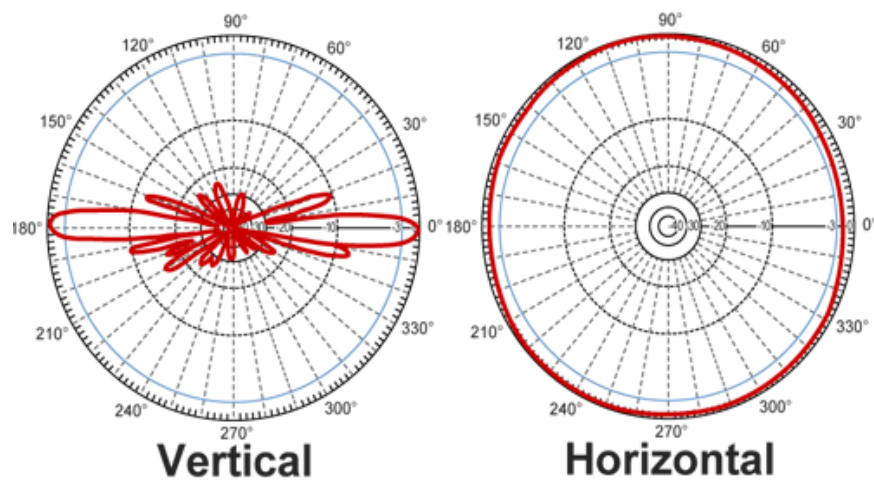
Cuadro 8. Especificaciones Mecánicas de Antena (Omnidireccional)

Weight	1.7 lbs (0.8kg)
Length	48 in. (1.2m)
Diameter	.740 in. (18.8mm)
Radome Material	Gray Fiberglass
Mounting	2.0" diameter mast max.
Wind Survival	>150 MPH
Operating Temperature	-40° C to to 85° C (-40° F to 185° F)
RoHS Compliant	Yes

Fuente Manual del Usuario

2.8.5 Patrón de radiación de la antena

Figura 17. Patrón de radiación de la antena de Antena (Omnidireccional)



Fuente. <http://www.comx-computers.co.za/computer-store-specifications.php?products=7552>

2.9 ANTENA (DIRECTIVA) MARCA HYPERLINK REFERENCIA HG2414SP-120: 14dBi / V / 2.4GHz.

Esta antena combina alta ganancia con una amplia cobertura horizontal (120°). Especialmente diseñada para incorporarla en celdas de distribución de WISP. Construida con plásticos de alta resistencia y operativos en todas las condiciones climáticas, se sujeta a un mástil con fuertes herrajes de acero que permiten su inclinación hasta 20°.

Figura 18. Antena (Directiva) Marca Hyperlink Modelo HG2414SP-120



Fuente. <http://www.l-com.com/content/hyperlinkbrand.html>

2.9.1 Especificaciones Eléctricas

Cuadro 9. Especificaciones Eléctricas de Antena (Directiva)

Frequency	2400 - 2500 MHz
Gain	14 dBi

Polarization	Vertical
Horizontal Beam Width	120°
Vertical Beam Width	15°
Impedance	50 Ohm
VSWR	< 1.5:1 avg.
Front to Back Ratio	> 21 dB
Max. Input Power	300 Watts
Lightning Protection	DC Ground
Connector	Integral N-Female

Fuente Manual del Usuario

2.9.2 Especificaciones Mecánicas

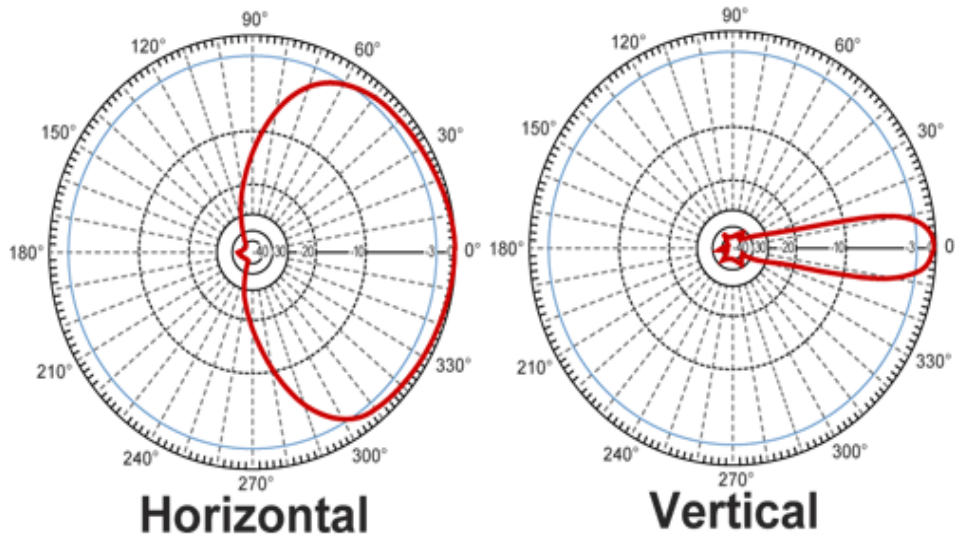
Cuadro 10. Especificaciones Mecánicas de Antena (Directiva)

Weight	4.4 lbs. (2 kg)
Dimensions	20 x 7 x 3.5 inch (500 x 180 x 90 mm)
Radome Material	UV-inhibited Plastic
Mounting	2 inch (50 mm) dia. mast max.
Operating Temperature	-40° C to to 85° C (-40° F to 185° F)
Rated Wind	>130 MPH (210 Km/h)
RoHS Compliant	Yes

Fuente Manual del Usuario

2.9.3 Patrón de radiación de la antena

Figura 19. Patrón de radiación de la antena (Directiva)



Fuente. <http://www.l-com.com/content/hyperlinkbrand.html>

2.10 ANTENA (DIRECTIVA) MARCA HYPERLINK REFERENCIA HG2414P

Esta antena plana, muy compacta suministra 14 dBi de ganancia con una cobertura amplia (30°). Es apropiada tanto para aplicaciones internas como al aire libre en la banda de ISM de 2.4GHz, incluyendo 802.11b de IEEE, 802.11g y Bluetooth®. Es ligera y está cubierta por plástico blanco no inflamable y resistente a los rayos UV; que también puede ser pintado para armonizar con la habitación o la estructura del edificio.

Puede ser instalada para la polarización horizontal o vertical. Las opciones de montaje son: la estándar fija a la pared, o bien con soportes adicionales para mástil con inclinación y garras tipo U. Terminada con un latiguillo de 30 centímetros y conector N hembra. (Conectores opcionales pueden ser montados).

Figura 20. Antena (Directiva) Marca Hyperlink Modelo HG2414P



Fuente. <http://www.indo-pc.com/antenna/patch-panel-antenna/hyperlink-24-ghz-14-dbi>

2.10.1 Aplicaciones

- Retransmite internet sin línea telefónica (en costa, sierra y selva).
- Comparta su señal de internet, para reducir costos (empresas, cabinas, oficinas).
- Interconecte sucursales y oficinas de empresas públicas y privadas (Wireless LAN).
- Telefonía por IP (VOIP).
- Vigilancia y monitoreo remoto, cámaras IP.
- Proveer servicios de internet inalámbrico (ISP inalámbrico).
- Sistemas WiFi.

2.10.2 Ventajas

- Desempeo y economía 14 dBi.
- Opera en todo tipo de clima.
- Amplitud de onda 30°
- Ideal para aplicaciones punto a punto, multipunto de largo alcance.
- Fácil de armar.
- Compatible con todas las marcas de APs
- Estándar 802.11b, 802.11g.
- Kit de montaje para girar e inclinar.

2.10.2 Especificaciones Técnicas

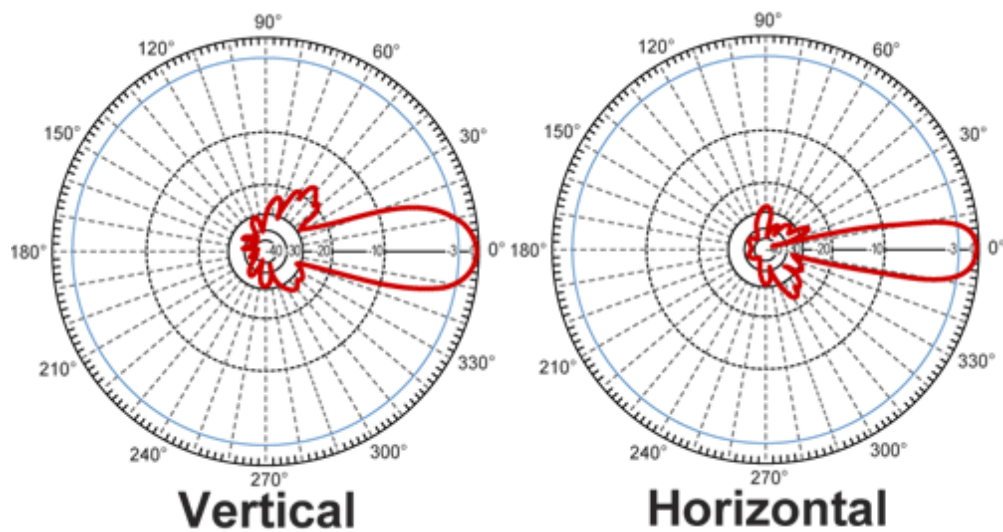
Cuadro 11. Especificaciones Técnicas de Antena (Directiva)

Frecuencia	2400-2500 MHz
Ganancia	14 dBi
Ancho de onda Horizontal	30°
Ancho de onda Vertical	30°
Protección contra descarga	DC Short
Impedancia	50 Ohm
Polarización	Horizontal o Vertical
Max. ingreso de energía	25 Watts
Peso	0.43 Kg
Dimensiones	21.6 x 21.6 x 2.6 (cm)

Fuente Manual del Usuario

2.10.3 Patrón de radiación de la antena

Figura 21. Patrón de radiación de la antena



Fuente.
14-dbi

<http://www.indo-pc.com/antenna/patch-panel-antenna/hyperlink-24-ghz-14-dbi>

2.10.4 Forma de Instalación

Figura 22. Forma de Instalación



Fuente. www.L-com.com

2.11 ANTENA (OMNIDIRECCIONAL) MARCA HYPERLINK REFERENCIA HG2404CU

El modelo de esta antena es para trabajar banda ancha de alto rendimiento, es multi-banda de montaje de techo, la antena WiFi está diseñada para operar desde 800 MHz a 3 GHz y con 3.5dBi de ganancia. El diseño multi-banda de esta antena elimina la necesidad de comprar antenas diferentes para cada frecuencia. Esto simplifica la instalación desde la misma antena, esta puede ser utilizada para un amplio conjunto de aplicaciones inalámbricas para edificios donde se desea una amplia cobertura.

Esta antena compacta y atractiva está diseñada para complementar la estética del entorno. Esta antena está diseñada para montar fácilmente a través de un único agujero en el techo suspendido. El exclusivo diseño de la antena proporciona un modelo óptimo para la cobertura en interiores.

Figura 23. Antena (Omnidireccional) Marca Hyperlink Modelo HG2404CU



Fuente. <http://www.l-com.com/item.aspx?id=21978>

2.11.1 Aplicaciones

Inalámbrica bidireccional de Servicios de voz, datos y video
MMDS de 2,6 GHz Band
Tecnología WiMAX
Aplicaciones WiFi
Enlaces de vídeo inalámbrico
Aplicaciones de Bluetooth ®
Puntos públicos de acceso inalámbrico

2.11.2 Características Especiales

IEEE 802.11b, 802.11g, 802.16 y 802.20 puntos de acceso y routers
IEEE 802.11n (Pre-N, Draft-N, MIMO) Applications
La banda ISM de 900MHz y 900MHz aplicaciones celulares
Aplicaciones de radio celulares PCS y GSM, RFID
2.4GHz Wireless Video Links Cámaras de Seguridad, Video Transmisores y
Sistemas de Seguridad

2.11.3 Especificaciones Técnicas

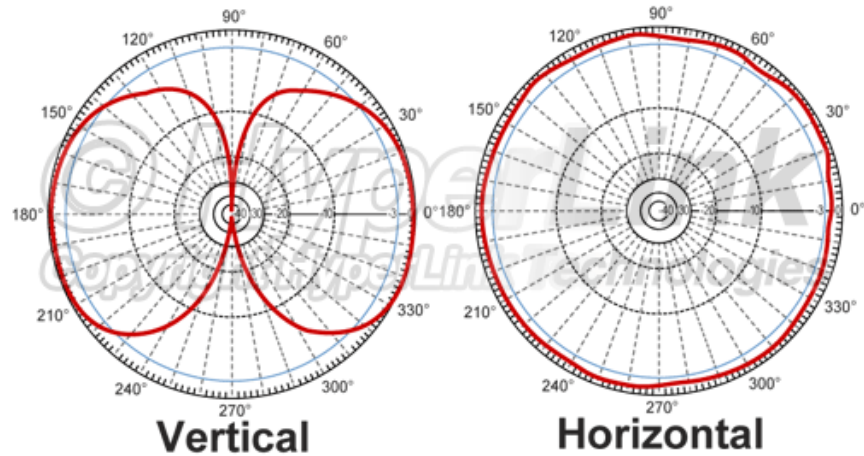
Cuadro 12. Especificaciones Técnicas de Antena (Directiva)

Frequency	800-3000 MHz
Gain	3.5 dBi
Polarization	Vertical (Linear)
Vertical Beam-width	90°
Horizontal Beam-width	360°
Impedance	50 Ohm
Max. Input Power	50 Watts
VSWR	< 1.5:1 avg.
Weight	0.94 lbs. (0.35 kg)
Dimensions	7.0 in. (180mm) diameter 2.75 in. (70mm) height
Mounting	5/8 in. diameter hole
Operating Temperature	-40° C to to 85° C (-40° F to 185° F)
RoHS Compliant	Yes

Fuente Manual del Usuario

2.11.4 Patrón de radiación de la antena

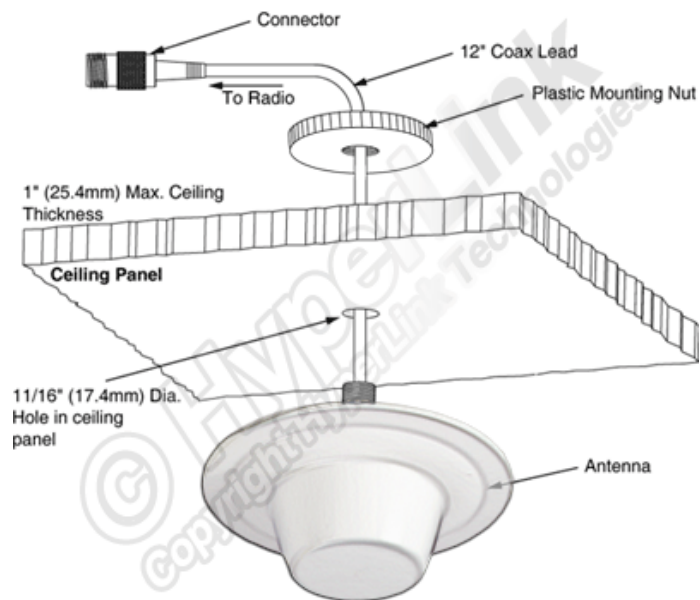
Figura 24. Patrón de radiación de la antena



Fuente. <http://www.l-com.com/item.aspx?id=21978>

2.11.5 Forma de Instalación

Figura 25. Forma de Instalación



Fuente. <http://www.turbolink.com.br/produto.php?prod=wir&cat=ant9&id=128>

3. UBICACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE HARDWARE ACTUAL DE LAS ESTACIONES BASES

En este capítulo se describe detalladamente cada una de las estaciones bases con sus respectiva configuración de hardware, ubicación dentro del campus en los diferentes edificios.

Actualmente la Universidad pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, cuenta con un número de doce (12) estaciones bases para el acceso inalámbrico a los diferentes servicios Web. La cual está conformada arquitectónicamente por diez (10) edificios distribuidos de la siguiente manera:

- Edificio A que consta de cuatro pisos
- Edificio B que consta de tres pisos
- Edificio C que consta de cuatro pisos
- Edificio D que consta de siete pisos
- Edificio E que consta de cuatro pisos
- Edificio F que consta de cuatro pisos
- Edificio G que consta de cinco pisos
- Edificio H que consta de tres pisos
- Edificio I que consta de cuatro pisos
- Edificio J que consta de cuatro pisos

Cabe anotar que consta con espacios abiertos como cafeterías, pasillos, plazoletas, que es donde se enfoca la atención en este proyecto, tomando las mediciones de la cobertura en estos sitios.

3.1 UBICACIÓN DE LAS DIFERENTES ESTACIONES BASES

A continuación se describe la ubicación de cada una de las estaciones bases instaladas dentro del campus.

Cuadro 13. Descripción detallada de la ubicación de las estaciones bases

ESTACION BASE	UBICACIÓN	NOMBRE A.P.	MARCA	REFERENCIA	MAC
1	3 PISO EDIFICIO B	EDIFICIO A	LINKSYS	WAP54G	00:1A:70:34:5D:1A
2	2 PISO EDIFICIO B	EDIFICIO B	APPLE	BASE STATION V5.5.1	00:0D:93:F0:C7:21
3	C 401	EDIFICIO C	LINKSYS	WAP54	00:1A:70:34:58:47
4	SALA DE LECTURA 3	BIBLIOTECA 1	LINKSYS	WAP200	00:23:69:08:C1:1C
5	SALA DE LECTURA 4	BIBLIOTECA 2	LINKSYS	WAP200	00:23:69:08:C3:6C
6	4 PISO EDIFICIO D	EDIFICIO D INTERNO	LINKSYS	WAP54G	00:18:39:03:0E:0A
7	LATERAL EDIFICIO D	LATERAL D	PROXIM	AP-4000M	00:20:A6:A7:DD:65
8	3 PISO EDIFICIO E	EDIFICIO E	APPLE	BASE STATION V5.5.3	00:0D:93:F0:D1:54
9	AZOTEA DEL EDIFICIO F	EDIFICIO J	PROXIM	AP-4000M	00:20:A6:A7:DD:12
10	4 PISO EDIFICIO F	EDIFICIO F	LINKSYS	WAP54G	00:18:39:03:12:DF
11	G 401	EDIFICIO G	APPLE	BASE STATION V5.5.2	00:0D:93:8B:30:6A
12	FRENTE AL BLOQUE I	EDIFICIO I	LINKSYS	WAP54GP	00:1A:70:A6:84:6F

Fuente. Autores del Proyecto

3.2 CONFIGURACION DE HARDWARE DE CADA UNA DE LAS ESTACIONES BASES

A continuación se describe la configuración detallada del Hardware de cada una de las estaciones bases instaladas dentro del campus.

Cuadro 14. Configuración detallada del Hardware

ESTACIÓN BASE	UBICACIÓN	MARCA A.P	REFERENCIA A.P	DISPOSITIVO ADICIONAL	MARCA DISPOSITIVO ADICIONAL	REFERENCIA DISPOSITIVO ADICIONAL
1	3 PISO EDIFICIO B	LINK SYS	WAP54G	N.A.	N.A.	N.A.
2	2 PISO EDIFICIO B	APPLE	BASE STATION V5.5.1	N.A.	N.A.	N.A.
3	C 401	LINK SYS	WAP54	N.A.	N.A.	N.A.
4	SALA DE LECTURA 3	LINK SYS	WAP200	ANTENA OMNIDIRECCIONAL	HYPER LINK	HG2404CU
5	SALA DE LECTURA 4	LINK SYS	WAP200	ANTENA OMNIDIRECCIONAL	HYPER LINK	HG2404CU
6	4 PISO EDIFICIO D	LINK SYS	WAP54G	N.A.	N.A.	N.A.
7	LATERAL EDIFICIO D	PROXIM	AP-4000M	ANTENA DIRECTIVA	HYPER LINK	HG2414P
				AMPLIFICADOR DE SEÑAL	HYPER LINK	250 mW 2.4 GHz 802.11g Indoor WiFi
				PROTECTOR ATMOSFERICO	HYPER LINK	N-Female to N-Female Bulkhead 0-3 GHz 90V Lightning Protector
8	3 PISO EDIFICIO E	APPLE	BASE STATION V5.5.3	N.A.	N.A.	N.A.
9	AZOTEA DEL EDIFICIO F	PROXIM	AP-4000M	ANTENA DIRECTIVA	HYPER LINK	HG2414SP-120
				AMPLIFICADOR DE SEÑAL	HYPER LINK	250 mW 2.4 GHz 802.11g Indoor WiFi
				PROTECTOR ATMOSFERICO	HYPER LINK	N-Female to N-Female Bulkhead 0-3 GHz 90V Lightning Protector
10	4 PISO EDIFICIO F	LINK SYS	WAP54G	N.A.	N.A.	N.A.
11	G 401	APPLE	BASE STATION V5.5.2	N.A.	N.A.	N.A.
12	FRENTE AL BLOQUE I	LINK SYS	WAP54GP	ANTENA OMNIDIRECCIONAL	HYPER LINK	HG2412U
				AMPLIFICADOR DE SEÑAL	HYPER LINK	250 mW 2.4 GHz 802.11g Indoor WiFi
				PROTECTOR ATMOSFERICO	HYPER LINK	N-Female to N-Female Bulkhead 0-3 GHz 90V Lightning Protector

Fuente. Autores del Proyecto

4. SOFTWARE DE MEDICION DE LA COBERTURA DE LA RED INALAMBRICA

En este capítulo se describirán las características más importantes del software NETWORK STUMBLER utilizado para este fin. Este software catalogado como free-Ware, es decir, de uso libre no requiere de compra de licencia alguna para su utilización, en la versión 4.0.4

4.1 QUE ES NETWORK STUMBLER

Es un software para sistema operativo Windows XP que facilita la detección de WLANs, mediante el uso de tarjetas de red que operen con el estándar 802.11 (Wi-Fi) y trabaje con los protocolos 802.11a, 802.11b y 802.11g.

