

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“RED INALÁMBRICA DE ÁREA LOCAL (WLAN) APLICADA A  
UNA INTRANET, CAMPO DE ESTUDIO: FACULTAD DE  
FILOSOFÍA DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Previo a la obtención del Título de

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y**

**TELECOMUNICACIONES**

Presentada por:

**Alejandro Narváez Carrera**

**Ángel Robles Vargas**

**Francisco Morán Peña**

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO 2005

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a la ESPOL, a nuestras familias y en especial al Ing. José Escalante quienes infundieron en nosotros la perseverancia, paciencia y las fuerzas de continuar en el camino de la superación intelectual

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedicamos a Dios y a nuestros padres quienes nos han dado la fuerza espiritual para continuar la perfectibilidad como seres humanos.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado nos corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL."

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



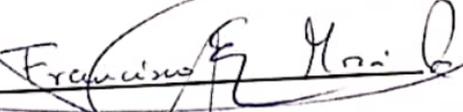
---

Alejandro Narváez C.

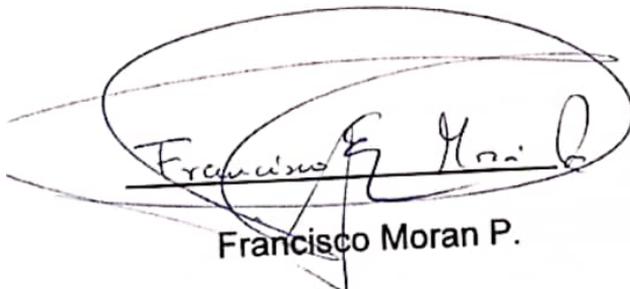


---

Angel Robles V.

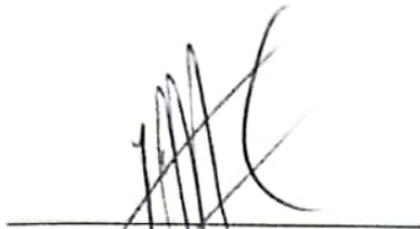


---

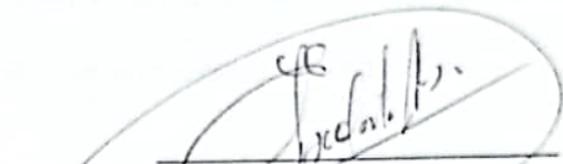


Francisco Moran P.

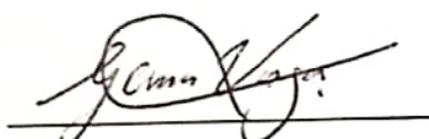
## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



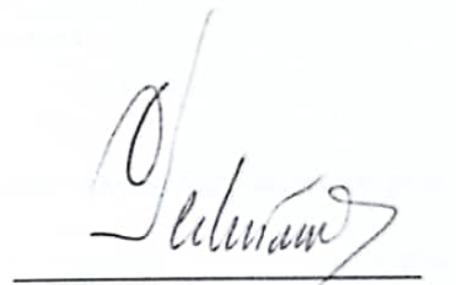
Ing. Miguel Yapur  
PRESIDENTE



Ing. José Escalante  
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Germán Vargas L.  
MIEMBRO PRINCIPAL



Ing. Pedro Vargas G.  
MIEMBRO PRINCIPAL

# RESUMEN

Una WLAN es un sistema de comunicaciones que transmite y recibe datos utilizando ondas electromagnéticas, en lugar de cables de par trenzado, coaxial o fibra óptica utilizados en las LAN convencionales, y que proporciona conectividad inalámbrica punto a punto dentro de un edificio, de una pequeña área residencial/urbana o de un campus universitario.

Las WLAN, se centran en los dos niveles inferiores del modelo OSI, el físico y el de enlace, por lo que es posible utilizar el protocolo TCP/IP, para soportar los sistemas operativos de red habituales.

Las WLAN tienen su campo de aplicación específico, además pueden coexistir en un mismo entorno con otras tecnologías sin interferencia gracias a los métodos de salto de frecuencia que emplea. Sus aplicaciones van en aumento y, conforme su precio se vaya reduciendo, serán más y más los usuarios que las utilicen.