El ejecutable del programa se puede descargar totalmente gratis de su principal portal web <http://www.stumbler.net/>.

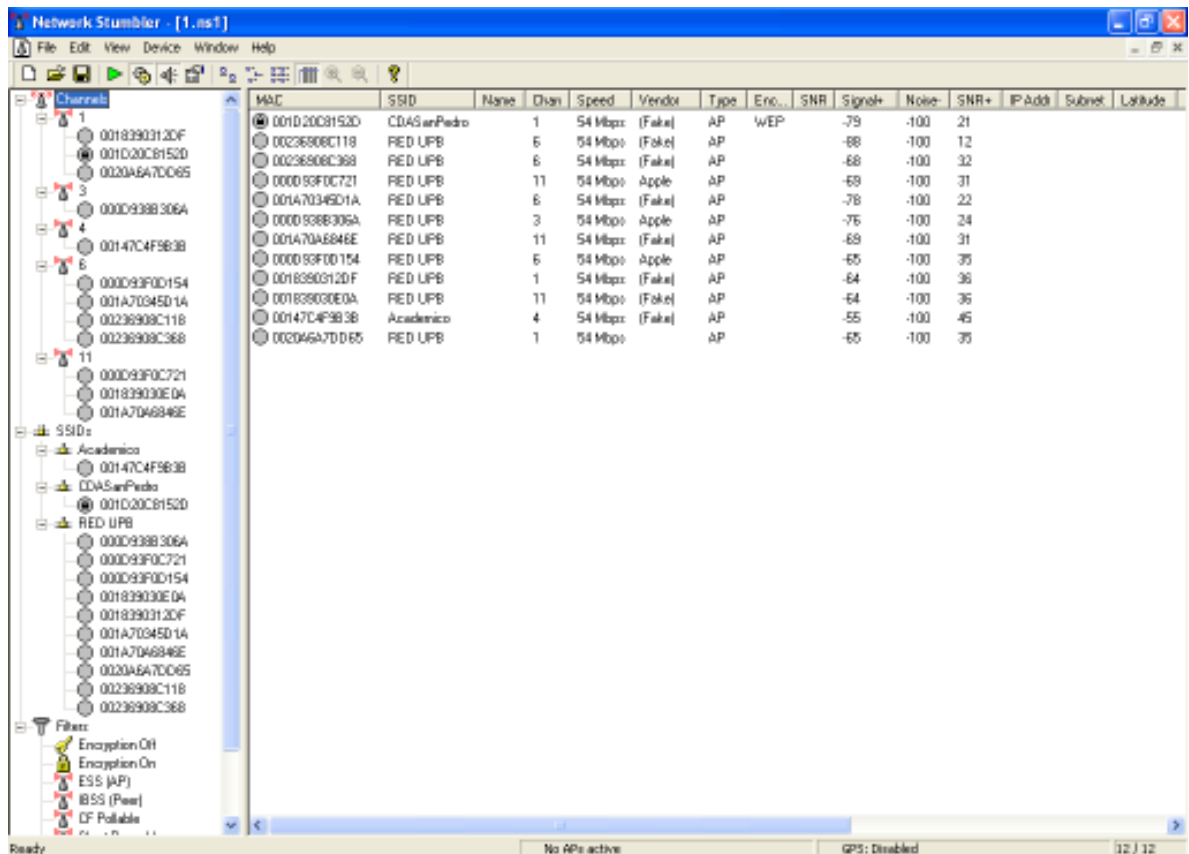
Este software permite diferentes tareas y aplicaciones, entre ellas:

1. Comprobar la configuración de la red WLAN.
2. Analizar la cobertura actual de la red y/o intensidad de señal que se tiene en diferentes lugares del área a estudiar.
3. Descubrir si existen otras redes que pueden causar interferencias a la WLAN.
4. Cuando se requiere orientar antenas direccionales en la implementación de enlaces de larga distancia, o ya sea solo para determinar la ubicación de una antena o tarjeta de red en el punto con mejor calidad de la señal.
5. Permite detectar Estaciones bases no autorizadas.
6. Permite saber que estaciones bases se encuentran abiertas o con seguridad WEP, WAP, WAP2.

4.2 DESCRIPCION DE CARACTERISTICAS DEL NETWORK STUMBLER

Al iniciar el software Net-stumbler aparece la ventana principal como se muestra en la figura 25.

Figura 26. Pantalla principal del Software Net-Stumbler



Fuente software Net-stumbler utilizado

Observando la ventana principal de este software, a medida que va escaneando el entorno genera un listado de las redes inalámbricas que va encontrado y sus principales variables que la identifican y demuestran la calidad de la señal



Icono circular: El cual aparece en la columna izquierda, indica la estaciones bases, si en su parte interior se observa un candado significa que esa estación base tiene configurado un modo de encriptación (ejemplo: WEP).

Así mismo este icono puede variar de color para indicar la intensidad de la señal, de la siguiente forma:

- Gris: Sin señal.
- Rojo: Señal baja o de mala calidad.
- Naranja: Señal media o regular.
- Amarillo: Señal buena.
- Verde claro: Muy buena señal.
- Verde oscuro: Señal Excelente.

MAC: Dirección MAC física de la Estación Base.

SSID: Identificación de la red, mediante el nombre de la misma.

Name: Describe el nombre de la Estación Base. Dicha columna normalmente está en blanco porque Net-stumbler solo detecta el nombre de las Estaciones Bases Orinoco o Cisco.

Chan: Indica el canal de frecuencia por el que transmite la Estación base encontrada. Si se presenta un asterisco (*) después del número del canal significa que estás asociado con la Estación Base. Un signo de suma (+) significa que estuvo asociado recientemente con la Estación Base. Por el contrario si no hay ningún carácter significa que ha encontrado una Estación base y no está asociado a ella.

Speed: Describe la velocidad, los Mbps máximos que acepta esa red (11, 54...)

Vendor: Indica el fabricante de la Estación Base, lo detecta a partir de los tres primeros pares de caracteres de la dirección MAC. No siempre lo muestra, porque la base de datos que usa no contiene todos los fabricantes. En este caso muestra [Fake].

Si se desea se puede usar esta lista para ver el nombre del fabricante a partir de los primeros caracteres de la MAC en el siguiente link:
<http://standards.ieee.org/regauth/oui/oui.txt>

Type: Indica el tipo de red (infraestructura o ad-hoc)

Encrypton: Indica el tipo de encriptación que tiene configurada la estación base.

SNR: Signal Noise Ratio. Indica la relación actual entre el nivel de la señal y ruido para cada estación base.

Signal+: Señal (MAX), muestra el nivel máximo de señal que ha sido detectado para cada Estación base.

Noise: Ruido, muestra el nivel de ruido actual para cada estación base.

SNR+: Indica el nivel máximo que ha tomado el factor SNR para cada estación base.

IP Adress: Describe la dirección IP en la que se encuentra la red, aunque solo la muestra en el caso de estar conectados a la misma, generalmente nunca aparece nada en esta columna.

Latitude, Longitude, Distance: Esta columna muestra información en el caso de estar utilizando GPS, e indican la posición estimada de cada estación base.

First Seen: Indica la hora a la que la red fue encontrada por primera vez.

Last Seen: Indica la hora a la que la red fue encontrada por última vez.

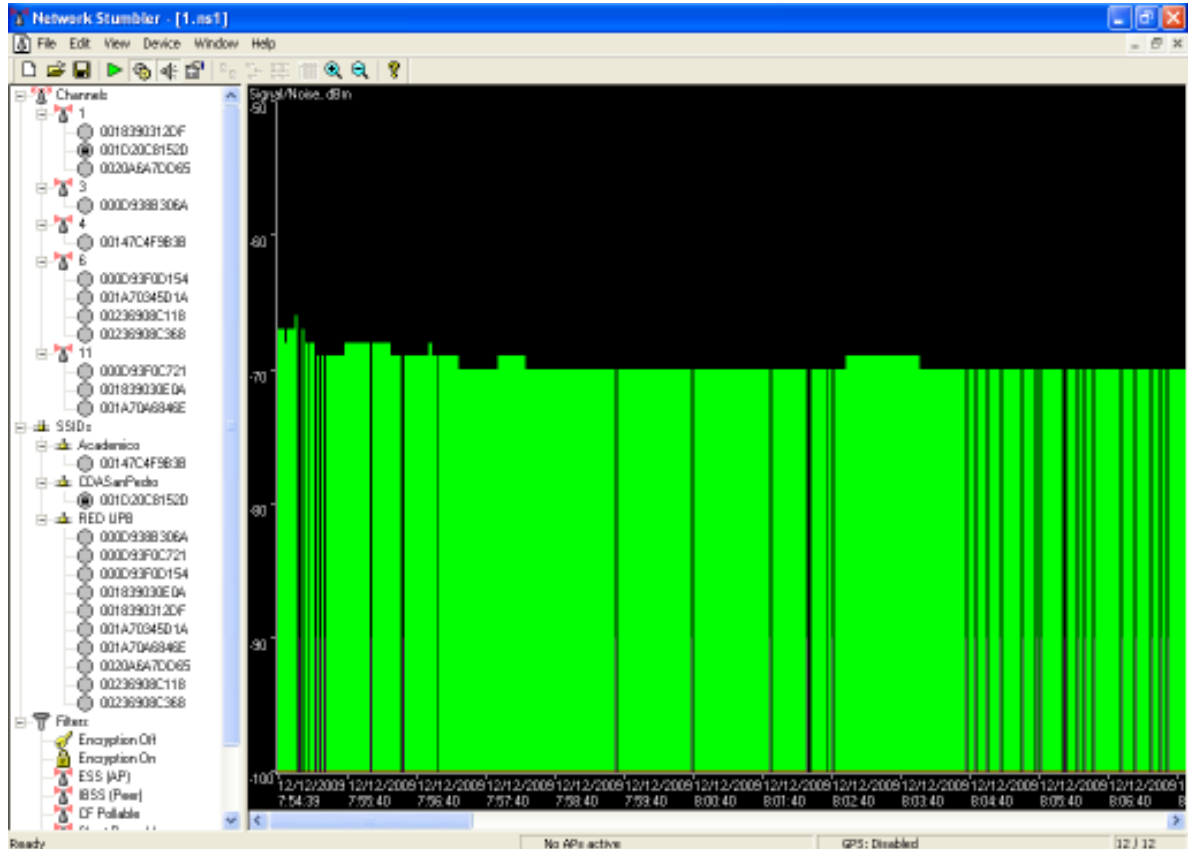
Signal: Esta variable indica el nivel de señal actual en dB.

Noise: Indica el nivel de ruido en dB. No está soportado por todas las tarjetas wireless, por lo cual si aparece -100 dBm indica que no detecta ruido, pero no quiere decir que no exista sino que no lo soporta.

4.3. GRÁFICA DE SEÑAL/RUIDO (SNR)

En el lado izquierdo de la pantalla podemos seleccionar el icono circular de una estación base, hacer doble click para abrir la gráfica que nos muestre la intensidad de la señal. Como se observa en la figura 26.

Figura 27. Software Net-Stumbler en modo gráfico



Fuente software Net-stumbler utilizado

Los datos para cada estación base serán diferentes, ya que depende de la sensibilidad de recepción (RSSI) de la tarjeta de red que se tenga instalada en el equipo móvil.

La muestra de color verde indica el nivel de señal. A mayor altura, mejor señal. La zona roja (si esta soportado por la tarjeta) indica el nivel de ruido. A mayor altura, mayor ruido.

El espacio entre la altura de la zona roja y verde es el **SNR**.

4.4. EL SNR

Mediante Net-stumbler se puede observar el SNR (Signal Noise Ratio), es decir la variación entre la señal y el ruido, ya sea al abrir la ventana principal del software o estimar su valor en el eje "Y" en el modo grafico, este valor se da en dBm.

Teniendo en cuenta que el valor del ruido (Noise) si no lo detecta esta a -100 dBm, lo que no descarta que haya ruido, sino que puede ser que la tarjeta de red no detecta el ruido.

El SNR corresponde a la diferencia entre SIGNAL-NOISE;

Ejemplo: si el valor de Signal = -70dBm y Noise = -100 dBm el valor de SNR (este es normalmente positivo) será: $-70 - (-100) = 30$ dBm. Esto quiere decir que la señal detectada es bastante débil.

5. TOMA DE DATOS DE SEÑAL DE COBERTURA INALAMBRICA DE LAS DIFERENTES ESTACIONES BASES

En este capítulo se registraran los datos tomados de la cobertura de la señal inalámbrica de las diferentes estaciones bases instaladas dentro del campus.

Esta toma de datos se realizó mediante el software NETWORK STUMBLER descrito en el capitulo anterior, el cual fue instalado en un equipo de computo portátil.

5.1 CARACTERISTICAS DEL EQUIPO PORTATIL

Marca: Hewlett Packard

Modelo: Pavilion db5

Procesador: AMD Turion X2 Dual-Core

Memoria: 3Gbps

Disco duro: 250Gb

Referencia tarjeta de red inalámbrica: Atheros AR5007 802.11b/g

Sistema operativo WINDOWS XP. Service pack 3

5.2 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS

El procedimiento de recolección de datos se llevó acabo de la siguiente manera:

El punto de partida es el puente vehicular de la entrada de la Universidad, realizando un recorrido por cada uno de los espacios abiertos como son los pasillos de cada uno de los pisos de los edificios, zonas peatonales entre edificios, cafeterías, plazoletas, entre otros.

Se tomaron 225 muestras, las cuales tienen una distancia entre punto y punto de 8 a 10 metros aproximadamente, arrojando distintas medidas de intensidad de señal de las diferentes estaciones bases cada vez que se realizaba una medida.

El primer paso fue obtener los planos arquitectónicos de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, en medio magnético e impresos suministrados por la oficina de planta física. Seguidamente cada muestra se almacenó en el disco duro del portátil con un nombre de archivo del número de

muestras consecutivas, e igualmente en el plano se identifico cada punto asociado a la muestra tomada.

Por cada piso se realizaron diferentes medidas de acuerdo al área de los espacios abiertos como pasillos, plazoletas, hall, terrazas, puentes, cafeterías, descansos entre escaleras, glorietas, carreteras, zonas y senderos peatonales; subdividiéndolas en áreas más pequeñas para determinar la cantidad de muestras a tomar, por ejemplo, en el Edificio A por ser pequeño se tomo una muestra por piso, en el Edificio B y C, se tomaron tres (3) muestras por cada pasillo.

Esto permitirá en el capítulo 6 graficar la señal de acuerdo a su intensidad, y de acuerdo a los espacios determinados por cada muestra, asignándole un porcentaje estimado acorde al área y a la cantidad de muestras.

La intensidad de la señal inalámbrica osciló entre -41dBm y -95dBm, donde se hace evidente los diferentes canales de frecuencia de las distintas estaciones bases, también se muestra que la red inalámbrica en estudio esta totalmente abierta para el usuario final, está configurada en modo infraestructura y el roaming se está haciendo de manera correcta ya que cada estación base tiene configurado el mismo SSID (Service Set Identifier) **“RED UPB”**.

Para estas medidas tomadas se deben tener en cuenta que la señal está expuesta a sufrir diferentes tipos de interferencia porque la transmisión de datos se realiza mediante radiación, a su vez el material con que se encuentra construido los diferentes edificios y el diseño arquitectónico causa interferencias debilitando la señal en ciertos lugares o reforzándola en otros.

5.3 TABULACION DE LOS DATOS RECOLECTADOS

A continuación se realizara una descripción de los datos de señal inalámbrica tomados para cada uno de las estaciones bases, especificando el número de la muestra, la MAC de la estación base, la intensidad de señal inalámbrica dada en dBm, nombre de la estación base y sin olvidar que todas estas estaciones pertenecen a un mismo SSID (Service Set Identifier) **“RED UPB”**

5.3.1 Datos tomados de la estación base ubicada en el pasillo del tercer piso del edificio B

Cuadro 15. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el pasillo del tercer piso del edificio B, orientado hacia el edificio A

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
9	00:1A:70:34:5D:1A	6	-71	EDIFICIO A
10	00:1A:70:34:5D:1A	6	-65	EDIFICIO A
11	00:1A:70:34:5D:1A	6	-64	EDIFICIO A
12	00:1A:70:34:5D:1A	6	-65	EDIFICIO A
13	00:1A:70:34:5D:1A	6	-64	EDIFICIO A
14	00:1A:70:34:5D:1A	6	-49	EDIFICIO A
15	00:1A:70:34:5D:1A	6	-51	EDIFICIO A
16	00:1A:70:34:5D:1A	6	-64	EDIFICIO A
17	00:1A:70:34:5D:1A	6	-66	EDIFICIO A
18	00:1A:70:34:5D:1A	6	-52	EDIFICIO A
19	00:1A:70:34:5D:1A	6	-52	EDIFICIO A
20	00:1A:70:34:5D:1A	6	-51	EDIFICIO A
21	00:1A:70:34:5D:1A	6	-52	EDIFICIO A
22	00:1A:70:34:5D:1A	6	-52	EDIFICIO A
23	00:1A:70:34:5D:1A	6	-52	EDIFICIO A
24	00:1A:70:34:5D:1A	6	-53	EDIFICIO A
25	00:1A:70:34:5D:1A	6	-53	EDIFICIO A
26	00:1A:70:34:5D:1A	6	-54	EDIFICIO A
27	00:1A:70:34:5D:1A	6	-67	EDIFICIO A
28	00:1A:70:34:5D:1A	6	-52	EDIFICIO A
29	00:1A:70:34:5D:1A	6	-53	EDIFICIO A
30	00:1A:70:34:5D:1A	6	-65	EDIFICIO A
31	00:1A:70:34:5D:1A	6	-60	EDIFICIO A
32	00:1A:70:34:5D:1A	6	-60	EDIFICIO A
33	00:1A:70:34:5D:1A	6	-66	EDIFICIO A
34	00:1A:70:34:5D:1A	6	-54	EDIFICIO A
35	00:1A:70:34:5D:1A	6	-58	EDIFICIO A
36	00:1A:70:34:5D:1A	6	-65	EDIFICIO A
37	00:1A:70:34:5D:1A	6	-57	EDIFICIO A
38	00:1A:70:34:5D:1A	6	-55	EDIFICIO A
39	00:1A:70:34:5D:1A	6	-63	EDIFICIO A

40	00:1A:70:34:5D:1A	6	-59	EDIFICIO A
41	00:1A:70:34:5D:1A	6	-54	EDIFICIO A
42	00:1A:70:34:5D:1A	6	-54	EDIFICIO A
43	00:1A:70:34:5D:1A	6	-71	EDIFICIO A
45	00:1A:70:34:5D:1A	6	-65	EDIFICIO A
46	00:1A:70:34:5D:1A	6	-64	EDIFICIO A
47	00:1A:70:34:5D:1A	6	-67	EDIFICIO A
52	00:1A:70:34:5D:1A	6	-68	EDIFICIO A
53	00:1A:70:34:5D:1A	6	-67	EDIFICIO A
54	00:1A:70:34:5D:1A	6	-68	EDIFICIO A
61	00:1A:70:34:5D:1A	6	-68	EDIFICIO A
62	00:1A:70:34:5D:1A	6	-69	EDIFICIO A
66	00:1A:70:34:5D:1A	6	-67	EDIFICIO A
67	00:1A:70:34:5D:1A	6	-65	EDIFICIO A
71	00:1A:70:34:5D:1A	6	-66	EDIFICIO A
77	00:1A:70:34:5D:1A	6	-69	EDIFICIO A
81	00:1A:70:34:5D:1A	6	-71	EDIFICIO A
182	00:1A:70:34:5D:1A	6	-89	EDIFICIO A
183	00:1A:70:34:5D:1A	6	-86	EDIFICIO A
184	00:1A:70:34:5D:1A	6	-86	EDIFICIO A
185	00:1A:70:34:5D:1A	6	-86	EDIFICIO A
186	00:1A:70:34:5D:1A	6	-86	EDIFICIO A
193	00:1A:70:34:5D:1A	6	-85	EDIFICIO A
195	00:1A:70:34:5D:1A	6	-82	EDIFICIO A
203	00:1A:70:34:5D:1A	6	-83	EDIFICIO A
220	00:1A:70:34:5D:1A	6	-89	EDIFICIO A
221	00:1A:70:34:5D:1A	6	-91	EDIFICIO A
222	00:1A:70:34:5D:1A	6	-83	EDIFICIO A
223	00:1A:70:34:5D:1A	6	-79	EDIFICIO A
224	00:1A:70:34:5D:1A	6	-80	EDIFICIO A
225	00:1A:70:34:5D:1A	6	-89	EDIFICIO A

Fuente. Autores del Proyecto

5.3.2 Datos tomados de la estación base ubicada en el pasillo del segundo piso del edificio B

Cuadro 16. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el pasillo del segundo piso del edificio B, orientado hacia el edificio C

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
7	00:0D:93:F0:C7:21	11	-69	EDIFICIO B
8	00:0D:93:F0:C7:21	11	-67	EDIFICIO B
9	00:0D:93:F0:C7:21	11	-64	EDIFICIO B
10	00:0D:93:F0:C7:21	11	-53	EDIFICIO B
11	00:0D:93:F0:C7:21	11	-48	EDIFICIO B
12	00:0D:93:F0:C7:21	11	-48	EDIFICIO B
13	00:0D:93:F0:C7:21	11	-58	EDIFICIO B
14	00:0D:93:F0:C7:21	11	-59	EDIFICIO B
15	00:0D:93:F0:C7:21	11	-59	EDIFICIO B
16	00:0D:93:F0:C7:21	11	-71	EDIFICIO B
18	00:0D:93:F0:C7:21	11	-62	EDIFICIO B
19	00:0D:93:F0:C7:21	11	-63	EDIFICIO B
20	00:0D:93:F0:C7:21	11	-63	EDIFICIO B
21	00:0D:93:F0:C7:21	11	-63	EDIFICIO B
22	00:0D:93:F0:C7:21	11	-65	EDIFICIO B
23	00:0D:93:F0:C7:21	11	-68	EDIFICIO B
24	00:0D:93:F0:C7:21	11	-53	EDIFICIO B
25	00:0D:93:F0:C7:21	11	-53	EDIFICIO B
26	00:0D:93:F0:C7:21	11	-52	EDIFICIO B
27	00:0D:93:F0:C7:21	11	-53	EDIFICIO B
28	00:0D:93:F0:C7:21	11	-55	EDIFICIO B
29	00:0D:93:F0:C7:21	11	-55	EDIFICIO B
30	00:0D:93:F0:C7:21	11	-59	EDIFICIO B
31	00:0D:93:F0:C7:21	11	-60	EDIFICIO B
32	00:0D:93:F0:C7:21	11	-59	EDIFICIO B
33	00:0D:93:F0:C7:21	11	-53	EDIFICIO B
34	00:0D:93:F0:C7:21	11	-54	EDIFICIO B
35	00:0D:93:F0:C7:21	11	-54	EDIFICIO B
36	00:0D:93:F0:C7:21	11	-54	EDIFICIO B
37	00:0D:93:F0:C7:21	11	-59	EDIFICIO B
38	00:0D:93:F0:C7:21	11	-60	EDIFICIO B

39	00:0D:93:F0:C7:21	11	-58	EDIFICIO B
40	00:0D:93:F0:C7:21	11	-61	EDIFICIO B
41	00:0D:93:F0:C7:21	11	-56	EDIFICIO B
42	00:0D:93:F0:C7:21	11	-55	EDIFICIO B
43	00:0D:93:F0:C7:21	11	-66	EDIFICIO B
45	00:0D:93:F0:C7:21	11	-67	EDIFICIO B
46	00:0D:93:F0:C7:21	11	-66	EDIFICIO B
47	00:0D:93:F0:C7:21	11	-65	EDIFICIO B
52	00:0D:93:F0:C7:21	11	-66	EDIFICIO B
53	00:0D:93:F0:C7:21	11	-68	EDIFICIO B
61	00:0D:93:F0:C7:21	11	-68	EDIFICIO B
62	00:0D:93:F0:C7:21	11	-69	EDIFICIO B
71	00:0D:93:F0:C7:21	11	-69	EDIFICIO B
182	00:0D:93:F0:C7:21	11	-92	EDIFICIO B
183	00:0D:93:F0:C7:21	11	-92	EDIFICIO B
184	00:0D:93:F0:C7:21	11	-92	EDIFICIO B
185	00:0D:93:F0:C7:21	11	-92	EDIFICIO B
186	00:0D:93:F0:C7:21	11	-89	EDIFICIO B
187	00:0D:93:F0:C7:21	11	-95	EDIFICIO B
189	00:0D:93:F0:C7:21	11	-91	EDIFICIO B
195	00:0D:93:F0:C7:21	11	-92	EDIFICIO B
200	00:0D:93:F0:C7:21	11	-92	EDIFICIO B
201	00:0D:93:F0:C7:21	11	-94	EDIFICIO B
202	00:0D:93:F0:C7:21	11	-94	EDIFICIO B
204	00:0D:93:F0:C7:21	11	-94	EDIFICIO B
214	00:0D:93:F0:C7:21	11	-83	EDIFICIO B
215	00:0D:93:F0:C7:21	11	-92	EDIFICIO B
220	00:0D:93:F0:C7:21	11	-94	EDIFICIO B
222	00:0D:93:F0:C7:21	11	-89	EDIFICIO B
223	00:0D:93:F0:C7:21	11	-83	EDIFICIO B
224	00:0D:93:F0:C7:21	11	-94	EDIFICIO B
225	00:0D:93:F0:C7:21	11	-92	EDIFICIO B

Fuente. Autores del Proyecto

5.3.3 Datos tomados de la estación base ubicada en la oficina del cuarto piso del edificio C

Cuadro 17. Datos obtenidos de la estación base ubicada en la oficina del cuarto piso del edificio C, orientado hacia el edificio J

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
182	00:1A:70:34:58:47	1	-88	EDIFICIO C
183	00:1A:70:34:58:47	1	-85	EDIFICIO C
184	00:1A:70:34:58:47	1	-83	EDIFICIO C
185	00:1A:70:34:58:47	1	-83	EDIFICIO C
186	00:1A:70:34:58:47	1	-77	EDIFICIO C
187	00:1A:70:34:58:47	1	-74	EDIFICIO C
188	00:1A:70:34:58:47	1	-77	EDIFICIO C
189	00:1A:70:34:58:47	1	-72	EDIFICIO C
190	00:1A:70:34:58:47	1	-82	EDIFICIO C
191	00:1A:70:34:58:47	1	-79	EDIFICIO C
192	00:1A:70:34:58:47	1	-88	EDIFICIO C
193	00:1A:70:34:58:47	1	-82	EDIFICIO C
194	00:1A:70:34:58:47	1	-83	EDIFICIO C
195	00:1A:70:34:58:47	1	-71	EDIFICIO C
196	00:1A:70:34:58:47	1	-69	EDIFICIO C
197	00:1A:70:34:58:47	1	-76	EDIFICIO C
198	00:1A:70:34:58:47	1	-79	EDIFICIO C
199	00:1A:70:34:58:47	1	-65	EDIFICIO C
200	00:1A:70:34:58:47	1	-64	EDIFICIO C
201	00:1A:70:34:58:47	1	-76	EDIFICIO C
202	00:1A:70:34:58:47	1	-72	EDIFICIO C
203	00:1A:70:34:58:47	1	-85	EDIFICIO C
204	00:1A:70:34:58:47	1	-79	EDIFICIO C
205	00:1A:70:34:58:47	1	-64	EDIFICIO C
206	00:1A:70:34:58:47	1	-71	EDIFICIO C
207	00:1A:70:34:58:47	1	-76	EDIFICIO C
208	00:1A:70:34:58:47	1	-71	EDIFICIO C
209	00:1A:70:34:58:47	1	-71	EDIFICIO C
210	00:1A:70:34:58:47	1	-76	EDIFICIO C
211	00:1A:70:34:58:47	1	-79	EDIFICIO C
212	00:1A:70:34:58:47	1	-86	EDIFICIO C

213	00:1A:70:34:58:47	1	-89	EDIFICIO C
214	00:1A:70:34:58:47	1	-80	EDIFICIO C
215	00:1A:70:34:58:47	1	-80	EDIFICIO C
216	00:1A:70:34:58:47	1	-83	EDIFICIO C
218	00:1A:70:34:58:47	1	-85	EDIFICIO C
219	00:1A:70:34:58:47	1	-89	EDIFICIO C
220	00:1A:70:34:58:47	1	-89	EDIFICIO C
221	00:1A:70:34:58:47	1	-95	EDIFICIO C
222	00:1A:70:34:58:47	1	-83	EDIFICIO C
223	00:1A:70:34:58:47	1	-86	EDIFICIO C
224	00:1A:70:34:58:47	1	-91	EDIFICIO C
225	00:1A:70:34:58:47	1	-89	EDIFICIO C

Fuente. Autores del Proyecto

5.3.4 Datos tomados de la estación base ubicada en el primer piso del edificio J

Cuadro 18. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el primer piso del edificio J, orientado hacia las salas de lectura de la Biblioteca

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
8	00:23:69:08:C1:18	6	-71	BIBLIOTECA 1
9	00:23:69:08:C1:18	6	-71	BIBLIOTECA 1
10	00:23:69:08:C1:18	6	-71	BIBLIOTECA 1
11	00:23:69:08:C1:18	6	-72	BIBLIOTECA 1
32	00:23:69:08:C1:18	6	-73	BIBLIOTECA 1
33	00:23:69:08:C1:18	6	-73	BIBLIOTECA 1
42	00:23:69:08:C1:18	6	-65	BIBLIOTECA 1
43	00:23:69:08:C1:18	6	-69	BIBLIOTECA 1

Fuente. Autores del Proyecto

5.3.5 Datos tomados de la estación base ubicada en el primer piso del edificio J

Cuadro 19. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el primer piso del edificio J, orientado hacia las salas de lectura de la Biblioteca

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
7	00:23:69:08:C3:68	6	-71	BIBLIOTECA 2
8	00:23:69:08:C3:68	6	-64	BIBLIOTECA 2
9	00:23:69:08:C3:68	6	-57	BIBLIOTECA 2
10	00:23:69:08:C3:68	6	-58	BIBLIOTECA 2
26	00:23:69:08:C3:68	6	-71	BIBLIOTECA 2
27	00:23:69:08:C3:68	6	-69	BIBLIOTECA 2
30	00:23:69:08:C3:68	6	-69	BIBLIOTECA 2
31	00:23:69:08:C3:68	6	-70	BIBLIOTECA 2
33	00:23:69:08:C3:68	6	-70	BIBLIOTECA 2
42	00:23:69:08:C3:68	6	-65	BIBLIOTECA 2
43	00:23:69:08:C3:68	6	-69	BIBLIOTECA 2

Fuente. Autores del Proyecto

5.3.6 Datos tomados de la estación base ubicada en el pasillo del cuarto piso del edificio D

Cuadro 20. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el pasillo del cuarto piso del edificio D, orientado hacia los pasillos de este edificio

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
44	00:18:39:03:0E:0A	11	-75	EDIFICIO D INTERNO
46	00:18:39:03:0E:0A	11	-67	EDIFICIO D INTERNO
47	00:18:39:03:0E:0A	11	-56	EDIFICIO D INTERNO
48	00:18:39:03:0E:0A	11	-53	EDIFICIO D INTERNO
49	00:18:39:03:0E:0A	11	-54	EDIFICIO D INTERNO
50	00:18:39:03:0E:0A	11	-54	EDIFICIO D INTERNO
51	00:18:39:03:0E:0A	11	-56	EDIFICIO D INTERNO
52	00:18:39:03:0E:0A	11	-61	EDIFICIO D INTERNO

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
54	00:18:39:03:0E:0A	11	-60	EDIFICIO D INTERNO
55	00:18:39:03:0E:0A	11	-52	EDIFICIO D INTERNO
56	00:18:39:03:0E:0A	11	-51	EDIFICIO D INTERNO
57	00:18:39:03:0E:0A	11	-51	EDIFICIO D INTERNO
58	00:18:39:03:0E:0A	11	-53	EDIFICIO D INTERNO
59	00:18:39:03:0E:0A	11	-53	EDIFICIO D INTERNO
60	00:18:39:03:0E:0A	11	-54	EDIFICIO D INTERNO
61	00:18:39:03:0E:0A	11	-60	EDIFICIO D INTERNO
62	00:18:39:03:0E:0A	11	-54	EDIFICIO D INTERNO
63	00:18:39:03:0E:0A	11	-49	EDIFICIO D INTERNO
64	00:18:39:03:0E:0A	11	-48	EDIFICIO D INTERNO
65	00:18:39:03:0E:0A	11	-50	EDIFICIO D INTERNO
66	00:18:39:03:0E:0A	11	-52	EDIFICIO D INTERNO
67	00:18:39:03:0E:0A	11	-61	EDIFICIO D INTERNO
68	00:18:39:03:0E:0A	11	-60	EDIFICIO D INTERNO
69	00:18:39:03:0E:0A	11	-55	EDIFICIO D INTERNO
70	00:18:39:03:0E:0A	11	-54	EDIFICIO D INTERNO
71	00:18:39:03:0E:0A	11	-63	EDIFICIO D INTERNO
73	00:18:39:03:0E:0A	11	-95	EDIFICIO D INTERNO
74	00:18:39:03:0E:0A	11	-67	EDIFICIO D INTERNO
75	00:18:39:03:0E:0A	11	-65	EDIFICIO D INTERNO
76	00:18:39:03:0E:0A	11	-61	EDIFICIO D INTERNO
77	00:18:39:03:0E:0A	11	-65	EDIFICIO D INTERNO
78	00:18:39:03:0E:0A	11	-57	EDIFICIO D INTERNO
79	00:18:39:03:0E:0A	11	-58	EDIFICIO D INTERNO
80	00:18:39:03:0E:0A	11	-64	EDIFICIO D INTERNO
81	00:18:39:03:0E:0A	11	-63	EDIFICIO D INTERNO
83	00:18:39:03:0E:0A	11	-65	EDIFICIO D INTERNO
84	00:18:39:03:0E:0A	11	-66	EDIFICIO D INTERNO
85	00:18:39:03:0E:0A	11	-64	EDIFICIO D INTERNO
86	00:18:39:03:0E:0A	11	-67	EDIFICIO D INTERNO
87	00:18:39:03:0E:0A	11	-68	EDIFICIO D INTERNO
88	00:18:39:03:0E:0A	11	-69	EDIFICIO D INTERNO
89	00:18:39:03:0E:0A	11	-69	EDIFICIO D INTERNO
91	00:18:39:03:0E:0A	11	-65	EDIFICIO D INTERNO
92	00:18:39:03:0E:0A	11	-68	EDIFICIO D INTERNO
93	00:18:39:03:0E:0A	11	-68	EDIFICIO D INTERNO

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
94	00:18:39:03:0E:0A	11	-69	EDIFICIO D INTERNO
95	00:18:39:03:0E:0A	11	-69	EDIFICIO D INTERNO
96	00:18:39:03:0E:0A	11	-68	EDIFICIO D INTERNO
97	00:18:39:03:0E:0A	11	-69	EDIFICIO D INTERNO
105	00:18:39:03:0E:0A	11	-65	EDIFICIO D INTERNO
110	00:18:39:03:0E:0A	11	-71	EDIFICIO D INTERNO
111	00:18:39:03:0E:0A	11	-95	EDIFICIO D INTERNO
116	00:18:39:03:0E:0A	11	-65	EDIFICIO D INTERNO
117	00:18:39:03:0E:0A	11	-62	EDIFICIO D INTERNO
118	00:18:39:03:0E:0A	11	-62	EDIFICIO D INTERNO
119	00:18:39:03:0E:0A	11	-65	EDIFICIO D INTERNO
120	00:18:39:03:0E:0A	11	-66	EDIFICIO D INTERNO
121	00:18:39:03:0E:0A	11	-67	EDIFICIO D INTERNO
122	00:18:39:03:0E:0A	11	-68	EDIFICIO D INTERNO
123	00:18:39:03:0E:0A	11	-70	EDIFICIO D INTERNO
124	00:18:39:03:0E:0A	11	-70	EDIFICIO D INTERNO
127	00:18:39:03:0E:0A	11	-70	EDIFICIO D INTERNO
128	00:18:39:03:0E:0A	11	-70	EDIFICIO D INTERNO
129	00:18:39:03:0E:0A	11	-70	EDIFICIO D INTERNO
130	00:18:39:03:0E:0A	11	-70	EDIFICIO D INTERNO
132	00:18:39:03:0E:0A	11	-70	EDIFICIO D INTERNO
133	00:18:39:03:0E:0A	11	-70	EDIFICIO D INTERNO
135	00:18:39:03:0E:0A	11	-71	EDIFICIO D INTERNO
136	00:18:39:03:0E:0A	11	-69	EDIFICIO D INTERNO
167	00:18:39:03:0E:0A	11	-71	EDIFICIO D INTERNO
172	00:18:39:03:0E:0A	11	-71	EDIFICIO D INTERNO
173	00:18:39:03:0E:0A	11	-71	EDIFICIO D INTERNO
175	00:18:39:03:0E:0A	11	-71	EDIFICIO D INTERNO
176	00:18:39:03:0E:0A	11	-68	EDIFICIO D INTERNO
178	00:18:39:03:0E:0A	11	-69	EDIFICIO D INTERNO
179	00:18:39:03:0E:0A	11	-68	EDIFICIO D INTERNO
180	00:18:39:03:0E:0A	11	-69	EDIFICIO D INTERNO
181	00:18:39:03:0E:0A	11	-65	EDIFICIO D INTERNO
182	00:18:39:03:0E:0A	11	-77	EDIFICIO D INTERNO
183	00:18:39:03:0E:0A	11	-69	EDIFICIO D INTERNO
184	00:18:39:03:0E:0A	11	-69	EDIFICIO D INTERNO
185	00:18:39:03:0E:0A	11	-69	EDIFICIO D INTERNO

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
186	00:18:39:03:0E:0A	11	-69	EDIFICIO D INTERNO
187	00:18:39:03:0E:0A	11	-79	EDIFICIO D INTERNO
188	00:18:39:03:0E:0A	11	-89	EDIFICIO D INTERNO
189	00:18:39:03:0E:0A	11	-74	EDIFICIO D INTERNO
190	00:18:39:03:0E:0A	11	-79	EDIFICIO D INTERNO
191	00:18:39:03:0E:0A	11	-82	EDIFICIO D INTERNO
192	00:18:39:03:0E:0A	11	-86	EDIFICIO D INTERNO
193	00:18:39:03:0E:0A	11	-72	EDIFICIO D INTERNO
194	00:18:39:03:0E:0A	11	-86	EDIFICIO D INTERNO
195	00:18:39:03:0E:0A	11	-86	EDIFICIO D INTERNO
196	00:18:39:03:0E:0A	11	-80	EDIFICIO D INTERNO
197	00:18:39:03:0E:0A	11	-79	EDIFICIO D INTERNO
198	00:18:39:03:0E:0A	11	-61	EDIFICIO D INTERNO
199	00:18:39:03:0E:0A	11	-65	EDIFICIO D INTERNO
200	00:18:39:03:0E:0A	11	-69	EDIFICIO D INTERNO
201	00:18:39:03:0E:0A	11	-86	EDIFICIO D INTERNO
202	00:18:39:03:0E:0A	11	-65	EDIFICIO D INTERNO
203	00:18:39:03:0E:0A	11	-71	EDIFICIO D INTERNO
204	00:18:39:03:0E:0A	11	-82	EDIFICIO D INTERNO
205	00:18:39:03:0E:0A	11	-77	EDIFICIO D INTERNO
206	00:18:39:03:0E:0A	11	-80	EDIFICIO D INTERNO
207	00:18:39:03:0E:0A	11	-82	EDIFICIO D INTERNO
208	00:18:39:03:0E:0A	11	-62	EDIFICIO D INTERNO
209	00:18:39:03:0E:0A	11	-91	EDIFICIO D INTERNO
210	00:18:39:03:0E:0A	11	-83	EDIFICIO D INTERNO
211	00:18:39:03:0E:0A	11	-85	EDIFICIO D INTERNO
212	00:18:39:03:0E:0A	11	-92	EDIFICIO D INTERNO
213	00:18:39:03:0E:0A	11	-94	EDIFICIO D INTERNO
214	00:18:39:03:0E:0A	11	-85	EDIFICIO D INTERNO
215	00:18:39:03:0E:0A	11	-91	EDIFICIO D INTERNO
216	00:18:39:03:0E:0A	11	-86	EDIFICIO D INTERNO
217	00:18:39:03:0E:0A	11	-92	EDIFICIO D INTERNO
218	00:18:39:03:0E:0A	11	-86	EDIFICIO D INTERNO
219	00:18:39:03:0E:0A	11	-80	EDIFICIO D INTERNO
220	00:18:39:03:0E:0A	11	-82	EDIFICIO D INTERNO
221	00:18:39:03:0E:0A	11	-76	EDIFICIO D INTERNO
222	00:18:39:03:0E:0A	11	-71	EDIFICIO D INTERNO

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
223	00:18:39:03:0E:0A	11	-74	EDIFICIO D INTERNO
224	00:18:39:03:0E:0A	11	-83	EDIFICIO D INTERNO
225	00:18:39:03:0E:0A	11	-85	EDIFICIO D INTERNO

Fuente. Autores del Proyecto

5.3.7 Datos tomados de la estación base ubicada en el poste del jardín lateral del edificio D

Cuadro 21. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el poste del jardín lateral del edificio D, orientado hacia el edificio D