Las redes WLAN se componen fundamentalmente de dos tipos de elementos, los puntos de acceso y los dispositivos de cliente. Los puntos de acceso actúan como un concentrador o hub que reciben y envían información

vía radio a los dispositivos de clientes, habitualmente, un PC, una PDA ó una tarjeta de red inalámbrica.

Debido a un estudio realizado en la Facultad de Filosofía de la Universidad de Guayaquil, se determino que el crecimiento poblacional estudiantil se ha desarrollado en gran mayoría hacia las nuevas carreras, además hemos observado que la mayoría de la infraestructura utilizada para estas carreras carece y necesita de servicios de comunicación de datos; lamentablemente la actual infraestructura en lo que se refiere a la red de transmisión de datos (LAN) no brinda la cobertura deseada.

Por tal motivo se diseño un sistema de comunicación de datos inalámbrico (WLAN) para la interconexión de los edificios que conforman la Facultad, además de implementar redes inalámbricas indoor en pisos de los edificios donde se encuentran ubicadas oficinas administrativas, salas de reuniones, auditorios.

Se ha realizado un estudio en el cual se ha establecido los costos y los beneficios que se obtendría con la implantación del sistema WLAN.

## INDICE GENERAL

	Pág.
<b>RESUMEN.....</b>	<b>VI</b>
<b>INDICE GENERAL.....</b>	<b>VIII</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XX</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>XXVII</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1 CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN DE REDES DE</b>	
<b>COMUNICACIÓN DE DATOS.....</b>	<b>4</b>
1.1. Redes de comunicaciones de datos.....	4
1.1.1. Clasificación de redes de comunicación de datos.....	6
1.2. Redes de área amplia (Wans “Wide Area Networks”).....	8
1.2.1. Conmutación de circuitos.....	9
1.2.2. Conmutación de paquetes.....	12
1.2.3. Retransmisión de tramas (“Frame Relay”).....	15

1.2.4. Modo de transferencia asincrónico (ATM).....	18
1.3. Redes de área local (LANS "Local Area Networks").....	21
1.3.1. Ventajas de las redes LAN.....	22
1.3.2. LAN's sobre medios compartidos .....	23
1.3.3. Switch's LAN's.....	23
1.3.4. Componentes de una red Lan.....	24
1.3.4.1. Servidores.....	25
1.3.4.2. Concentradores y dispositivos de extensión.....	25
1.3.4.3. Tarjetas de red.....	27
1.3.4.4. Software de red básico.....	27
1.3.4.5. Sistemas operativos de red (NOS).....	28
1.3.4.6. Dispositivos de interconexión (DI) de LAN's.....	28
1.3.4.7. Medio físico de comunicación.....	30
1.3.4.7.1. Cable coaxial.....	30
1.3.4.7.2. Par trenzado.....	33
1.3.4.7.3. Fibra óptica.....	34

1.3.4.7.4. Medios inalámbricos.....	34
1.4. Redes Inalámbricas de área local (WLAN's).....	36
1.4.1. Orígenes.....	37
1.4.2. Ventajas.....	38
1.4.3. Aspectos importantes.....	40
1.4.4. Aplicaciones.....	40

<b>Capítulo 2 TECNOLOGÍAS Y ARQUITECTURAS DE INTERCONEXIÓN UTILIZADAS EN REDES INALÁMBRICAS.....</b>	<b>42</b>
2.1. Definición.....	42
2.1.1. Infrarrojo (Infrared).....	43
2.1.2. Banda angosta (Narrow Band).....	43
2.1.3. Espectro extendido (Spread Spectrum).....	44
2.2. Tecnologías de espectro expandido.....	45
2.2.1. Espectro expandido por secuencia directa (DSSS) (Direct Sequence) .....	46
2.2.2. Espectro expandido por salto de en frecuencia (FHSS).....	50