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
2	00:20:A6:A7:DD:65	1	-73	LATERAL D
3	00:20:A6:A7:DD:65	1	-70	LATERAL D
4	00:20:A6:A7:DD:65	1	-71	LATERAL D
5	00:20:A6:A7:DD:65	1	-71	LATERAL D
9	00:20:A6:A7:DD:65	1	-71	LATERAL D
10	00:20:A6:A7:DD:65	1	-67	LATERAL D
11	00:20:A6:A7:DD:65	1	-60	LATERAL D
12	00:20:A6:A7:DD:65	1	-61	LATERAL D
13	00:20:A6:A7:DD:65	1	-60	LATERAL D
14	00:20:A6:A7:DD:65	1	-58	LATERAL D
15	00:20:A6:A7:DD:65	1	-65	LATERAL D
16	00:20:A6:A7:DD:65	1	-67	LATERAL D
17	00:20:A6:A7:DD:65	1	-66	LATERAL D
18	00:20:A6:A7:DD:65	1	-58	LATERAL D
19	00:20:A6:A7:DD:65	1	-58	LATERAL D
20	00:20:A6:A7:DD:65	1	-58	LATERAL D
21	00:20:A6:A7:DD:65	1	-58	LATERAL D
22	00:20:A6:A7:DD:65	1	-59	LATERAL D
23	00:20:A6:A7:DD:65	1	-59	LATERAL D
24	00:20:A6:A7:DD:65	1	-61	LATERAL D
25	00:20:A6:A7:DD:65	1	-61	LATERAL D
26	00:20:A6:A7:DD:65	1	-62	LATERAL D
27	00:20:A6:A7:DD:65	1	-64	LATERAL D
28	00:20:A6:A7:DD:65	1	-61	LATERAL D
29	00:20:A6:A7:DD:65	1	-64	LATERAL D
30	00:20:A6:A7:DD:65	1	-66	LATERAL D
31	00:20:A6:A7:DD:65	1	-66	LATERAL D
32	00:20:A6:A7:DD:65	1	-70	LATERAL D
33	00:20:A6:A7:DD:65	1	-70	LATERAL D
34	00:20:A6:A7:DD:65	1	-67	LATERAL D
35	00:20:A6:A7:DD:65	1	-62	LATERAL D

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
36	00:20:A6:A7:DD:65	1	-64	LATERAL D
37	00:20:A6:A7:DD:65	1	-62	LATERAL D
38	00:20:A6:A7:DD:65	1	-60	LATERAL D
39	00:20:A6:A7:DD:65	1	-64	LATERAL D
40	00:20:A6:A7:DD:65	1	-62	LATERAL D
41	00:20:A6:A7:DD:65	1	-59	LATERAL D
42	00:20:A6:A7:DD:65	1	-60	LATERAL D
43	00:20:A6:A7:DD:65	1	-64	LATERAL D
44	00:20:A6:A7:DD:65	1	-66	LATERAL D
45	00:20:A6:A7:DD:65	1	-53	LATERAL D
46	00:20:A6:A7:DD:65	1	-56	LATERAL D
47	00:20:A6:A7:DD:65	1	-65	LATERAL D
48	00:20:A6:A7:DD:65	1	-57	LATERAL D
49	00:20:A6:A7:DD:65	1	-58	LATERAL D
50	00:20:A6:A7:DD:65	1	-57	LATERAL D
51	00:20:A6:A7:DD:65	1	-62	LATERAL D
52	00:20:A6:A7:DD:65	1	-52	LATERAL D
53	00:20:A6:A7:DD:65	1	-50	LATERAL D
54	00:20:A6:A7:DD:65	1	-50	LATERAL D
55	00:20:A6:A7:DD:65	1	-56	LATERAL D
56	00:20:A6:A7:DD:65	1	-58	LATERAL D
57	00:20:A6:A7:DD:65	1	-59	LATERAL D
58	00:20:A6:A7:DD:65	1	-57	LATERAL D
59	00:20:A6:A7:DD:65	1	-58	LATERAL D
60	00:20:A6:A7:DD:65	1	-56	LATERAL D
61	00:20:A6:A7:DD:65	1	-48	LATERAL D
62	00:20:A6:A7:DD:65	1	-51	LATERAL D
63	00:20:A6:A7:DD:65	1	-53	LATERAL D
64	00:20:A6:A7:DD:65	1	-58	LATERAL D
65	00:20:A6:A7:DD:65	1	-56	LATERAL D
66	00:20:A6:A7:DD:65	1	-53	LATERAL D
67	00:20:A6:A7:DD:65	1	-53	LATERAL D
68	00:20:A6:A7:DD:65	1	-53	LATERAL D
69	00:20:A6:A7:DD:65	1	-54	LATERAL D
70	00:20:A6:A7:DD:65	1	-54	LATERAL D
71	00:20:A6:A7:DD:65	1	-56	LATERAL D
72	00:20:A6:A7:DD:65	1	-54	LATERAL D

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
73	00:20:A6:A7:DD:65	1	-63	LATERAL D
74	00:20:A6:A7:DD:65	1	-55	LATERAL D
75	00:20:A6:A7:DD:65	1	-54	LATERAL D
76	00:20:A6:A7:DD:65	1	-55	LATERAL D
78	00:20:A6:A7:DD:65	1	-68	LATERAL D
79	00:20:A6:A7:DD:65	1	-67	LATERAL D
80	00:20:A6:A7:DD:65	1	-67	LATERAL D
81	00:20:A6:A7:DD:65	1	-68	LATERAL D
84	00:20:A6:A7:DD:65	1	-70	LATERAL D
85	00:20:A6:A7:DD:65	1	-64	LATERAL D
86	00:20:A6:A7:DD:65	1	-67	LATERAL D
91	00:20:A6:A7:DD:65	1	-67	LATERAL D
92	00:20:A6:A7:DD:65	1	-68	LATERAL D
96	00:20:A6:A7:DD:65	1	-66	LATERAL D
97	00:20:A6:A7:DD:65	1	-69	LATERAL D
105	00:20:A6:A7:DD:65	1	-67	LATERAL D
110	00:20:A6:A7:DD:65	1	-67	LATERAL D
116	00:20:A6:A7:DD:65	1	-68	LATERAL D
117	00:20:A6:A7:DD:65	1	-68	LATERAL D
118	00:20:A6:A7:DD:65	1	-64	LATERAL D
119	00:20:A6:A7:DD:65	1	-65	LATERAL D
121	00:20:A6:A7:DD:65	1	-66	LATERAL D
123	00:20:A6:A7:DD:65	1	-67	LATERAL D
124	00:20:A6:A7:DD:65	1	-67	LATERAL D
125	00:20:A6:A7:DD:65	1	-68	LATERAL D
127	00:20:A6:A7:DD:65	1	-69	LATERAL D
128	00:20:A6:A7:DD:65	1	-69	LATERAL D
130	00:20:A6:A7:DD:65	1	-69	LATERAL D
131	00:20:A6:A7:DD:65	1	-68	LATERAL D
133	00:20:A6:A7:DD:65	1	-69	LATERAL D
134	00:20:A6:A7:DD:65	1	-67	LATERAL D
135	00:20:A6:A7:DD:65	1	-67	LATERAL D
136	00:20:A6:A7:DD:65	1	-65	LATERAL D
167	00:20:A6:A7:DD:65	1	-70	LATERAL D
168	00:20:A6:A7:DD:65	1	-70	LATERAL D
170	00:20:A6:A7:DD:65	1	-70	LATERAL D
172	00:20:A6:A7:DD:65	1	-70	LATERAL D

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
179	00:20:A6:A7:DD:65	1	-70	LATERAL D
181	00:20:A6:A7:DD:65	1	-66	LATERAL D
182	00:20:A6:A7:DD:65	1	-65	LATERAL D
183	00:20:A6:A7:DD:65	1	-66	LATERAL D
184	00:20:A6:A7:DD:65	1	-65	LATERAL D
185	00:20:A6:A7:DD:65	1	-65	LATERAL D
186	00:20:A6:A7:DD:65	1	-65	LATERAL D
187	00:20:A6:A7:DD:65	1	-78	LATERAL D
188	00:20:A6:A7:DD:65	1	-79	LATERAL D
189	00:20:A6:A7:DD:65	1	-79	LATERAL D
190	00:20:A6:A7:DD:65	1	-76	LATERAL D
191	00:20:A6:A7:DD:65	1	-71	LATERAL D
192	00:20:A6:A7:DD:65	1	-68	LATERAL D
193	00:20:A6:A7:DD:65	1	-56	LATERAL D
194	00:20:A6:A7:DD:65	1	-56	LATERAL D
195	00:20:A6:A7:DD:65	1	-56	LATERAL D
196	00:20:A6:A7:DD:65	1	-64	LATERAL D
197	00:20:A6:A7:DD:65	1	-65	LATERAL D
198	00:20:A6:A7:DD:65	1	-56	LATERAL D
199	00:20:A6:A7:DD:65	1	-65	LATERAL D
200	00:20:A6:A7:DD:65	1	-66	LATERAL D
201	00:20:A6:A7:DD:65	1	-74	LATERAL D
202	00:20:A6:A7:DD:65	1	-57	LATERAL D
203	00:20:A6:A7:DD:65	1	-55	LATERAL D
204	00:20:A6:A7:DD:65	1	-55	LATERAL D
205	00:20:A6:A7:DD:65	1	-55	LATERAL D
206	00:20:A6:A7:DD:65	1	-57	LATERAL D
207	00:20:A6:A7:DD:65	1	-57	LATERAL D
208	00:20:A6:A7:DD:65	1	-52	LATERAL D
209	00:20:A6:A7:DD:65	1	-58	LATERAL D
210	00:20:A6:A7:DD:65	1	-59	LATERAL D
211	00:20:A6:A7:DD:65	1	-74	LATERAL D
213	00:20:A6:A7:DD:65	1	-77	LATERAL D
214	00:20:A6:A7:DD:65	1	-79	LATERAL D
215	00:20:A6:A7:DD:65	1	-76	LATERAL D
216	00:20:A6:A7:DD:65	1	-76	LATERAL D
217	00:20:A6:A7:DD:65	1	-86	LATERAL D

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
218	00:20:A6:A7:DD:65	1	-71	LATERAL D
219	00:20:A6:A7:DD:65	1	-71	LATERAL D
220	00:20:A6:A7:DD:65	1	-70	LATERAL D
221	00:20:A6:A7:DD:65	1	-70	LATERAL D
222	00:20:A6:A7:DD:65	1	-70	LATERAL D
223	00:20:A6:A7:DD:65	1	-68	LATERAL D
224	00:20:A6:A7:DD:65	1	-65	LATERAL D
225	00:20:A6:A7:DD:65	1	-65	LATERAL D

Fuente. Autores del Proyecto

5.3.8 Datos tomados de la estación base ubicada en el tercer piso del edificio E

Cuadro 22. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el pasillo del tercer piso del edificio E, orientado hacia la plazoleta el caracolí

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
42	00:0D:93:F0:D1:54	6	-71	EDIFICIO E
44	00:0D:93:F0:D1:54	6	-71	EDIFICIO E
46	00:0D:93:F0:D1:54	6	-71	EDIFICIO E
47	00:0D:93:F0:D1:54	6	-71	EDIFICIO E
60	00:0D:93:F0:D1:54	6	-71	EDIFICIO E
61	00:0D:93:F0:D1:54	6	-71	EDIFICIO E
68	00:0D:93:F0:D1:54	6	-71	EDIFICIO E
69	00:0D:93:F0:D1:54	6	-71	EDIFICIO E
73	00:0D:93:F0:D1:54	6	-71	EDIFICIO E
74	00:0D:93:F0:D1:54	6	-71	EDIFICIO E
75	00:0D:93:F0:D1:54	6	-71	EDIFICIO E
77	00:0D:93:F0:D1:54	6	-60	EDIFICIO E
78	00:0D:93:F0:D1:54	6	-54	EDIFICIO E
79	00:0D:93:F0:D1:54	6	-53	EDIFICIO E
80	00:0D:93:F0:D1:54	6	-58	EDIFICIO E
81	00:0D:93:F0:D1:54	6	-68	EDIFICIO E
82	00:0D:93:F0:D1:54	6	-55	EDIFICIO E
83	00:0D:93:F0:D1:54	6	-55	EDIFICIO E

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
84	00:0D:93:F0:D1:54	6	-53	EDIFICIO E
85	00:0D:93:F0:D1:54	6	-52	EDIFICIO E
86	00:0D:93:F0:D1:54	6	-53	EDIFICIO E
87	00:0D:93:F0:D1:54	6	-52	EDIFICIO E
88	00:0D:93:F0:D1:54	6	-52	EDIFICIO E
89	00:0D:93:F0:D1:54	6	-53	EDIFICIO E
90	00:0D:93:F0:D1:54	6	-53	EDIFICIO E
91	00:0D:93:F0:D1:54	6	-53	EDIFICIO E
92	00:0D:93:F0:D1:54	6	-54	EDIFICIO E
93	00:0D:93:F0:D1:54	6	-60	EDIFICIO E
94	00:0D:93:F0:D1:54	6	-54	EDIFICIO E
95	00:0D:93:F0:D1:54	6	-62	EDIFICIO E
96	00:0D:93:F0:D1:54	6	-55	EDIFICIO E
97	00:0D:93:F0:D1:54	6	-54	EDIFICIO E
98	00:0D:93:F0:D1:54	6	-54	EDIFICIO E
99	00:0D:93:F0:D1:54	6	-59	EDIFICIO E
100	00:0D:93:F0:D1:54	6	-54	EDIFICIO E
101	00:0D:93:F0:D1:54	6	-53	EDIFICIO E
104	00:0D:93:F0:D1:54	6	-53	EDIFICIO E
105	00:0D:93:F0:D1:54	6	-53	EDIFICIO E
106	00:0D:93:F0:D1:54	6	-55	EDIFICIO E
107	00:0D:93:F0:D1:54	6	-71	EDIFICIO E
108	00:0D:93:F0:D1:54	6	-63	EDIFICIO E
109	00:0D:93:F0:D1:54	6	-55	EDIFICIO E
110	00:0D:93:F0:D1:54	6	-56	EDIFICIO E
111	00:0D:93:F0:D1:54	6	-56	EDIFICIO E
112	00:0D:93:F0:D1:54	6	-65	EDIFICIO E
113	00:0D:93:F0:D1:54	6	-65	EDIFICIO E
114	00:0D:93:F0:D1:54	6	-59	EDIFICIO E
115	00:0D:93:F0:D1:54	6	-60	EDIFICIO E
116	00:0D:93:F0:D1:54	6	-62	EDIFICIO E
117	00:0D:93:F0:D1:54	6	-66	EDIFICIO E
118	00:0D:93:F0:D1:54	6	-65	EDIFICIO E
119	00:0D:93:F0:D1:54	6	-55	EDIFICIO E
120	00:0D:93:F0:D1:54	6	-56	EDIFICIO E
121	00:0D:93:F0:D1:54	6	-54	EDIFICIO E
122	00:0D:93:F0:D1:54	6	-68	EDIFICIO E

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
	00:0D:93:F0:D1:54	6	-54	EDIFICIO E
123	00:0D:93:F0:D1:54	6	-54	EDIFICIO E
124	00:0D:93:F0:D1:54	6	-54	EDIFICIO E
125	00:0D:93:F0:D1:54	6	-59	EDIFICIO E
126	00:0D:93:F0:D1:54	6	-49	EDIFICIO E
127	00:0D:93:F0:D1:54	6	-50	EDIFICIO E
128	00:0D:93:F0:D1:54	6	-50	EDIFICIO E
129	00:0D:93:F0:D1:54	6	-57	EDIFICIO E
130	00:0D:93:F0:D1:54	6	-60	EDIFICIO E
131	00:0D:93:F0:D1:54	6	-62	EDIFICIO E
132	00:0D:93:F0:D1:54	6	-59	EDIFICIO E
133	00:0D:93:F0:D1:54	6	-65	EDIFICIO E
134	00:0D:93:F0:D1:54	6	-68	EDIFICIO E
135	00:0D:93:F0:D1:54	6	-68	EDIFICIO E
136	00:0D:93:F0:D1:54	6	-73	EDIFICIO E
137	00:0D:93:F0:D1:54	6	-70	EDIFICIO E
138	00:0D:93:F0:D1:54	6	-70	EDIFICIO E
139	00:0D:93:F0:D1:54	6	-67	EDIFICIO E
140	00:0D:93:F0:D1:54	6	-67	EDIFICIO E
141	00:0D:93:F0:D1:54	6	-68	EDIFICIO E
143	00:0D:93:F0:D1:54	6	-69	EDIFICIO E
165	00:0D:93:F0:D1:54	6	-71	EDIFICIO E
166	00:0D:93:F0:D1:54	6	-64	EDIFICIO E
168	00:0D:93:F0:D1:54	6	-67	EDIFICIO E
169	00:0D:93:F0:D1:54	6	-66	EDIFICIO E
170	00:0D:93:F0:D1:54	6	-66	EDIFICIO E
171	00:0D:93:F0:D1:54	6	-67	EDIFICIO E
172	00:0D:93:F0:D1:54	6	-68	EDIFICIO E
173	00:0D:93:F0:D1:54	6	-68	EDIFICIO E
174	00:0D:93:F0:D1:54	6	-64	EDIFICIO E
175	00:0D:93:F0:D1:54	6	-63	EDIFICIO E
176	00:0D:93:F0:D1:54	6	-65	EDIFICIO E
177	00:0D:93:F0:D1:54	6	-66	EDIFICIO E
178	00:0D:93:F0:D1:54	6	-66	EDIFICIO E
179	00:0D:93:F0:D1:54	6	-67	EDIFICIO E
180	00:0D:93:F0:D1:54	6	-69	EDIFICIO E
182	00:0D:93:F0:D1:54	6	-74	EDIFICIO E

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
183	00:0D:93:F0:D1:54	6	-69	EDIFICIO E
184	00:0D:93:F0:D1:54	6	-69	EDIFICIO E
185	00:0D:93:F0:D1:54	6	-69	EDIFICIO E
186	00:0D:93:F0:D1:54	6	-69	EDIFICIO E
187	00:0D:93:F0:D1:54	6	-80	EDIFICIO E
188	00:0D:93:F0:D1:54	6	-92	EDIFICIO E
189	00:0D:93:F0:D1:54	6	-77	EDIFICIO E
190	00:0D:93:F0:D1:54	6	-86	EDIFICIO E
191	00:0D:93:F0:D1:54	6	-80	EDIFICIO E
192	00:0D:93:F0:D1:54	6	-82	EDIFICIO E
193	00:0D:93:F0:D1:54	6	-82	EDIFICIO E
194	00:0D:93:F0:D1:54	6	-83	EDIFICIO E
195	00:0D:93:F0:D1:54	6	-85	EDIFICIO E
196	00:0D:93:F0:D1:54	6	-88	EDIFICIO E
197	00:0D:93:F0:D1:54	6	-88	EDIFICIO E
198	00:0D:93:F0:D1:54	6	-88	EDIFICIO E
199	00:0D:93:F0:D1:54	6	-85	EDIFICIO E
200	00:0D:93:F0:D1:54	6	-89	EDIFICIO E
201	00:0D:93:F0:D1:54	6	-88	EDIFICIO E
202	00:0D:93:F0:D1:54	6	-79	EDIFICIO E
203	00:0D:93:F0:D1:54	6	-76	EDIFICIO E
204	00:0D:93:F0:D1:54	6	-88	EDIFICIO E
205	00:0D:93:F0:D1:54	6	-80	EDIFICIO E
206	00:0D:93:F0:D1:54	6	-89	EDIFICIO E
207	00:0D:93:F0:D1:54	6	-94	EDIFICIO E
208	00:0D:93:F0:D1:54	6	-80	EDIFICIO E
209	00:0D:93:F0:D1:54	6	-79	EDIFICIO E
210	00:0D:93:F0:D1:54	6	-83	EDIFICIO E
211	00:0D:93:F0:D1:54	6	-85	EDIFICIO E
214	00:0D:93:F0:D1:54	6	-92	EDIFICIO E
216	00:0D:93:F0:D1:54	6	-82	EDIFICIO E
219	00:0D:93:F0:D1:54	6	-89	EDIFICIO E
220	00:0D:93:F0:D1:54	6	-88	EDIFICIO E
221	00:0D:93:F0:D1:54	6	-65	EDIFICIO E
222	00:0D:93:F0:D1:54	6	-62	EDIFICIO E
223	00:0D:93:F0:D1:54	6	-76	EDIFICIO E
224	00:0D:93:F0:D1:54	6	-83	EDIFICIO E

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
225	00:0D:93:F0:D1:54	6	-88	EDIFICIO E

Fuente. Autores del Proyecto

5.3.9 Datos tomados de la estación base ubicada en la terraza del edificio F

Cuadro 23. Datos obtenidos de la estación base ubicada en la terraza del edificio F, orientado hacia el edificio J

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
182	00:20:A6:A7:DD:12	6	-59	EDIFICIO J
183	00:20:A6:A7:DD:12	6	-49	EDIFICIO J
184	00:20:A6:A7:DD:12	6	-43	EDIFICIO J
185	00:20:A6:A7:DD:12	6	-49	EDIFICIO J
186	00:20:A6:A7:DD:12	6	-43	EDIFICIO J
187	00:20:A6:A7:DD:12	6	-76	EDIFICIO J
188	00:20:A6:A7:DD:12	6	-76	EDIFICIO J
189	00:20:A6:A7:DD:12	6	-76	EDIFICIO J
190	00:20:A6:A7:DD:12	6	-72	EDIFICIO J
191	00:20:A6:A7:DD:12	6	-64	EDIFICIO J
192	00:20:A6:A7:DD:12	6	-55	EDIFICIO J
193	00:20:A6:A7:DD:12	6	-52	EDIFICIO J
194	00:20:A6:A7:DD:12	6	-52	EDIFICIO J
195	00:20:A6:A7:DD:12	6	-52	EDIFICIO J
196	00:20:A6:A7:DD:12	6	-59	EDIFICIO J
197	00:20:A6:A7:DD:12	6	-59	EDIFICIO J
198	00:20:A6:A7:DD:12	6	-52	EDIFICIO J
199	00:20:A6:A7:DD:12	6	-61	EDIFICIO J
200	00:20:A6:A7:DD:12	6	-61	EDIFICIO J
201	00:20:A6:A7:DD:12	6	-69	EDIFICIO J
202	00:20:A6:A7:DD:12	6	-52	EDIFICIO J
203	00:20:A6:A7:DD:12	6	-47	EDIFICIO J
204	00:20:A6:A7:DD:12	6	-47	EDIFICIO J
205	00:20:A6:A7:DD:12	6	-47	EDIFICIO J
206	00:20:A6:A7:DD:12	6	-49	EDIFICIO J
207	00:20:A6:A7:DD:12	6	-41	EDIFICIO J

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
208	00:20:A6:A7:DD:12	6	-43	EDIFICIO J
209	00:20:A6:A7:DD:12	6	-49	EDIFICIO J
210	00:20:A6:A7:DD:12	6	-41	EDIFICIO J
211	00:20:A6:A7:DD:12	6	-62	EDIFICIO J
212	00:20:A6:A7:DD:12	6	-61	EDIFICIO J
213	00:20:A6:A7:DD:12	6	-61	EDIFICIO J
214	00:20:A6:A7:DD:12	6	-61	EDIFICIO J
215	00:20:A6:A7:DD:12	6	-61	EDIFICIO J
216	00:20:A6:A7:DD:12	6	-61	EDIFICIO J
217	00:20:A6:A7:DD:12	6	-59	EDIFICIO J
218	00:20:A6:A7:DD:12	6	-52	EDIFICIO J
219	00:20:A6:A7:DD:12	6	-55	EDIFICIO J
220	00:20:A6:A7:DD:12	6	-61	EDIFICIO J
221	00:20:A6:A7:DD:12	6	-61	EDIFICIO J
222	00:20:A6:A7:DD:12	6	-61	EDIFICIO J
223	00:20:A6:A7:DD:12	6	-58	EDIFICIO J
224	00:20:A6:A7:DD:12	6	-56	EDIFICIO J
225	00:20:A6:A7:DD:12	6	-55	EDIFICIO J

Fuente. Autores del Proyecto

5.3.10 Datos tomados de la estación base ubicada en el pasillo del cuarto piso del edificio F

Cuadro 24. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el pasillo del cuarto piso del edificio F, orientado hacia el edificio G

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
2	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
3	00:18:39:03:12:DF	1	-72	EDIFICIO F
5	00:18:39:03:12:DF	1	-71	EDIFICIO F
6	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
13	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
14	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
25	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
26	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
28	00:18:39:03:12:DF	1	-68	EDIFICIO F
29	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
31	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
32	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
35	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
38	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
41	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
42	00:18:39:03:12:DF	1	-71	EDIFICIO F
43	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
44	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
45	00:18:39:03:12:DF	1	-68	EDIFICIO F
46	00:18:39:03:12:DF	1	-62	EDIFICIO F
47	00:18:39:03:12:DF	1	-63	EDIFICIO F
54	00:18:39:03:12:DF	1	-71	EDIFICIO F
60	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
61	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
62	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
63	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
65	00:18:39:03:12:DF	1	-71	EDIFICIO F
67	00:18:39:03:12:DF	1	-63	EDIFICIO F
68	00:18:39:03:12:DF	1	-64	EDIFICIO F
69	00:18:39:03:12:DF	1	-64	EDIFICIO F
70	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
71	00:18:39:03:12:DF	1	-71	EDIFICIO F
72	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
73	00:18:39:03:12:DF	1	-66	EDIFICIO F
74	00:18:39:03:12:DF	1	-66	EDIFICIO F
75	00:18:39:03:12:DF	1	-68	EDIFICIO F
76	00:18:39:03:12:DF	1	-68	EDIFICIO F
77	00:18:39:03:12:DF	1	-55	EDIFICIO F
78	00:18:39:03:12:DF	1	-55	EDIFICIO F
79	00:18:39:03:12:DF	1	-66	EDIFICIO F
80	00:18:39:03:12:DF	1	-60	EDIFICIO F
81	00:18:39:03:12:DF	1	-56	EDIFICIO F
82	00:18:39:03:12:DF	1	-58	EDIFICIO F
83	00:18:39:03:12:DF	1	-58	EDIFICIO F
84	00:18:39:03:12:DF	1	-57	EDIFICIO F

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
85	00:18:39:03:12:DF	1	-68	EDIFICIO F
86	00:18:39:03:12:DF	1	-61	EDIFICIO F
87	00:18:39:03:12:DF	1	-59	EDIFICIO F
88	00:18:39:03:12:DF	1	-57	EDIFICIO F
89	00:18:39:03:12:DF	1	-57	EDIFICIO F
90	00:18:39:03:12:DF	1	-62	EDIFICIO F
91	00:18:39:03:12:DF	1	-61	EDIFICIO F
92	00:18:39:03:12:DF	1	-56	EDIFICIO F
93	00:18:39:03:12:DF	1	-54	EDIFICIO F
94	00:18:39:03:12:DF	1	-54	EDIFICIO F
95	00:18:39:03:12:DF	1	-47	EDIFICIO F
96	00:18:39:03:12:DF	1	-61	EDIFICIO F
97	00:18:39:03:12:DF	1	-55	EDIFICIO F
98	00:18:39:03:12:DF	1	-53	EDIFICIO F
99	00:18:39:03:12:DF	1	-47	EDIFICIO F
100	00:18:39:03:12:DF	1	-60	EDIFICIO F
101	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
102	00:18:39:03:12:DF	1	-54	EDIFICIO F
103	00:18:39:03:12:DF	1	-55	EDIFICIO F
104	00:18:39:03:12:DF	1	-54	EDIFICIO F
105	00:18:39:03:12:DF	1	-66	EDIFICIO F
106	00:18:39:03:12:DF	1	-68	EDIFICIO F
109	00:18:39:03:12:DF	1	-61	EDIFICIO F
110	00:18:39:03:12:DF	1	-65	EDIFICIO F
111	00:18:39:03:12:DF	1	-66	EDIFICIO F
114	00:18:39:03:12:DF	1	-68	EDIFICIO F
115	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
116	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
117	00:18:39:03:12:DF	1	-67	EDIFICIO F
118	00:18:39:03:12:DF	1	-67	EDIFICIO F
119	00:18:39:03:12:DF	1	-68	EDIFICIO F
120	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
121	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
123	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
124	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
126	00:18:39:03:12:DF	1	-67	EDIFICIO F
127	00:18:39:03:12:DF	1	-67	EDIFICIO F

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
128	00:18:39:03:12:DF	1	-68	EDIFICIO F
129	00:18:39:03:12:DF	1	-68	EDIFICIO F
130	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
131	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
132	00:18:39:03:12:DF	1	-68	EDIFICIO F
133	00:18:39:03:12:DF	1	-68	EDIFICIO F
134	00:18:39:03:12:DF	1	-68	EDIFICIO F
136	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
138	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
140	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
141	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
142	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
150	00:18:39:03:12:DF	1	-70	EDIFICIO F
163	00:18:39:03:12:DF	1	-66	EDIFICIO F
164	00:18:39:03:12:DF	1	-63	EDIFICIO F
165	00:18:39:03:12:DF	1	-56	EDIFICIO F
166	00:18:39:03:12:DF	1	-54	EDIFICIO F
167	00:18:39:03:12:DF	1	-68	EDIFICIO F
168	00:18:39:03:12:DF	1	-67	EDIFICIO F
169	00:18:39:03:12:DF	1	-68	EDIFICIO F
170	00:18:39:03:12:DF	1	-65	EDIFICIO F
171	00:18:39:03:12:DF	1	-63	EDIFICIO F
172	00:18:39:03:12:DF	1	-63	EDIFICIO F
173	00:18:39:03:12:DF	1	-57	EDIFICIO F
174	00:18:39:03:12:DF	1	-61	EDIFICIO F
175	00:18:39:03:12:DF	1	-57	EDIFICIO F
176	00:18:39:03:12:DF	1	-55	EDIFICIO F
177	00:18:39:03:12:DF	1	-63	EDIFICIO F
178	00:18:39:03:12:DF	1	-57	EDIFICIO F
179	00:18:39:03:12:DF	1	-54	EDIFICIO F
180	00:18:39:03:12:DF	1	-57	EDIFICIO F
182	00:18:39:03:12:DF	1	-58	EDIFICIO F
183	00:18:39:03:12:DF	1	-58	EDIFICIO F
184	00:18:39:03:12:DF	1	-58	EDIFICIO F
185	00:18:39:03:12:DF	1	-58	EDIFICIO F
186	00:18:39:03:12:DF	1	-58	EDIFICIO F
187	00:18:39:03:12:DF	1	-79	EDIFICIO F

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
188	00:18:39:03:12:DF	1	-79	EDIFICIO F
189	00:18:39:03:12:DF	1	-72	EDIFICIO F
190	00:18:39:03:12:DF	1	-82	EDIFICIO F
191	00:18:39:03:12:DF	1	-77	EDIFICIO F
192	00:18:39:03:12:DF	1	-82	EDIFICIO F
193	00:18:39:03:12:DF	1	-72	EDIFICIO F
194	00:18:39:03:12:DF	1	-74	EDIFICIO F
195	00:18:39:03:12:DF	1	-72	EDIFICIO F
196	00:18:39:03:12:DF	1	-80	EDIFICIO F
197	00:18:39:03:12:DF	1	-82	EDIFICIO F
198	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
199	00:18:39:03:12:DF	1	-82	EDIFICIO F
200	00:18:39:03:12:DF	1	-88	EDIFICIO F
201	00:18:39:03:12:DF	1	-86	EDIFICIO F
202	00:18:39:03:12:DF	1	-64	EDIFICIO F
203	00:18:39:03:12:DF	1	-74	EDIFICIO F
204	00:18:39:03:12:DF	1	-79	EDIFICIO F
205	00:18:39:03:12:DF	1	-71	EDIFICIO F
206	00:18:39:03:12:DF	1	-82	EDIFICIO F
207	00:18:39:03:12:DF	1	-72	EDIFICIO F
208	00:18:39:03:12:DF	1	-64	EDIFICIO F
209	00:18:39:03:12:DF	1	-72	EDIFICIO F
210	00:18:39:03:12:DF	1	-88	EDIFICIO F
211	00:18:39:03:12:DF	1	-88	EDIFICIO F
212	00:18:39:03:12:DF	1	-80	EDIFICIO F
213	00:18:39:03:12:DF	1	-86	EDIFICIO F
214	00:18:39:03:12:DF	1	-88	EDIFICIO F
215	00:18:39:03:12:DF	1	-85	EDIFICIO F
216	00:18:39:03:12:DF	1	-83	EDIFICIO F
217	00:18:39:03:12:DF	1	-72	EDIFICIO F
218	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
219	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
220	00:18:39:03:12:DF	1	-62	EDIFICIO F
221	00:18:39:03:12:DF	1	-74	EDIFICIO F
222	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
223	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F
224	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
225	00:18:39:03:12:DF	1	-69	EDIFICIO F

Fuente. Autores del Proyecto

5.3.11 Datos tomados de la estación base ubicada en el laboratorio de simulación del cuarto piso del edificio G

Cuadro 25. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el laboratorio de simulación del cuarto piso del edificio G, orientado hacia el taller de Origami

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
25	00:0D:93:8B:30:6A	3	-88	EDIFICIO G
26	00:0D:93:8B:30:6A	3	-95	EDIFICIO G
28	00:0D:93:8B:30:6A	3	-80	EDIFICIO G
38	00:0D:93:8B:30:6A	3	-78	EDIFICIO G
46	00:0D:93:8B:30:6A	3	-63	EDIFICIO G
47	00:0D:93:8B:30:6A	3	-63	EDIFICIO G
73	00:0D:93:8B:30:6A	3	-69	EDIFICIO G
74	00:0D:93:8B:30:6A	3	-69	EDIFICIO G
77	00:0D:93:8B:30:6A	3	-69	EDIFICIO G
80	00:0D:93:8B:30:6A	3	-67	EDIFICIO G
81	00:0D:93:8B:30:6A	3	-64	EDIFICIO G
82	00:0D:93:8B:30:6A	3	-60	EDIFICIO G
83	00:0D:93:8B:30:6A	3	-60	EDIFICIO G
84	00:0D:93:8B:30:6A	3	-64	EDIFICIO G
85	00:0D:93:8B:30:6A	3	-68	EDIFICIO G
86	00:0D:93:8B:30:6A	3	-63	EDIFICIO G
87	00:0D:93:8B:30:6A	3	-59	EDIFICIO G
88	00:0D:93:8B:30:6A	3	-56	EDIFICIO G
89	00:0D:93:8B:30:6A	3	-57	EDIFICIO G
90	00:0D:93:8B:30:6A	3	-65	EDIFICIO G
91	00:0D:93:8B:30:6A	3	-66	EDIFICIO G
92	00:0D:93:8B:30:6A	3	-57	EDIFICIO G
93	00:0D:93:8B:30:6A	3	-58	EDIFICIO G
94	00:0D:93:8B:30:6A	3	-60	EDIFICIO G
95	00:0D:93:8B:30:6A	3	-62	EDIFICIO G

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
96	00:0D:93:8B:30:6A	3	-65	EDIFICIO G
97	00:0D:93:8B:30:6A	3	-67	EDIFICIO G
98	00:0D:93:8B:30:6A	3	-63	EDIFICIO G
99	00:0D:93:8B:30:6A	3	-63	EDIFICIO G
100	00:0D:93:8B:30:6A	3	-62	EDIFICIO G
101	00:0D:93:8B:30:6A	3	-66	EDIFICIO G
104	00:0D:93:8B:30:6A	3	-66	EDIFICIO G
105	00:0D:93:8B:30:6A	3	-62	EDIFICIO G
106	00:0D:93:8B:30:6A	3	-64	EDIFICIO G
109	00:0D:93:8B:30:6A	3	-64	EDIFICIO G
110	00:0D:93:8B:30:6A	3	-65	EDIFICIO G
111	00:0D:93:8B:30:6A	3	-64	EDIFICIO G
113	00:0D:93:8B:30:6A	3	-66	EDIFICIO G
114	00:0D:93:8B:30:6A	3	-63	EDIFICIO G
115	00:0D:93:8B:30:6A	3	-63	EDIFICIO G
116	00:0D:93:8B:30:6A	3	-67	EDIFICIO G
117	00:0D:93:8B:30:6A	3	-69	EDIFICIO G
118	00:0D:93:8B:30:6A	3	-71	EDIFICIO G
119	00:0D:93:8B:30:6A	3	-68	EDIFICIO G
120	00:0D:93:8B:30:6A	3	-66	EDIFICIO G
121	00:0D:93:8B:30:6A	3	-67	EDIFICIO G
122	00:0D:93:8B:30:6A	3	-65	EDIFICIO G
123	00:0D:93:8B:30:6A	3	-69	EDIFICIO G
124	00:0D:93:8B:30:6A	3	-69	EDIFICIO G
125	00:0D:93:8B:30:6A	3	-64	EDIFICIO G
126	00:0D:93:8B:30:6A	3	-63	EDIFICIO G
127	00:0D:93:8B:30:6A	3	-65	EDIFICIO G
128	00:0D:93:8B:30:6A	3	-69	EDIFICIO G
129	00:0D:93:8B:30:6A	3	-69	EDIFICIO G
130	00:0D:93:8B:30:6A	3	-70	EDIFICIO G
131	00:0D:93:8B:30:6A	3	-67	EDIFICIO G
132	00:0D:93:8B:30:6A	3	-66	EDIFICIO G
133	00:0D:93:8B:30:6A	3	-68	EDIFICIO G
136	00:0D:93:8B:30:6A	3	-69	EDIFICIO G
162	00:0D:93:8B:30:6A	3	-70	EDIFICIO G
163	00:0D:93:8B:30:6A	3	-71	EDIFICIO G
164	00:0D:93:8B:30:6A	3	-71	EDIFICIO G

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
165	00:0D:93:8B:30:6A	3	-64	EDIFICIO G
166	00:0D:93:8B:30:6A	3	-65	EDIFICIO G
167	00:0D:93:8B:30:6A	3	-71	EDIFICIO G
168	00:0D:93:8B:30:6A	3	-71	EDIFICIO G
169	00:0D:93:8B:30:6A	3	-70	EDIFICIO G
170	00:0D:93:8B:30:6A	3	-70	EDIFICIO G
171	00:0D:93:8B:30:6A	3	-70	EDIFICIO G
173	00:0D:93:8B:30:6A	3	-70	EDIFICIO G
174	00:0D:93:8B:30:6A	3	-62	EDIFICIO G
175	00:0D:93:8B:30:6A	3	-63	EDIFICIO G
176	00:0D:93:8B:30:6A	3	-66	EDIFICIO G
177	00:0D:93:8B:30:6A	3	-54	EDIFICIO G
178	00:0D:93:8B:30:6A	3	-52	EDIFICIO G
179	00:0D:93:8B:30:6A	3	-66	EDIFICIO G
180	00:0D:93:8B:30:6A	3	-69	EDIFICIO G
182	00:0D:93:8B:30:6A	3	-94	EDIFICIO G
183	00:0D:93:8B:30:6A	3	-88	EDIFICIO G
184	00:0D:93:8B:30:6A	3	-88	EDIFICIO G
185	00:0D:93:8B:30:6A	3	-88	EDIFICIO G
186	00:0D:93:8B:30:6A	3	-88	EDIFICIO G
187	00:0D:93:8B:30:6A	3	-94	EDIFICIO G
188	00:0D:93:8B:30:6A	3	-94	EDIFICIO G
189	00:0D:93:8B:30:6A	3	-92	EDIFICIO G
190	00:0D:93:8B:30:6A	3	-92	EDIFICIO G
193	00:0D:93:8B:30:6A	3	-88	EDIFICIO G
194	00:0D:93:8B:30:6A	3	-88	EDIFICIO G
195	00:0D:93:8B:30:6A	3	-86	EDIFICIO G
196	00:0D:93:8B:30:6A	3	-94	EDIFICIO G
200	00:0D:93:8B:30:6A	3	-95	EDIFICIO G
203	00:0D:93:8B:30:6A	3	-89	EDIFICIO G
204	00:0D:93:8B:30:6A	3	-89	EDIFICIO G
205	00:0D:93:8B:30:6A	3	-95	EDIFICIO G
206	00:0D:93:8B:30:6A	3	-95	EDIFICIO G
207	00:0D:93:8B:30:6A	3	-92	EDIFICIO G
208	00:0D:93:8B:30:6A	3	-86	EDIFICIO G
218	00:0D:93:8B:30:6A	3	-95	EDIFICIO G
219	00:0D:93:8B:30:6A	3	-86	EDIFICIO G

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
220	00:0D:93:8B:30:6A	3	-94	EDIFICIO G
221	00:0D:93:8B:30:6A	3	-92	EDIFICIO G
222	00:0D:93:8B:30:6A	3	-83	EDIFICIO G
223	00:0D:93:8B:30:6A	3	-72	EDIFICIO G
224	00:0D:93:8B:30:6A	3	-94	EDIFICIO G
225	00:0D:93:8B:30:6A	3	-91	EDIFICIO G

Fuente. Autores del Proyecto

5.3.12 Datos tomados de la estación base ubicada en el poste frente al edificio I

Cuadro 26. Datos obtenidos de la estación base ubicada en el poste frente al edificio I, orientado hacia el edificio I y la cafetería campestre

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
5	00:1A:70:A6:84:6E	11	-70	EDIFICIO I
8	00:1A:70:A6:84:6E	11	-95	EDIFICIO I
42	00:1A:70:A6:84:6E	11	-66	EDIFICIO I
46	00:1A:70:A6:84:6E	11	-70	EDIFICIO I
47	00:1A:70:A6:84:6E	11	-70	EDIFICIO I
60	00:1A:70:A6:84:6E	11	-70	EDIFICIO I
68	00:1A:70:A6:84:6E	11	-69	EDIFICIO I
73	00:1A:70:A6:84:6E	11	-67	EDIFICIO I
74	00:1A:70:A6:84:6E	11	-67	EDIFICIO I
75	00:1A:70:A6:84:6E	11	-68	EDIFICIO I
76	00:1A:70:A6:84:6E	11	-69	EDIFICIO I
77	00:1A:70:A6:84:6E	11	-67	EDIFICIO I
78	00:1A:70:A6:84:6E	11	-63	EDIFICIO I
79	00:1A:70:A6:84:6E	11	-63	EDIFICIO I
80	00:1A:70:A6:84:6E	11	-62	EDIFICIO I
81	00:1A:70:A6:84:6E	11	-62	EDIFICIO I
82	00:1A:70:A6:84:6E	11	-63	EDIFICIO I
83	00:1A:70:A6:84:6E	11	-65	EDIFICIO I
84	00:1A:70:A6:84:6E	11	-58	EDIFICIO I
85	00:1A:70:A6:84:6E	11	-59	EDIFICIO I