2.3. Uso de espacio en espectro de frecuencia.....	53
2.4. Normas internacionales .....	55
2.4.1. Norma IEEE 802.1: Definición internacional de redes.....	55
2.4.2. Norma IEEE 802.2: Control de enlaces lógicos.....	56
2.4.3. Norma IEEE 802.3: redes CSMA/CD.....	57
2.4.4. Norma IEEE 802.4: redes token bus.....	57
2.4.5. Norma IEEE 802.5: redes token ring.....	58
2.4.6. Norma IEEE 802.6: Redes de área metropolitana (MAN).....	59
2.4.7. Norma IEEE 802.7: Grupo asesor técnico de anchos de banda.....	60
2.4.8. Norma IEEE 802.8: Grupo asesor técnico de fibra óptica.....	60
2.4.9. Norma IEEE 802.9: Redes integradas de datos y voz.....	61
2.4.10. Norma IEEE 802.10: Grupo asesor técnico de seguridad de redes.....	61
2.4.11. Norma IEEE 802.11: Redes inalámbricas.....	62
2.4.12. Norma IEEE 802.12: Prioridad de demanda (100VG-ANYLAN).....	62

2.5. Norma IEEE 802.11.....	63
2.5.1. Arquitectura de la norma IEEE 802.11.....	65
2.5.2. Formato de la trama MAC IEEE 802.11.....	68
2.6. Definición norma IEEE 802.11b.....	70
2.7. Norma IEEE 802.11a.....	72
2.8. Norma IEEE 802.11 g.....	73
2.9. Norma IEEE 802.11 h.....	74

<b>Capítulo 3 COMPONENTES PARA REDES WLAN's Y TOPOLOGÍAS.....</b>	<b>77</b>
3.1. Componentes de redes WLAN's.....	77
3.1.1. Puntos de acceso AP's (Access Points).....	78
3.1.2. Adaptadores para los clientes (PC's) (Client Adapters).....	80
3.1.3. Bridges inalámbricos (Wireless Bridges).....	81
3.1.4. Conceptos de antenas.....	82
3.1.5. Antenas utilizadas en redes WLAN's.....	88
3.1.5.1. Antena Bipolar de 2.2 dBi.....	88

3.1.5.2. Antena para montaje en tumbado de 2.2dBi.....	89
3.1.5.3. Antena para Montaje en Tumbado de 5.2dBi.....	91
3.1.5.4. Antena de 5.2 dBi para Instalación en Mástiles.....	93
3.1.5.5. 5.2dBi Pillar Mount Diversity.....	95
3.1.5.6. Antena Direccional Dish de 5.2 dBi.....	97
3.1.5.7.12dBi Omnidireccional (Unicamente Outdoor).....	99
3.1.5.8. Antena Patch de 3dBi – 65Grados.....	101
3.1.5.9. 6dBi Patch – 65 Grados.....	103
3.1.5.10. Antena HG2424G Hiper Ganancia .....	105
3.2. Topologías.....	107
3.2.1. Un solo AP.....	108
3.2.2. AP's múltiples.....	109
3.2.3. La conducta del cliente inalámbrico.....	111
3.2.4. Configuración Lan a Lan.....	112
3.2.4.1. Punto a punto.....	113
3.2.4.2. Punto a multipunto.....	114

3.2.4.3. Configuración de canales.....	117
3.2.5. Previniendo lazos de Red.....	118
3.2.6. Configuración stand-Alone .....	119

<b>Capítulo 4 FUNDAMENTACIÓN LEGAL Y LEGISLACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES.....</b>	<b>121</b>
4.1. Reglamento para el otorgamiento de títulos habilitantes para operación de redes privadas.....	121
4.1.1. Generalidades.....	122
4.2. Norma para la implementación y operación de sistemas de espectro ensanchado .....	131
4.2.1. Generalidades.....	133
4.3. Normativas de la Universidad de Guayaquil.....	148

<b>Capítulo 5 SITUACION ACTUAL DE LA RED EN LA FACULTAD DE FILOSOFIA DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.....</b>	<b>149</b>
5.1. Sistema actual en la Facultad de Filosofía de la Universidad de Guayaquil.....	149