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
86	00:1A:70:A6:84:6E	11	-59	EDIFICIO I
87	00:1A:70:A6:84:6E	11	-63	EDIFICIO I
88	00:1A:70:A6:84:6E	11	-66	EDIFICIO I
89	00:1A:70:A6:84:6E	11	-64	EDIFICIO I
90	00:1A:70:A6:84:6E	11	-64	EDIFICIO I
91	00:1A:70:A6:84:6E	11	-62	EDIFICIO I
92	00:1A:70:A6:84:6E	11	-62	EDIFICIO I
93	00:1A:70:A6:84:6E	11	-64	EDIFICIO I
94	00:1A:70:A6:84:6E	11	-60	EDIFICIO I
95	00:1A:70:A6:84:6E	11	-65	EDIFICIO I
96	00:1A:70:A6:84:6E	11	-56	EDIFICIO I
97	00:1A:70:A6:84:6E	11	-53	EDIFICIO I
98	00:1A:70:A6:84:6E	11	-61	EDIFICIO I
99	00:1A:70:A6:84:6E	11	-62	EDIFICIO I
100	00:1A:70:A6:84:6E	11	-60	EDIFICIO I
101	00:1A:70:A6:84:6E	11	-59	EDIFICIO I
102	00:1A:70:A6:84:6E	11	-61	EDIFICIO I
103	00:1A:70:A6:84:6E	11	-57	EDIFICIO I
104	00:1A:70:A6:84:6E	11	-61	EDIFICIO I
105	00:1A:70:A6:84:6E	11	-66	EDIFICIO I
106	00:1A:70:A6:84:6E	11	-65	EDIFICIO I
107	00:1A:70:A6:84:6E	11	-55	EDIFICIO I
108	00:1A:70:A6:84:6E	11	-53	EDIFICIO I
109	00:1A:70:A6:84:6E	11	-53	EDIFICIO I
110	00:1A:70:A6:84:6E	11	-61	EDIFICIO I
111	00:1A:70:A6:84:6E	11	-62	EDIFICIO I
112	00:1A:70:A6:84:6E	11	-57	EDIFICIO I
113	00:1A:70:A6:84:6E	11	-69	EDIFICIO I
114	00:1A:70:A6:84:6E	11	-64	EDIFICIO I
115	00:1A:70:A6:84:6E	11	-64	EDIFICIO I
116	00:1A:70:A6:84:6E	11	-66	EDIFICIO I
117	00:1A:70:A6:84:6E	11	-67	EDIFICIO I
118	00:1A:70:A6:84:6E	11	-69	EDIFICIO I
119	00:1A:70:A6:84:6E	11	-67	EDIFICIO I
120	00:1A:70:A6:84:6E	11	-65	EDIFICIO I
121	00:1A:70:A6:84:6E	11	-60	EDIFICIO I
122	00:1A:70:A6:84:6E	11	-58	EDIFICIO I
123	00:1A:70:A6:84:6E	11	-60	EDIFICIO I

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
124	00:1A:70:A6:84:6E	11	-60	EDIFICIO I
125	00:1A:70:A6:84:6E	11	-64	EDIFICIO I
126	00:1A:70:A6:84:6E	11	-56	EDIFICIO I
127	00:1A:70:A6:84:6E	11	-58	EDIFICIO I
128	00:1A:70:A6:84:6E	11	-61	EDIFICIO I
129	00:1A:70:A6:84:6E	11	-60	EDIFICIO I
130	00:1A:70:A6:84:6E	11	-59	EDIFICIO I
131	00:1A:70:A6:84:6E	11	-59	EDIFICIO I
132	00:1A:70:A6:84:6E	11	-55	EDIFICIO I
133	00:1A:70:A6:84:6E	11	-59	EDIFICIO I
134	00:1A:70:A6:84:6E	11	-63	EDIFICIO I
135	00:1A:70:A6:84:6E	11	-67	EDIFICIO I
136	00:1A:70:A6:84:6E	11	-70	EDIFICIO I
137	00:1A:70:A6:84:6E	11	-63	EDIFICIO I
138	00:1A:70:A6:84:6E	11	-58	EDIFICIO I
139	00:1A:70:A6:84:6E	11	-54	EDIFICIO I
140	00:1A:70:A6:84:6E	11	-54	EDIFICIO I
141	00:1A:70:A6:84:6E	11	-52	EDIFICIO I
142	00:1A:70:A6:84:6E	11	-49	EDIFICIO I
143	00:1A:70:A6:84:6E	11	-47	EDIFICIO I
144	00:1A:70:A6:84:6E	11	-48	EDIFICIO I
145	00:1A:70:A6:84:6E	11	-53	EDIFICIO I
146	00:1A:70:A6:84:6E	11	-56	EDIFICIO I
147	00:1A:70:A6:84:6E	11	-55	EDIFICIO I
148	00:1A:70:A6:84:6E	11	-52	EDIFICIO I
149	00:1A:70:A6:84:6E	11	-55	EDIFICIO I
150	00:1A:70:A6:84:6E	11	-49	EDIFICIO I
151	00:1A:70:A6:84:6E	11	-50	EDIFICIO I
152	00:1A:70:A6:84:6E	11	-50	EDIFICIO I
153	00:1A:70:A6:84:6E	11	-51	EDIFICIO I
154	00:1A:70:A6:84:6E	11	-50	EDIFICIO I
155	00:1A:70:A6:84:6E	11	-50	EDIFICIO I
156	00:1A:70:A6:84:6E	11	-51	EDIFICIO I
157	00:1A:70:A6:84:6E	11	-56	EDIFICIO I
158	00:1A:70:A6:84:6E	11	-54	EDIFICIO I
159	00:1A:70:A6:84:6E	11	-54	EDIFICIO I
160	00:1A:70:A6:84:6E	11	-54	EDIFICIO I
161	00:1A:70:A6:84:6E	11	-53	EDIFICIO I

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
162	00:1A:70:A6:84:6E	11	-53	EDIFICIO I
163	00:1A:70:A6:84:6E	11	-57	EDIFICIO I
164	00:1A:70:A6:84:6E	11	-57	EDIFICIO I
165	00:1A:70:A6:84:6E	11	-60	EDIFICIO I
166	00:1A:70:A6:84:6E	11	-62	EDIFICIO I
167	00:1A:70:A6:84:6E	11	-70	EDIFICIO I
168	00:1A:70:A6:84:6E	11	-68	EDIFICIO I
169	00:1A:70:A6:84:6E	11	-67	EDIFICIO I
170	00:1A:70:A6:84:6E	11	-67	EDIFICIO I
171	00:1A:70:A6:84:6E	11	-67	EDIFICIO I
172	00:1A:70:A6:84:6E	11	-67	EDIFICIO I
173	00:1A:70:A6:84:6E	11	-67	EDIFICIO I
174	00:1A:70:A6:84:6E	11	-66	EDIFICIO I
175	00:1A:70:A6:84:6E	11	-66	EDIFICIO I
176	00:1A:70:A6:84:6E	11	-67	EDIFICIO I
177	00:1A:70:A6:84:6E	11	-65	EDIFICIO I
178	00:1A:70:A6:84:6E	11	-65	EDIFICIO I
179	00:1A:70:A6:84:6E	11	-65	EDIFICIO I
180	00:1A:70:A6:84:6E	11	-65	EDIFICIO I
182	00:1A:70:A6:84:6E	11	-82	EDIFICIO I
183	00:1A:70:A6:84:6E	11	-74	EDIFICIO I
184	00:1A:70:A6:84:6E	11	-69	EDIFICIO I
185	00:1A:70:A6:84:6E	11	-74	EDIFICIO I
186	00:1A:70:A6:84:6E	11	-69	EDIFICIO I
187	00:1A:70:A6:84:6E	11	-72	EDIFICIO I
188	00:1A:70:A6:84:6E	11	-85	EDIFICIO I
189	00:1A:70:A6:84:6E	11	-69	EDIFICIO I
190	00:1A:70:A6:84:6E	11	-83	EDIFICIO I
191	00:1A:70:A6:84:6E	11	-65	EDIFICIO I
192	00:1A:70:A6:84:6E	11	-72	EDIFICIO I
193	00:1A:70:A6:84:6E	11	-82	EDIFICIO I
194	00:1A:70:A6:84:6E	11	-79	EDIFICIO I
195	00:1A:70:A6:84:6E	11	-71	EDIFICIO I
196	00:1A:70:A6:84:6E	11	-77	EDIFICIO I
197	00:1A:70:A6:84:6E	11	-83	EDIFICIO I
198	00:1A:70:A6:84:6E	11	-82	EDIFICIO I
199	00:1A:70:A6:84:6E	11	-82	EDIFICIO I
200	00:1A:70:A6:84:6E	11	-74	EDIFICIO I

TOMA	MAC	CHANEL	SIGNAL +	NOMBRE A.P.
201	00:1A:70:A6:84:6E	11	-79	EDIFICIO I
202	00:1A:70:A6:84:6E	11	-72	EDIFICIO I
203	00:1A:70:A6:84:6E	11	-76	EDIFICIO I
204	00:1A:70:A6:84:6E	11	-79	EDIFICIO I
205	00:1A:70:A6:84:6E	11	-71	EDIFICIO I
206	00:1A:70:A6:84:6E	11	-79	EDIFICIO I
207	00:1A:70:A6:84:6E	11	-79	EDIFICIO I
208	00:1A:70:A6:84:6E	11	-76	EDIFICIO I
209	00:1A:70:A6:84:6E	11	-77	EDIFICIO I
210	00:1A:70:A6:84:6E	11	-74	EDIFICIO I
211	00:1A:70:A6:84:6E	11	-74	EDIFICIO I
214	00:1A:70:A6:84:6E	11	-86	EDIFICIO I
216	00:1A:70:A6:84:6E	11	-72	EDIFICIO I
217	00:1A:70:A6:84:6E	11	-88	EDIFICIO I
219	00:1A:70:A6:84:6E	11	-77	EDIFICIO I
220	00:1A:70:A6:84:6E	11	-85	EDIFICIO I
221	00:1A:70:A6:84:6E	11	-80	EDIFICIO I
222	00:1A:70:A6:84:6E	11	-77	EDIFICIO I
223	00:1A:70:A6:84:6E	11	-83	EDIFICIO I
224	00:1A:70:A6:84:6E	11	-85	EDIFICIO I
225	00:1A:70:A6:84:6E	11	-82	EDIFICIO I

Fuente. Autores del Proyecto

6. COBERTURA DE SEÑAL INALAMBRICA DE CADA UNA DE LAS ESTACIONES BASES DEBIDAMENTE GRAFICADAS EN LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS

En este capítulo se graficará en los planos arquitectónicos de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, con diferentes colores los resultados obtenidos de las mediciones de la señal de cobertura inalámbrica realizada y cuyos resultados quedaron plasmados en el capítulo anterior de cada una de las estaciones bases, los valores (S/N) arrojados para determinar la cobertura oscilan entre -41dBm y -95dBm. Teniendo en cuenta que entre más éste valor se acerque a -100dBm es más débil la señal y por el contrario más fuerte el ruido, una de las causas de este efecto es que la distancia que existe entre el móvil y la estación base sea muy grande y este fuera del rango ideal de alcance para una buena y estable conexión.

La otra posible causa es que el ruido o interferencia que toma el dispositivo móvil es más fuerte que la señal inalámbrica suministrada por la estación base. Esto mejorará a medida que el dispositivo móvil se acerca a la estación base o el usuario portador del dispositivo móvil a medida que cambia su ubicación para salir del sitio de interferencia va aumentando la señal y se disminuye el valor del ruido.

Es de resaltar que en las diferentes muestras tomadas detectaba varias estaciones base simultáneamente y de cada una de ellas indicaba los valores de intensidad de señal diferente.

En este capítulo se graficará la calidad de la señal obtenida en las diferentes muestras de la siguiente manera: Excelente (E), buena (B), regular (R) y mala (M). Los colores utilizados al graficar los valores son: Verde (E), amarillo (B), anaranjado (R), y rojo (M), siendo el verde para la señal más fuerte y rojo para la señal más débil respectivamente, para determinar el valor entre la calidad de la señal y su respectivo color los valores en dBm en nuestro caso serán los siguientes:

Excelente, señal entre -41dBm y -55dBm: Conectividad entre Dispositivo móvil y estación base de gran confiabilidad y estabilidad.

Buena, señal entre -56dBm y -65dBm: Enlace que permite asegurar una conexión de un 80% de confiabilidad y estabilidad.

Regular, señal entre -66dBm y -75dBm: Enlace que presenta problemas de inestabilidad y caídas constantes, esto es ocasionado por factores como la lluvia,

viento, movimiento de personas y vehículos, desvanecimiento por obstrucción del follaje de los árboles.

Mala, señal entre -76dBm y -100dBm: El dispositivo móvil detecta la estación base pero la conectividad es nula, esto se debe a las distancias significativas entre estos dispositivos o aumento de los diferentes tipos de interferencias.

Cuadro 27. Rangos del valor de señal tomado en (dBm)

VALOR DE LA SEÑAL	RANGO	COLOR
SEÑAL ENTRE -41dBm A -55dBm	EXCELENTE	Verde
SEÑAL ENTRE -56dBm A -65dBm	BUENA	Amarillo
SEÑAL ENTRE -66dBm A -75dBm	REGULAR	Naranja
SEÑAL ENTRE -76dBm A -100dBm	MALA	Rojo

Fuente. Autores del Proyecto

6.1 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL TERCER PISO DEL EDIFICIO B

Esta estación base es marca Linksys y está orientada al edificio A y no cuenta con equipos adicionales.

VER PLANOS EN EL ANEXO A

6.2 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL SEGUNDO PISO DEL EDIFICIO B

Esta estación base es marca Apple y está orientada al edificio C y no cuenta con equipos adicionales.

VER PLANOS EN EL ANEXO B

6.3 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN LA OFICINA DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO C

Esta estación base es marca Linksys y está orientada al edificio J y no cuenta con equipos adicionales.

VER PLANOS EN EL ANEXO C

6.4 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PRIMER PISO DEL EDIFICIO J

Esta estación base es marca Linksys y está orientada a las salas de lectura de la Biblioteca, esta estación base cuenta con un equipo adicional que es una antena omnidireccional de mayor ganancia.

VER PLANOS EN EL ANEXO D

6.5 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PRIMER PISO DEL EDIFICIO J

Esta estación base es marca Linksys y está orientada a las salas de lectura de la Biblioteca, esta estación base cuenta con un equipo adicional que es una antena omnidireccional de mayor ganancia.

VER PLANOS EN EL ANEXO E

6.6 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO D

Esta estación base es marca Linksys y está orientada a Los pasillos del edificio D y no cuenta con equipos adicionales.

VER PLANOS EN EL ANEXO F

6.7 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL POSTE DEL JARDIN LATERAL DEL EDIFICIO D

Esta estación base es marca Proxim y está orientada al edificio D y cuenta con equipos adicionales como amplificador de señal, protector atmosférico y antena directiva de mas ganancia.

VER PLANOS EN EL ANEXO G

6.8 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN LA AZOTEA DEL EDIFICIO F

Esta estación base es marca Proxim y está orientada al edificio J y cuenta con equipos adicionales como amplificador de señal, protector atmosférico y antena directiva de mas ganancia.

VER PLANOS EN EL ANEXO H

6.9 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO F

Esta estación base es marca Linksys y está orientada al edificio G y no cuenta con equipos adicionales.

VER PLANOS EN EL ANEXO I

6.10 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN LABORATORIO DE SIMULACIÓN, CUARTO PISO DEL EDIFICIO G

Esta estación base es marca Apple y está orientada al taller de Origami y no cuenta con equipos adicionales.

VER PLANOS EN EL ANEXO J

6.11 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL TERCER PISO DEL EDIFICIO E

Esta estación base es marca Apple y está orientada a la plazoleta el Caracolí y no cuenta con equipos adicionales.

VER PLANOS EN EL ANEXO K

6.12 PLANOS DE SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL POSTE FRENTE AL EDIFICIO I

Esta estación base es marca Linksys y está orientada al edificio I y cuenta con equipos adicionales como amplificador de señal, protector atmosférico y antena omnidireccional de mas ganancia.

VER PLANOS EN EL ANEXO L

7. ANALISIS DE LA COBERTURA ACTUAL CON BASE A LOS DATOS ADQUIRIDOS Y RECOMENDACIONES PARA OPTIMIZAR DICHA COBERTURA

7.1 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL TERCER PISO DEL EDIFICIO B

Esta estación base es marca Linksys y está orientada al edificio A y no cuenta con equipos adicionales.

Cuadro 28. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio A

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
EN PASILLOS DE LOS EDIFICIOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	100% en todos los pasillos y terrazas del Edificio A. 66% del segundo piso Edificio B. 66% del tercer piso Edificio B. 33% del tercer piso del Edificio C. 33% del cuarto piso del Edificio C.
	BUENA Entre -56 y -65 dBm	33% del segundo piso edificio B. 66% en el segundo piso del Edificio C. 66% del tercer piso del Edificio C. 66% del cuarto piso del Edificio C. 25% del quinto piso del Edificio D.
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	33% del segundo piso edificio B. 33% del segundo piso del edificio C. 100% en el primer piso del Edificio D. En el descanso de las escaleras entre el primer y segundo piso Edificio D En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio D 33% del tercer piso del Edificio D. En el descanso de las escaleras entre el tercer y cuarto piso. 33% del cuarto piso del Edificio D. En el descanso de las escaleras entre el cuarto y quinto piso. En el descanso de las escaleras entre el quinto y sexto piso.
	MALA Entre -76 y -100dBm	40% torre norte tercer piso Edificio J. 20% torre norte cuarto piso Edificio J.
EN ESPACIOS ABIERTOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	100% en el patio interior del edificio B. 100% en zona peatonal entre Edificio A y B. 50% en zona peatonal entre edificios C y J.

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
	BUENA Entre -56 y -65 dBm	En zona peatonal entre edificio B y C. En la zona de cafetería y lectura del primer piso del Edificio C. Lateral Este del edificio A, B. Lateral Oeste Edificio A. Entrada Edificio D.
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	Lateral Oeste Edificio A. Lateral Oeste Edificio C (Kiosco sillas metálicas) 50% en zona peatonal entre edificios C y J. En la plazoleta frente a escaleras laterales Edificio D. En el sendero peatonal entre Edificio F y G.
	MALA Entre -76 y -100dBm	Plazoleta segundo piso Edificio J (entre el primer puente metálico y las escaleras).

Fuente Autores del proyecto

7.2 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL SEGUNDO PISO DEL EDIFICIO B

Esta estación base es marca Apple y está orientada al edificio C y no cuenta con equipos adicionales.

Cuadro 29. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio B

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
EN PASILLOS DE LOS EDIFICIOS	EXCELENTE ≤ -55 dBm	100% patio interior Edificio B. 100% segundo piso Edificio B. 66% tercer Edificio B. 100% segundo piso Edificio C. 33% tercer piso Edificio C.
	BUENA Entre -56 y -65 dBm	100% Primer piso Edificio A. 100% Segundo piso Edificio A. 100% Terraza y pasillo tercer piso Edificio A. 33% tercer piso Edificio B. 100% zona cafetería y lectura primer piso Edificio C. 66% tercer piso Edificio C. 100% cuarto piso Edificio C. 100% Primer piso Edificio D.
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	100% cuarto piso Edificio A. En el descanso de las escaleras entre el primer y segundo piso Edificio D. En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio D. En el descanso de las escaleras entre el tercero y cuarto piso Edificio D.

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
		33% cuarto piso Edificio D. En el descanso de las escaleras entre el quinto y sexto piso Edificio D.
	MALA Entre -76 y -100dBm	20% tercer piso Torre Norte Edificio J. 20% cuarto piso Torre Norte Edificio J. 50% tercer piso Torre Sur Edificio J.
EN ESPACIOS ABIERTOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	100% en zona peatonal entre los Edificios B y C. Lateral Este del Edificio B. 50% en zona peatonal Edificio C y J.
	BUENA Entre -56 y -65 dBm	100% en zona peatonal entre Edificios A y B. Lateral Este del Edificio A. Lateral Oeste Edificio C (Kiosco sillas metálicas)
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	Lateral Oeste Edificio A. 50% en zona peatonal Edificio C y J. Área de ingreso peatonal a la Universidad. Entrada Edificio D.
	MALA Entre -76 y -100dBm	Plazoleta Edificio J. Plazoleta Edificio D. Rampa Zona Minusválidos Edificio J.

Fuentes Autores del proyecto

7.3 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN LA OFICINA DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO C

Esta estación base es marca Linksys y está orientada al edificio J y no cuenta con equipos adicionales.

Cuadro 30. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio C

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
EN PASILLOS DE LOS EDIFICIOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	
	BUENA Entre -56 y -65 dBm	50% tercer piso Torre Sur Edificio J. 40% tercer piso Torre Norte Edificio J. Sobre el puente cuarto piso Edificio J.
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	Sobre el puente del tercer piso Edificio J. 50% cuarto piso Torre Sur Edificio J. 20% cuarto piso Torre Norte Edificio J.
	MALA Entre -76 y -100dBm	50% tercer piso Torre Sur Edificio J. 60% tercer piso Torre Norte Edificio J. 50% cuarto piso Torre Sur Edificio J. 40% cuarto piso Torre Norte Edificio J.
EN ESPACIOS ABIERTOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
	BUENA Entre -56 y -65 dBm	
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	Entre el primer puente hacia la entrada del Edificio J.
	MALA Entre -76 y -100dBm	Plazoleta Edificio J desde primer puente hasta Palmeras. Rampa Zona Minusválidos Edificio J. Escalera Entrada al Edificio J. Plazoleta del Edificio D. Sobre la carretera lado sur Edificio J.

Fuente Autores del proyecto

7.4 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PRIMER PISO DEL EDIFICIO J (BIBLIOTECA 1)

Esta estación base es marca Linksys y está orientada a las salas de lectura de la Biblioteca, esta estación base cuenta con un equipo adicional que es una antena omnidireccional de mas ganancia.

Cuadro 31. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio J (BIBLIOTECA 1)

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
EN PASILLOS DE LOS EDIFICIOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	
	BUENA Entre -56 y -65 dBm	
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	En zona de cafetería primer piso Edificio C. 33% segundo piso Edificio C.
	MALA Entre -76 y -100dBm	
EN ESPACIOS ABIERTOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	
	BUENA Entre -56 y -65 dBm	50% zona peatonal entre Edificio C y J.
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	50% zona peatonal entre Edificio C y J. Lateral Oeste Edificio C (Kiosco sillas metálicas) En zona peatonal entre Edificio B y C.

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
	MALA Entre -76 y -100dBm	

Fuente Autores del proyecto

7.5 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PRIMER PISO DEL EDIFICIO J (BIBLIOTECA 2)

Esta estación base es marca Linksys y está orientada a las salas de lectura de la Biblioteca, esta estación base cuenta con un equipo adicional que es una antena omnidireccional de mas ganancia.

Cuadro 32. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio J (BIBLIOTECA 2)

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
EN PASILLOS DE LOS EDIFICIOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	
	BUENA Entre -56 y - 65 dBm	
	REGULAR Entre -66 y - 75 dBm	66% segundo piso Edificio B. 33% tercer piso Edificio B. En la zona de lectura del primer piso Edificio c. 33% segundo piso Edificio C.
	MALA Entre -76 y -100dBm	
EN ESPACIOS ABIERTOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	
	BUENA Entre -56 y - 65 dBm	50% zona peatonal entre Edificio B y C. 50% zona peatonal entre Edificio C y J. Lateral Oeste Edificio C (Kiosco sillas metálicas)
	REGULAR Entre -66 y - 75 dBm	Área de ingreso peatonal a la Universidad. 50% zona peatonal entre Edificio C y J.
	MALA Entre -76 y -100dBm	

Autores del proyecto

7.6 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO D

Esta estación base es marca Linksys y está orientada a Los pasillos del edificio D y no cuenta con equipos adicionales.

Cuadro 33. Descripción de la cobertura de la estación base Interior Edificio D

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
EN PASILLOS DE LOS EDIFICIOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	66% segundo piso del Edificio D. 66% tercer piso del Edificio D. 100% cuarto piso del Edificio D. En el descanso de las escaleras entre el cuarto y quinto piso Edificio D. 66% quinto piso Edificio D.
	BUENA Entre -56 y -65 dBm	100% En el primer piso del Edificio D. En el descanso de las escaleras entre el primer y segundo piso Edificio D. 33% segundo piso del Edificio D. 33% tercer piso del Edificio D. En el descanso de las escaleras entre el tercero y cuarto piso Edificio D. 33% quinto piso Edificio D. En la terraza del quinto piso. En el descanso de las escaleras entre el quinto y sexto piso Edificio D. 66% sexto piso Edificio D. 25% primer piso Edificio E. En el descanso de las escaleras entre el primero y segundo piso Edificio E. En la zona de fotocopiado de la zona F. 25% segundo piso Edificio F. 75% segundo piso Edificio F. Hall segundo piso del Edificio H. Puente tercer piso del Edificio J. 50% tercer piso Torre sur Edificio J. 75% cuarto piso Torre sur Edificio J.
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	33% sexto piso Edificio D. 100% segundo piso Edificio E. 50% tercer piso Edificio E. En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio E. 75% cuarto piso Edificio E. En el descanso de las escaleras entre el tercero y cuarto piso Edificio E. 75% segundo piso Edificio F. 75% tercer piso Edificio F. En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio F. 50% cuarto piso Edificio F. 50% tercer piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el segundo y

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
		tercer piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el tercero y cuarto piso Edificio G. 50% cuarto piso Edificio G. 100% quinto piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el cuarto y quinto piso Edificio G. Hall tercer piso Edificio H. 20% tercer piso Torre Norte Edificio J. 20% cuarto piso Torre Norte Edificio J.
	<p>MALA Entre -76 y -100dBm</p>	<p>33% en la terraza del sexto piso Edificio D. 50% tercer piso Edificio H. Planta libre segundo piso Torre sur Edificio J. 80% tercer piso Torre Norte Edificio J. 50% tercer piso Torre sur Edificio J. 80% cuarto piso Torre Norte Edificio J. Puente cuarto piso Edificio J. 75% cuarto piso Torre sur Edificio J.</p>
EN ESPACIOS ABIERTOS	<p>EXCELENTE ≤ -55dBm</p>	
	<p>BUENA Entre -56 y - 65 dBm</p>	<p>En lateral Oeste Edificio F. En lateral Oeste Edificio G. En zona peatonal lado Norte Edificio F. En la plazoleta zona fotocopiado Edificio F. 60% escaleras lateral Derecho Edificio D. Frente Edificio D pequeño (Frente a Sistemas)</p>
	<p>REGULAR Entre -66 y - 75 dBm</p>	<p>En la plazoleta frente a escaleras laterales Edificio D. Frente al Auditorio menor. 50% plazoleta del Edificio J entre el primer puente y las palmeras. Entre el segundo puente y la entrada del Edificio J. Sobre la glorieta carretera lado sur Edificio G.</p>
	<p>MALA Entre -76 y -100dBm</p>	<p>Plazoleta del Edificio D. 50% plazoleta del Edificio J entre el primer puente y las palmeras. Zona de entrada Edificio J, zona minusválidos. 100% sobre la carretera lado sur Edificio J.</p>

Fuente Autores del proyecto

7.7 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL POSTE DEL JARDIN LATERAL DEL EDIFICIO D

Esta estación base es marca Proxim y está orientada al edificio D y cuenta con equipos adicionales como amplificador de señal, protector atmosférico y antena directiva de mas ganancia.

Cuadro 34. Descripción de la cobertura de la estación base Lateral Edificio D

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
EN PASILLOS DE LOS EDIFICIOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	<p>En el descanso de las escaleras entre el primero y segundo piso Edificio D.</p> <p>En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio D.</p> <p>En el descanso de las escaleras entre el tercer y cuarto piso Edificio D.</p> <p>En el descanso de las escaleras entre el cuarto y quinto piso Edificio D.</p> <p>En el descanso de las escaleras entre el quinto y sexto piso Edificio D.</p> <p>33% tercer piso del Edificio D.</p> <p>60% cuarto piso del Edificio D.</p> <p>100% quinto piso del Edificio D.</p> <p>Terraza quinto piso del Edificio D.</p> <p>100% sexto piso del Edificio D.</p> <p>33% Terraza sexto piso Edificio D.</p> <p>60% cuarto piso Torre Norte Edificio J.</p> <p>Puente cuarto piso del Edificio J.</p> <p>25% cuarto piso Torre Sur Edificio J.</p>
	BUENA Entre -56 y -65 dBm	<p>100% primer piso edificio A.</p> <p>100% segundo piso edificio A.</p> <p>100% terraza tercer piso edificio A.</p> <p>100% cuarto piso edificio A.</p> <p>Patio interior primer piso Edificio B.</p> <p>100% segundo piso edificio B.</p> <p>50% tercer piso edificio B.</p> <p>33% segundo piso Edificio C.</p> <p>100% tercer piso Edificio C.</p> <p>100% cuarto piso Edificio C.</p> <p>100% primer piso Edificio D.</p> <p>100% segundo piso Edificio D.</p> <p>66% tercer piso del Edificio D.</p> <p>40% cuarto piso del Edificio D.</p> <p>66% Terraza sexto piso Edificio D.</p> <p>En el descanso de las escaleras entre el primero y segundo piso Edificio E.</p> <p>100% tercer piso Torre Norte Edificio J.</p> <p>Puente tercer piso Edificio J.</p> <p>50% tercer piso Torre Sur Edificio J.</p> <p>40% cuarto piso Torre Norte Edificio J.</p> <p>50% cuarto piso Torre Sur Edificio J.</p>

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	50% tercer piso edificio B. En zona de cafetería y de lectura primer piso Edificio C. 66% segundo piso Edificio C. 25% primer piso Edificio E. 50% segundo piso Edificio E. En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio E. 75% cuarto piso del Edificio E. 50% segundo piso Edificio F. 50% tercer piso Edificio F. 50% cuarto piso Edificio F. En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el tercer y cuarto piso Edificio G. 50% quinto piso Edificio G. Hall segundo piso Edificio H. Hall tercer piso Edificio H. 50% tercer piso Torre Sur Edificio J. 25% cuarto piso Torre Sur Edificio J.
	MALA Entre -76 y -100dBm	Planta libre segundo piso Torre sur Edificio J.
EN ESPACIOS ABIERTOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	Lateral izquierdo Edificio D.
	BUENA Entre -56 y -65 dBm	Lateral Este del Edificio A. Lateral Este del Edificio B. Zona peatonal entre el Edificio A y B. 50% Zona peatonal entre el Edificio B y C. Zona peatonal entre el Edificio C y J. Entrada Edificio D. 60% plazoleta Edificio D. 50% plazoleta Edificio J entre el primer puente y las palmeras. 20% escaleras lateral derecho Edificio D.
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	Lateral Oeste del Edificio A. 50% zona peatonal Edificio B y C. Lateral Oeste Edificio C. En la glorieta entrada a la Universidad parte externa. Frente al Auditorio Menor. Entrada al edificio J por el lado de las escaleras. 50% plazoleta Edificio J. 40% plazoleta Edificio D. Sobre la carretera lado sur Edificio J. Glorieta frente al Edificio G. Lado Oeste Edificio G. Lado Oeste Edificio f. Zona peatonal entre Edificio F y G. Lado norte Edificio f. 60% escaleras ubicadas lateral derecho Edificio D. 30% Plazoleta frente al Edificio E. Zona peatonal entre edificio E y D (desde Puente Edificio E hasta D pequeño). 75% tercer piso Edificio E.

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
	MALA Entre -76 y -100dBm	Entre los dos puentes metálicos del Edificio J. Desde el segundo puente hacia la entrada por las escaleras Edificio J. En la zona de escaleras y minusválidos del Edificio J. Sobre la carretera lado sur Edificio J.

Fuente Autores del proyecto

7.8 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN LA AZOTEA DEL EDIFICIO F

Esta estación base es marca Proxim y está orientada al edificio J y cuenta con equipos adicionales como amplificador de señal, protector atmosférico y antena directiva de mas ganancia.

Cuadro 35. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio J

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
EN PASILLOS DE LOS EDIFICIOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	25% Tercer piso Torre Sur Edificio J. 25% Tercer piso Torre Norte Edificio J. Puente tercer piso Edificio J. 100% cuarto piso Torre Norte Edificio J. Puente cuarto piso Edificio J. 75% cuarto piso Torre Sur Edificio J.
	BUENA Entre -56 y - 65 dBm	50% Tercer piso Torre Sur Edificio J. 40% Tercer piso Torre Norte Edificio J. 25% cuarto piso Torre Sur Edificio J.
	REGULAR Entre -66 y - 75 dBm	25% Tercer piso Torre Sur Edificio J.
	MALA Entre -76 y -100dBm	Planta libre segundo piso torre Sur.
EN ESPACIOS ABIERTOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	Sobre la carretera lado sur Edificio J. 50% plazoleta Edificio D. 50% plazoleta del Edificio J a partir del puente metálico hacia las palmeras
	BUENA Entre -56 y - 65 dBm	50% plazoleta Edificio D. 50% plazoleta del Edificio J a partir del puente metálico hacia las palmeras Sobre la carretera lado sur Edificio J. Entrada Edificio J y zona de minusválidos.
	REGULAR Entre -66 y - 75 dBm	Lado Oeste Torre Norte Edificio J.

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
	MALA Entre -76 y -100dBm	Entre los dos puentes metálicos Edificio J. Entre el segundo puente metálico y la entrada del Edificio J.

Fuente Autores del proyecto

7.9 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO F

Esta estación base es marca Linksys y está orientada al edificio G y no cuenta con equipos adicionales.

Cuadro 36. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio F

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
EN PASILLOS DE LOS EDIFICIOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	100% primer piso Edificio G. 50% tercer piso Edificio F. En descanso de las escaleras entre el tercer y cuarto piso Edificio F. 75% cuarto piso Edificio F. 50% tercer piso Edificio G. 50% cuarto piso Edificio G. 50% quinto piso Edificio G. En descanso de las escaleras entre el primero y segundo piso Edificio H.
	BUENA Entre -56 y - 65 dBm	100% primer piso Edificio D. 66% quinto piso Edificio D. Terraza quinto piso Edificio D. Plazoleta fotocopiado Edificio F. 75% segundo piso Edificio F. En descanso de las escaleras entre el primero y segundo piso Edificio F. 50% tercer piso Edificio F. 25% cuarto piso Edificio F. 25% primer piso Edificio G. En descanso de las escaleras entre el primero y segundo piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio G. 50% tercer piso Edificio G. 50% cuarto piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el tercero y cuarto piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el cuarto y quinto piso Edificio G. 50% quinto piso Edificio G. Hall del tercer piso Edificio H.

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
		En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio H. Puente tercer piso Edificio J.
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	66% segundo piso Edificio B. 66% tercer piso Edificio B. Zona de cafetería y zona de lectura primer piso Edificio C. 33% segundo piso Edificio C. 33% tercer piso Edificio C. 33% cuarto piso Edificio C. 50% tercer piso Edificio D. En el descanso de las escaleras entre el tercer y cuarto piso Edificio D. 60% cuarto piso Edificio D. 33% quinto piso Edificio D. 100% sexto piso Edificio D. Terraza sexto piso Edificio D. 75% primer piso Edificio E. 100% segundo piso Edificio E. En descanso de las escaleras entre el primero y segundo piso Edificio E 100% tercer piso Edificio E. 100% cuarto piso Edificio E. En el descanso de las escaleras entre el tercer y cuarto piso Edificio E. 25% segundo piso Edificio F. 75% primer piso Edificio G. Hall del segundo piso Edificio H. 50% segundo piso Edificio H. 50% tercer piso Edificio H. 50% cuarto piso Edificio I. 60% tercer piso Torre Norte Edificio J. 25% tercer piso Torre Sur Edificio J. 60% cuarto piso Torre Norte Edificio J. Puente cuarto piso Edificio J. 50% cuarto piso Torre Sur Edificio J.
	MALA Entre -76 y -100dBm	Planta libre de Torre Sur segundo piso Edificio J. 40% tercer piso Torre Norte Edificio J. 75% tercer piso Torre Sur Edificio J. 40% cuarto piso Torre Norte Edificio J. 50% cuarto piso Torre Sur Edificio J.
EN ESPACIOS ABIERTOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	Lado sur Edificio G. En la plazoleta frente a escaleras laterales Edificio D. 20% Escaleras laterales del D. Primer piso Edificio H.
	BUENA Entre -56 y -65 dBm	Entrada al Edificio D. 70% plazoleta Edificio J del primer puente hacia las palmeras. Lado Oeste Edificio F y G. Zona peatonal entre Edificio F y G. Plazoleta frente al Edificio E. Plazoleta frente al centro de Fotocopiado Edificio F. Plazoleta de las banderas hasta Subestación eléctrica Edificio H.
	REGULAR Entre -66 y -	50% zona peatonal entre Edificio A y B. Lateral Este del Edificio A.

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
	75 dBm	Glorieta entrada a la universidad parte externa. Lateral izquierdo Edificio D. Zona peatonal entre Edificio C y J. Frente al Auditorio menor. 30% plazoleta Edificio J del primer puente hacia las palmeras. Plazoleta frente al D. Desde el segundo puente metálico hacia la entrada al Edificio j. Sobre la carretera lado sur Edificio J. Zona peatonal Edificio G. 60% Escaleras laterales del D. Plazoleta caracolí. Sendero peatonal entre Edificio E y Edificio I. Desde la subestación eléctrica del Edificio H hasta la cafetería campestre y senderos peatonales.
	MALA Entre -76 y -100dBm	Primer piso Entre los dos puentes del Edificio J. Entrada, escaleras, zona de minusválidos Edificio J.

Fuente Autores del proyecto

7.10 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN LABORATORIO DE SIMULACIÓN, CUARTO PISO DEL EDIFICIO G

Esta estación base es marca Apple y está orientada al taller de Origami y no cuenta con equipos adicionales.

Cuadro 37. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio G

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
EN PASILLOS DE LOS EDIFICIOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	50% cuarto piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el cuarto y quinto piso Edificio G.
	BUENA Entre -56 y - 65 dBm	100% primer piso Edificio D. 50% primer piso Edificio E. 25% segundo piso Edificio E. 75% tercer piso Edificio E. Zona de centro de fotocopiado primer piso Edificio F. 75% segundo piso Edificio F. En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio F. 75% tercer piso Edificio F. En el descanso de las escaleras entre el tercero y cuarto piso Edificio F. 75% cuarto piso Edificio F.

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
		50% tercer piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el tercero y cuarto piso Edificio G. Hall del segundo piso Edificio H. 50% segundo piso Edificio H. En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio H. Hall del tercer piso Edificio H. 50% tercer piso Edificio H.
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	33% sexto piso Edificio D. 33% Terraza sexto piso Edificio D. 50% primer piso Edificio E. 75% segundo piso Edificio E. En el descanso de las escaleras entre el primero y segundo piso Edificio E En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio E. 25% tercer piso Edificio E. 100% cuarto piso Edificio E. En el descanso de las escaleras entre el tercero y cuarto piso Edificio E. 25% segundo piso Edificio F. 25% cuarto piso Edificio F. 100% primer piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el primero y segundo piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio G. 50% tercer piso Edificio G. 50% cuarto piso Edificio G. 100% quinto piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el primero y segundo piso Edificio H.
	MALA Entre -76 y -100dBm	66% segundo piso Edificio B. 33% tercer piso Edificio B. 33% tercer piso Edificio C. Planta libre segundo piso Torre Sur Edificio J. 80% Tercer piso Torre Norte Edificio J. 25% Tercer piso Torre Sur Edificio J. 100% cuarto piso Torre Norte Edificio J. 25% cuarto piso Torre Sur Edificio J. Puente cuarto piso Edificio J.
EN ESPACIOS ABIERTOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	
	BUENA Entre -56 y -65 dBm	Taller Origami Frente al Edificio G. Plazoleta de las banderas hasta la salida de emergencia Edificio H. Plazoleta frente a centro de fotocopiado Edificio F. Plazoleta frente a Edificio E. Zona peatonal entre Edificio F y G. Entrada el Edificio D.
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	Plazoleta el caracolí. Desde la salida de emergencia Edificio H hasta la cafetería campestre.

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
		Lateral Oeste del Edificio F y G. Zona peatonal del Edificio G. 20% escaleras lateral derecho Edificio D. En la plazoleta frente a escaleras laterales Edificio D.
	MALA Entre -76 y -100dBm	Plazoleta frente al Edificio D. Plazoleta primer piso Edificio J, desde entrada Edificio J hasta las palmeras Sobre la carretera lado sur Edificio J.

Fuente Autores del proyecto

7.11 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL PASILLO DEL TERCER PISO DEL EDIFICIO E.

Esta estación base es marca Apple y está orientada a la plazoleta el Caracolí y no cuenta con equipos adicionales.

Cuadro 38. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio E

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
EN PASILLOS DE LOS EDIFICIOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	75% tercer piso Edificio E. En el descanso escaleras entre el primero y segundo piso Edificio E. 75% cuarto piso Edificio E. En el descanso de las escaleras entre el tercero y cuarto piso Edificio E. Frente al centro de fotocopiado del Edificio F. 100% segundo piso Edificio F. En el descanso escaleras entre el primero y segundo piso Edificio F. 50% tercer piso Edificio F. En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio F. 75% cuarto piso Edificio F. En el descanso de las escaleras entre el tercero y cuarto piso Edificio F. En el descanso de escaleras entre el primero y segundo piso Edificio H Hall del segundo piso Edificio H. 50% segundo piso Edificio H. En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio H.
	BUENA Entre -56 y - 65 dBm	100% primer piso Edificio E. 25% tercer piso Edificio E. 100% tercer piso Edificio E. En el descanso de las escaleras entre el segundo y

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
		<p>tercer piso Edificio E. 25% cuarto piso Edificio E. 50% tercer piso Edificio F. 25% cuarto piso Edificio F. 50% tercer piso Edificio G. 50% cuarto piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el tercero y cuarto piso Edificio G. En el mirador segundo piso del Edificio H. Hall del tercer piso Edificio H. 100% Tercer piso Edificio H.</p>
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	<p>100% primer piso Edificio D. 20% tercer piso Edificio D. En el descanso de las escaleras entre el tercero y cuarto piso Edificio D. 66% sexto piso Edificio D. 33% terraza sexto piso Edificio D. 33% quinto piso Edificio D. Terraza quinto piso Edificio D. 100% primer piso Edificio G. En el descanso escaleras entre el primero y segundo piso Edificio G En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio G. 50% tercer piso Edificio G. 50% cuarto piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el cuarto y quinto piso Edificio G. 100% quinto piso Edificio G. 50% segundo piso Edificio H.</p>
	MALA Entre -76 y -100dBm	<p>Planta libre segundo piso Torre Sur Edificio J. 100% tercer piso Torre Norte Edificio J. 100% cuarto piso Torre Sur Edificio J. 100% cuarto piso Torre Norte Edificio J. 100% cuarto piso Torre Sur Edificio J. Puente tercer piso Edificio J. Puente cuarto piso Edificio J.</p>
EN ESPACIOS ABIERTOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	<p>Plazoleta caracolí. Plazoleta frente Edificio E. Plazoleta frente al centro de fotocopiado bloque F. Zona peatonal Edificio F lado norte. 20% escaleras lateral derecho Edificio D.</p>
	BUENA Entre -56 y -65 dBm	<p>Lado Oeste del Edificio F y G. En la plazoleta frente a escaleras laterales Edificio D. 40% plazoleta del Edificio J desde el primer puente hasta las palmeras. 20% escaleras lateral derecho Edificio D.</p>
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	<p>Zona peatonal del Edificio G. Taller de Origami frente al Edificio G. Desde la plazoleta de las banderas hasta la salida de emergencia del Edificio H. En la zona peatonal del Edificio F y G. 60% escaleras lateral derecho Edificio D. Zona peatonal entre Edificio E y D pequeño. Sendero peatonal que comunica Edificio E con Edificio I.</p>

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
		sendero peatonal desde la subestación eléctrica Edificio H hasta cafetería campestre. Entrada al Edificio D. Frente al Auditorio Menor. 50% zona peatonal entre Edificio C y J. 50% plazoleta Edificio J entre primer puente metálico y palmeras.
	MALA Entre -76 y -100dBm	Entre los dos puente metálicos primer piso Edificio J. A partir del segundo puente metálico hasta zona de minusválidos Edificio J 10% plazoleta del Edificio J desde el primer puente hasta las palmeras. Plazoleta frente al Edificio D. Glorieta frente al Edificio G.