5.1.1. Descripción general de la red actual y servicios que ofrece.....	150
5.1.2. Definiendo el alcance del caso de estudio.....	153
5.1.3.Red actual de la Facultad de Filosofía.....	153
5.1.3.1. Edificio Principal.....	153
5.1.3.2. Edificio de Párvulos.....	161
5.1.3.3. Edificio de Comercio Exterior.....	165
5.1.3.4. Edificio de Lenguas.....	169
5.1.3.5. Plano conjunto de los edificios.....	175

<b>Capítulo 6 ESTUDIO DE INGENIERÍA PARA EL DISEÑO.....</b>	<b>176</b>
6.1.Por qué se escogió un sistema inalámbrico Spread Spectrum.....	176
6.1.1.Beneficios comerciales y técnicos para la Institución.....	177
6.1.2.Servicios que presta la red con el uso de Sistemas Inalámbricos Spread Spectrum.....	178
6.2.Area de Cobertura.....	179

6.3.Topología utilizada para enlaces inalámbricos entre edificios.....	182
6.4.Ubicación de las estaciones para enlaces entre edificios en el sistema.....	184
6.5.Solución de bridges inalámbricos Outdoor para enlaces entre edificios.....	186
6.5.1.Características y capacidades de los bridges inalámbricos cisco serie aironet 350.....	188
6.5.2.Tipos de configuraciones del bridges inalámbricos cisco series 350.....	191
6.5.2.1. Configuración Root.....	191
6.5.2.2. Configuración Access Point Root.....	192
6.5.3.Instalación del bridge Cisco Aironet 350.....	193
6.6.Soluciones de punto de acceso (AP's) para la red inalámbrica Indoor en los edificios.....	195
6.6.1.Características y capacidades de los Access Point Cisco serie Aironet 1100.....	196
6.6.2.Instalación de los Access Point Cisco serie Aironet 1100.....	200
6.7.Soporte de tráfico de los access points.....	202

6.8.Estructura de los canales de radiofrecuencia para los access points.....	206
6.9.Protocolo de acceso al medio.....	207
6.10.Estudio de propagación.....	215
6.10.1.Cálculo de la pérdida de propagación.....	216
6.10.2.Ganancia de la antena.....	217
6.10.3.Pérdida del cable.....	220
6.10.4.Cálculo de la energía irradiada.....	221
6.10.5.Cálculo de enlaces (Link Budget).....	223
6.10.6.Cálculo enlace Edif. Principal – Edif. Párvulos.....	224
6.10.7.Cálculo enlace Edif. Principal – Edif. Lenguas.....	225
6.10.8.Cálculo enlace Edif. Principal – Edif. Com. Ext.....	226
6.10.9.Zona de fresnel.....	227
6.11.Difracción.....	230
6.12.Polarización.....	230
6.13.Reflexiones y Delay Spread (Distorsión de Retardo).....	231

<b>Capítulo 7 DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA.....</b>	<b>233</b>
7.1.Arquitectura del Sistema.....	233
7.2.Diseño de la red Inalámbrica del edificio Principal.....	237
7.2.1. Integracion a la red LAN.....	244
7.2.2. Estructura del Centro de Cómputo (Nodo Principal).....	247
7.2.3. Estructura de los Switches.....	248
7.2.4. Estructura de los Routers.....	250
7.2.5. Estructura del Firewall.....	251
7.2.6. Estructura de los Servidores.....	251
7.3.Diseño de la red Inalámbrica del edificio de Párvulos.....	254
7.4.Diseño de la red Inalámbrica del edificio de Comercio Exterior.....	
7.5.....	258
7.6.Diseño de la red Inalámbrica del edificio de Lenguas.....	262
7.7.Seguridad y Protección contra intrusos.....	268
7.7.1. Filtrado de Direcciones MAC.....	268
7.7.2. Algoritmo WEP.....	270