Fuente Autores del proyecto

7.12 COBERTURA SEÑAL INALÁMBRICA DE LA ESTACIÓN BASE UBICADA EN EL POSTE FRENTE AL EDIFICIO I

Esta estación base es marca Linksys y está orientada al edificio I y cuenta con equipos adicionales como amplificador de señal, protector atmosférico y antena omnidireccional de mas ganancia.

Cuadro 39. Descripción de la cobertura de la estación base Edificio I

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
EN PASILLOS DE LOS EDIFICIOS	EXCELENTE $\leq -55\text{dBm}$	25% cuarto piso del Edificio E. 25% cuarto piso del Edificio F. 50% segundo piso del Edificio H. Mirador del segundo piso del Edificio H. En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio H. 75% segundo piso del Edificio I. 100% tercer piso del Edificio I. 100% cuarto piso del Edificio I.
	BUENA Entre -56 y - 65 dBm	75% primer piso del Edificio E. 100% segundo piso del Edificio E. 100% tercer piso del Edificio E. En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio E. 75% cuarto piso del Edificio E. En el descanso de las escaleras entre el tercero y cuarto piso Edificio E. En frente centro de fotocopiado del Edificio F. 25% segundo piso del Edificio F.

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
		<p>En el descanso de las escaleras entre el primero y segundo piso Edificio F 100% tercer piso del Edificio F. En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio F. 75% cuarto piso del Edificio F. En el descanso de las escaleras entre el tercero y cuarto piso Edificio F. 50% cuarto piso del Edificio G. 100% quinto piso del Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el cuarto y quinto piso Edificio G. 100% primer piso del Edificio H. En el descanso de las escaleras entre el primero y segundo piso Edificio H 50% segundo piso del Edificio H. Hall del tercer piso del Edificio H. 100% tercer piso del Edificio H. 25% segundo piso del Edificio I.</p>
	REGULAR Entre -66 y -75dBm	<p>100% primer piso Edificio D. 20% tercer piso del Edificio D. Terraza del quinto piso Edificio D. 100% sexto piso del Edificio D. 33% terraza sexto piso Edificio D. 25% primer piso del Edificio E. En el descanso de las escaleras entre el primero y segundo piso Edificio E 25% segundo piso del Edificio F. 100% primer piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el primero y segundo piso Edificio G 100% tercer piso Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el segundo y tercer piso Edificio G. 50% cuarto piso del Edificio G. En el descanso de las escaleras entre el tercero y cuarto piso Edificio G. Hall del segundo piso del Edificio H. 25% tercer piso Torre Sur Edificio J. 20% tercer piso Torre Norte Edificio j. Puente tercer piso Edificio J. Puente cuarto piso Edificio J.</p>
	MALA Entre -76 y -100dBm	<p>Planta libre segundo piso Torre Sur Edificio J. 75% tercer piso Torre Sur Edificio J. 50% cuarto piso Torre Sur Edificio J. 80% tercer piso Torre Norte Edificio j. 100% cuarto piso Torre Norte Edificio J.</p>
EN ESPACIOS ABIERTOS	EXCELENTE ≤ -55dBm	<p>Desde la subestación eléctrica Edificio H, senderos peatonales hacia el Edificio I, cafetería campestre, Kioscos. Primer piso Edificio I.</p>
	BUENA Entre -56 y -65dBm	<p>Desde la subestación eléctrica Edificio H. Plazoleta el caracolí. Plazoleta frente al Edificio E. Primer piso Edificio H.</p>

UBICACION	CALIDAD SEÑAL	DESCRIPCION
		Plazoleta frente al centro de fotocopiado Edificio F. Plazoleta de las banderas. Zona peatonal entre el Edificio F y G. Lado Oeste Edificio F y G. Zona peatonal lado norte Edificio F. Desde el taller de Origami hasta salida de emergencia Edificio H. Entrada al Edificio J. 40% escaleras lateral derecho Edificio D.
	REGULAR Entre -66 y -75 dBm	80% escaleras lateral derecho Edificio D. Zona peatonal frente al Edificio G. Glorieta frente al Edificio G. Plazoleta frente a las escaleras laterales Edificio D. Entrada Edificio D. 50% plazoleta del J, desde el primer puente hasta las palmeras. Primer piso entre los dos puentes metálicos Edificio J. Del segundo puente primer piso Edificio J hasta la entrada Edificio J. Escalera entrada Edificio J. 50% zona peatonal entre el Edificio C y J. Glorieta entrada universidad parte externa. 60% escaleras lateral derecho Edificio D.
	MALA Entre -76 y -100dBm	Plazoleta frente al Edificio D. 50% plazoleta del J, desde el primer puente hasta las palmeras. Sobre la carretera lado sur Edificio J. Zona minusválidos Edificio J. Zona peatonal entre Edificio J y Kiosco metálico.

Fuente Autores del proyecto

7.13 ANALISIS DE COBERTURA DE LA RED INALAMBRICA

El análisis de la cobertura de la red inalámbrica va hacer enfocado en los sitios de más concurrencia por la comunidad universitaria como son las cafeterías y plazoletas. También se toma para análisis solo la cobertura de intensidad de señal excelente y buena, la regular y la mala se obvia debido a que la conexión en esos puntos es bastante irregular o no existe conexión.

Para un buen análisis y desarrollo de este proyecto se mostrara en el siguiente cuadro los diferentes canales de trabajo actuales de cada una de las estaciones bases instaladas a lo largo y ancho del campus universitario.

Se puede concluir que los espacios abiertos como son los pasillos de cada uno de los edificios, las diferentes plazoletas, las cafeterías y demás lugares de uso

público y de mayor concurrencia de la comunidad universitaria, tienen servicio de red inalámbrica abierta (transparente para el usuario final, sin claves y de libre navegación a los diferentes sitios de la Internet) y con una cobertura de señal con niveles de intensidad excelente y buena lo cual garantiza una buena, estable y confiable conexión a internet para una optima navegación en los diferentes servicios virtuales de la red

Cuadro 40. Canales de trabajo actuales de las estaciones bases

ESTACIÓN BASE	CANAL
EDIFICIO A	6
EDIFICIO B	11
EDIFICIO C	1
BIBLIOTECA 1	6
BIBLIOTECA 2	6
LATERAL EDIFICIO D	11
INTERNO EDIFICIO D	1
EDIFICIO J	6
EDIFICIO F	1
EDIFICIO G	3
EDIFICIO E	6
EDIFICIO I	11

Fuente: Autores del proyector

Al terminar de tomar las medidas de la señal inalámbrica en el campus universitario para poder determinar la cobertura real de la red Wi-Fi y al plasmar la cobertura de esta red sobre los planos arquitectónicos de cada uno de los edificios que conforman la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, con diferentes tipos de colores para identificar los distintos niveles de intensidad que existe en los diferentes puntos importantes objetivo de este proyecto.

Con respecto a las marcas y la calidad de las estaciones bases instaladas en la Universidad y después de haber realizado una minuciosa investigación de las características principales de cada una de ellas y sus elementos adicionales que las confirman, se determina que estas marcas están muy bien posicionadas en el mercado, son de alto desempeño por las características técnicas y son recomendadas para implementar en instituciones como esta a pesar que algunas tienen apariencia de bajo nivel.

En la cafetería del Edificio C se captura señal de estaciones bases diferentes, como es la ubicada en el Edificio B, con una calidad de señal denominada como buena, también toma señal de la estación base llamada biblioteca 1 y biblioteca 2 con una calidad de señal denominada como regular, en ninguno de los casos

existe línea de vista, así que se presenta mucha reflexión y difracción de la señal, pero la señal es óptima y estable para una buena conexión y por ende una buena navegación.

La zona peatonal entre el Edificio B y C se irradia con una calidad de señal denominada como excelente suministrada por la estación base del Edificio B, a esta zona también es irradiada por la señal de la estación base del Edificio A con una intensidad de señal buena.

La zona peatonal entre el Edificio A y B se irradia con una calidad de señal denominada como excelente suministrada por la estación base del Edificio A, a esta zona también la irradia la señal de la estación base ubicada en el Edificio B con una intensidad de señal denominada como buena.

El otro sitio importante y estratégico es el lado Oeste del Edificio C donde se encuentra el Kiosco metálico, que es irradiado con una intensidad de señal denominada como buena, suministrada por las estaciones bases ubicadas en el Edificio B y la que se encuentra instalada dentro de la Biblioteca llamada Biblioteca 2 y con una intensidad de señal regular desde la estación base llamada Biblioteca 1 y la que se encuentra instalada en el Edificio A.

En este lugar se traslapan distintas señales provenientes de diferentes estaciones bases, estas señales están configuradas en canales de frecuencias de transmisión iguales y crean interferencia una con la otra, se evidencia que en este sitio no se ha tenido en cuenta la recomendación de la IEEE 802.11b y 802.11g de mantener una distancia entre frecuencia de transmisión mínima de 30Mhz entre estaciones bases, utilizando solo los canales 1, 6 y 11 para el aprovechamiento del espectro.

En la plazoleta ubicada en el Edificio J, está cubierta por señales de diferentes estaciones bases, algunas de estas están configuradas en diferentes canales de frecuencias y distinto nivel de intensidad, esto se debe a que existen obstáculos como las palmeras, los puentes metálicos, además de esto la plazoleta queda en medio de varios edificios, por lo cual se presentan difracciones de la señal en las esquinas y reflexiones en las fachadas de los edificios antes de llegar al móvil.

En algunos casos existe la línea de vista con la estación base, pero en otros casos no hay línea de vista, porque la estación base se encuentran ubicadas en edificios lejanos a este lugar y por lo tanto existen diferentes pérdidas de propagación. En esta plazoleta las señales que dan cobertura son las siguientes, mencionando de primero la de mejor intensidad calificada como excelentes hasta llegar a la de peor señal calificada como mala.

- Estación base Edificio J, presenta una señal entre buena y excelente.

- Estación base lateral Edificio D, presenta una señal entre buena y regular.
- Estación base Edificio F, presenta una señal entre regular y buena.
- Estación base Edificio A, presenta una señal mala.
- Estación base Edificio B, presenta una señal mala.
- Estación base Edificio C, presenta una señal mala.
- Estación base interna Edificio D, presenta una señal mala.
- Estación base Edificio G, presenta una señal mala.
- Estación base Edificio E, presenta una señal mala.
- Estación base Edificio I, presenta una señal mala.

En la plazoleta ubicada en frente del Auditorio Menor Mons. José Crispín Quiroz, tiene cobertura de diferentes estaciones bases, las señales que dan cobertura son las siguientes y todas estas están denominadas en el rango de valores de regular, esto da explicación del por qué en este lugar la navegación es bastante pobre.

- Estación base interna Edificio D, presenta una señal regular.
- Estación base lateral Edificio D, presenta una señal regular.
- Estación base Edificio E, presenta una señal regular.
- Estación base Edificio F, presenta una señal regular.

En la plazoleta el Caracolí ubicada entre los Edificios E, F, G, H, está cubierta por señales de diferentes estaciones bases, la mayoría de estas están configuradas en iguales canales de frecuencias y distinto nivel de intensidad, esto se debe a que queda en un nivel inferior y como en la plazoleta del Edificio J, presenta la señal diferentes distorsiones como la difracción y la reflexión, existe línea de vista solo con la estación base del Edificio E, en este sitio se trata de mantener la recomendación de la IEEE 802.11b y 802.11g, de mantener las distancias de 30Mhz entre las diferentes canales. En esta plazoleta las señales que dan cobertura son las siguientes, mencionando de primero la de mejor intensidad calificada como excelentes hasta llegar a la de peor señal calificada como mala.

- Estación base Edificio E, presenta una señal excelente.
- Estación base Edificio I, presenta una señal buena.
- Estación base Edificio F, presenta una señal entre buena y regular.
- Estación base Edificio G, presenta una señal entre buena y regular.
- Estación base interna Edificio D, presenta una señal buena pero en un área muy pequeña.
- Estación base lateral Edificio D, presenta una señal regular pero en un área muy pequeña.

Taller de Origami y kiosco ubicado en frente del Edificio G, está cubierta por señales de diferentes estaciones bases, estas están configuradas en diferentes

canales de frecuencias y distinto nivel de intensidad, la señal presenta diferentes distorsiones como la difracción y la reflexión por quedar detrás del edificio donde se encuentra ubicada las estaciones bases, en este sitio se está manteniendo la recomendación de la IEEE 802.11b y 802.11g, de mantener las distancias de 30Mhz entre las diferentes canales. En estos sitios las señales que dan cobertura son las siguientes, mencionando de primero la de mejor intensidad calificada como excelentes hasta llegar a la de peor señal calificada como mala.

- Estación base Edificio F, presenta una señal excelente.
- Estación base Edificio G, presenta una señal buena.
- Estación base Edificio I, presenta una señal buena.
- Estación base Edificio E, presenta una señal regular.

En la cafetería campestre ubicada en frente del Edificio I, la cobertura es excelente debido a la radiación de señal de la estación base ubicada enfrente del Edificio I, con la antena omnidireccional de alta ganancia la cual trabaja en el canal 11, además cubre con nivel de señal apropiada los sectores de reunión de la comunidad estudiantil como son los diferente sitios a lo largo de la carretera desde el edificio H hasta más arriba del Mariposario. Esta señal ideal es el resultado del terreno casi llano que existe en este sector, libre de obstáculos y solo con interferencias del movimiento de vehículos, personas y factores climáticos, ya que no se cuenta con algún obstáculo difícil de superar como edificios, vegetación y siempre existe línea de vista.

Esta señal en estos sitios se traslapa con señales de otras estaciones bases como son la del Edificio F, Edificio G y Edificio E, las cuales trabajan a diferentes frecuencias y con distinta intensidad debido a que se encuentran alejadas de este sector, señales que para el sector son regulares y la conexión del móvil a estación base se realiza con la señal optima la cual es la de la estación base del Edificio I, a medida que se aleja el móvil de la estación base la intensidad de la señal se convierte en buena en gran parte del campus, la cual refuerza muy bien las diferentes zonas donde se encuentran otras señales más débiles provenientes de otras estaciones bases, al tener el mismo SSID y al traslaparse la señal realiza muy bien el roaming, no hay desconexión del móvil a la estación base cuando este cambia de celda.

7.14 RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA COBERTURA DE LA RED INALAMBRICA

1. Reubicación de la estación base del Edificio B más hacia el final del pasillo (costado occidente) del segundo piso de este edificio para lograr un mejor aprovechamiento de la señal irradiada en la cafetería del Edificio C como en el Kiosco metálico, ya que en la otra esquina del pasillo está instalada otra estación base la cual da cobertura a los otros sitios importantes.
2. Reducir la potencia radiada por medio de software a las diferentes estaciones bases para lograr una optimización de la señal irradiada en las estaciones bases que lo permitan.
3. Intercambiar la estación base marca Linksys instalada en el piso tres del Edificio B orientada al edificio A, por una estación base marca Apple que se encuentra instalada en el Edificio G que tiene menor potencia, por lo tanto su cobertura es más pequeña, y así delimitar la señal para que interfiera menos con las señales de las demás estaciones bases cercanas.
4. Reubicar la estación base del edificio C ya que no está irradiando las zonas de interés proyectadas inicialmente debido al aumento de la vegetación.
5. Instalar una nueva estación base en la plazoleta ubicada frente al Auditorio Menor para fortalecer este sector tan visitado y tan importante para los diferentes eventos promovidos por la Universidad.
6. Intercambiar la estación base marca Linksys instalada en el piso cuatro del Edificio D orientada a los diferentes pasillos del edificio D, por una estación base marca Apple que se encuentra instalada en el Edificio E que tiene menor potencia, por lo tanto su cobertura es más pequeña, y así delimitar la señal para que no se salga del interior del edificio.
7. Reubicar la estación base del Edificio G, ubicada dentro del Laboratorio de Simulación al pasillo para que la señal no se debilite o se pierda a pocos metros.
8. Instalar tomas eléctricas en los sitios de mayor concentración de comunidad universitaria como son las diferentes cafeterías. Es una de las recomendaciones más importantes, debido a que los equipos portátiles necesitan conectar las fuentes para recargar sus baterías.
9. Recomendaciones para reconfigurar los diferentes canales de transmisión de las diferentes estaciones bases.

Cuadro 41. Canales de trabajo recomendados para las estaciones bases

ESTACIÓN BASE	CANAL ACTUAL	CANAL RECOMENDADO
EDIFICIO A	6	6
EDIFICIO B	11	1
EDIFICIO C	1	
BIBLIOTECA 1	6	11
BIBLIOTECA 2	6	6
LATERAL EDIFICIO D	11	11
INTERNO EDIFICIO D	1	6
EDIFICIO J	6	1
EDIFICIO F	1	11
EDIFICIO G	3	6
EDIFICIO E	6	1
EDIFICIO I	11	11

Fuente: Autores del proyector

8.CONCLUSIONES

- Al realizar el levantamiento del estado actual de la cobertura de la red inalámbrica de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, se determinó que la cobertura en los diferentes sitios abiertos de mayor concurrencia de la comunidad Universitaria es óptima y estable para una buena conexión y navegación de flujo de datos liviano (mensajería instantánea, chat, redes sociales y correo electrónico).
- De acuerdo a los valores obtenidos al realizar la medición de intensidad de la señal y al graficar en los planos arquitectónicos la cobertura de la red inalámbrica, se corroboró que existe señal radiada en un porcentaje más alto al esperado, se podría decir que se tiene cobertura en un 99% de los espacios libres para lo cual fue ideada esta red.
- Con este proyecto queda en evidencia los diferentes problemas existentes en la red Wi-Fi, como es el solapamiento de las diferentes señales de las distintas estaciones bases en sitios estratégicos donde la frecuencia de trabajo son las mismas lo cual reduce el desempeño y la calidad de la señal. Así mismo que la red Wi-Fi es una red abierta y de fácil acceso por la comunidad estudiantil y donde el roaming se realiza en forma transparente para el usuario.
- Se realizaron diferentes recomendaciones para así poder optimizar la cobertura de la red Wi-Fi en sitios abiertos de la Universidad y queda abierta la oportunidad para en un segundo proyecto poder analizar y determinar la cobertura en sitios cerrados como son las diferentes aulas de clase y laboratorios.

BIBLIOGRAFIA

[1] Redes inalámbricas: IEEE 802.11, Enrique de Miguel Ponce, Enrique Molina Tortosa, Vicente Mompó Maicas

[2] http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11

[3] <http://www.eveliux.com/mx/redes-wi-fi-en-malla-wi-fi-mesh-networks.php>

[4] Fundamentos de redes inalámbricas, cisco systems, 2006

[5] Artículo Inseguridad en redes inalámbricas Wi-Fi, Año 2008. Elaborado por: Oliva Chávez, Karen Paola, Calvo Sánchez, July Astrid, Reyes Hernández, Sandra Pilar. Nocua Gualdrón, Juan Diego. Especialización en Seguridad Informática UPB BGA.

[6] La familia de Estándares IEEE 802.11, Enrique de Miguel Ponce Enrique Molina Tortosa, Vicente Mompó Maicas

[7] Proyecto de grado: Estudio de la red inalámbrica de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, año 2006. Elaborado por: Jaime Andrés Chaparro Sánchez

Páginas web de referencia

Estas referencias fueron consultadas en los meses de Octubre a Diciembre del año 2009.

<http://www.ieee802.org/11>

<http://grouper.ieee.org/groups/802/11>

<http://www.appred.com>

<http://www.wi-fi.com>

<http://www.proxim.com>

<http://www.wavelan.com>

<http://www.apple.com/airport>

<http://redesinl.galeon.com/aficiones1340364.html>

<http://www.cisco.com>