7.7.3. Protocolo 802.1x.....	271
7.8.Autenticación y Administración .....	272
7.8.1. Autenticación .....	273
7.9.Fiabilidad de la red.....	274
<b>Capítulo 8 COSTOS Y RECUPERACIÓN DE CAPITAL.....</b>	<b>277</b>
8.1. Costos de Implementación.....	277
8.1.1. Costo Total del Sistema Inalámbrico Spread Spectrum.....	278
8.1.2. Costo de Equipamiento del Edificio Principal.....	279
8.1.3. Costo de Equipamiento de los Edificios Lenguas, Párvulos y Com. Ext.....	279
8.1.4. Costo del Equipamiento de los Usuarios.....	280
8.2. Proyección de los Beneficios.....	281
8.3. Vida Operacional.....	283
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>284</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>286</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>291</b>

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Modelo simplificado de un sistema de comunicaciones.....	4
Figura 1.2 Múltiples LAN conectados a una WAN.....	7
Figura 1.3 Red de conmutación sencilla.....	10
Figura 1.4 Modelo de referencia del protocolo ATM.....	20
Figura 1.5 Shared media LAN.....	23
Figura 1.6 Swiched LAN.....	24
Figura 1.7 Red Lan administrada por un servidor.....	25
Figura 1.8 Hub en una red.....	26
Figura 1.9 Tarjeta de red.....	27
Figura 1.10 Sistemas operativos mas usados para redes LAN.....	28
Figura 1.11 Equipos para interconexión.....	30
Figura 1.12 Interconexión entre WLAN y LAN.....	37
Figura 2.1 Tecnologías WLAN.....	42
Figura 2.2 Tecnología spread spectrum.....	46
Figura 2.3 Codificación Barker.....	48
Figura 2.4 Codificación con salto en frecuencia.....	51
Figura 2.5 Modo de trabajo de la técnica FHSS .....	52
Figura 2.6 Banda de frecuencias para dispositivos inalámbricos.....	54
Figura 2.7 Estándar IEEE 802.11 con las diferentes modulaciones.....	65

Figura 2.8	Funciones de la capa MAC.....	66
Figura 2.9	Método de acceso básico.....	67
Figura 2.10	Construcción de supertrama.....	68
Figura 2.11	Trama MAC.....	69
Figura 3.1	Modelos de tarjetas inalámbricas.....	78
Figura 3.2	Punto de acceso Senao.....	80
Figura 3.3	Adaptadores de red.....	81
Figura 3.4	Modelos de bridges inalámbricos Cisco.....	82
Figura 3.5	Modelo de teoría dipolar.....	84
Figura 3.6	Ganancia de las antenas omnidireccionales.....	85
Figura 3.7	Modelo de antena direccional.....	86
Figura 3.8	Modelo de antenas bipolar y tarjeta inalámbrica PCI.....	88
Figura 3.9	Patrón de radiación de la antena bipolar de 2.2dBi.....	89
Figura 3.10	Antena omnidireccional interna de 2.2dBi.....	90
Figura 3.11	Patrón de radiación de antena omnidireccional interna de 2.2dBi.....	91
Figura 3.12	Antena ominidireccional interna de 5.2dBi.....	92
Figura 3.13	Patrón de radiación de antena omnidireccional de 5.2 dBi.....	93
Figura 3.14	Antena omnidireccional externa 5.2 dBi.....	94
Figura 3.15	Patrón de radiación de antena omnidireccional externa de 5.2 dBi.....	95
Figura 3.16	Antena omnidireccional interna de 5.2 dBi para pilares.....	96

Figura 3.17 Patrón de radiación de antena omnidireccional para pilares .....	97
Figura 3.18 Antena Dish de 5.2dBi.....	98
Figura 3.19 Patrón de radiación de antena Dish de 5.2 dBi.....	99
Figura 3.20 Antena outdoor omnidireccional de 12 dBi.....	100
Figura 3.21 Patrón de radiación de antena omnidireccional de 12 dBi.....	101
Figura 3.22 Antena outdoor Patch.....	102
Figura 3.23 Patrón de radiación de antena direccional de 2.4Ghz y 3 dBi.....	103
Figura 3.24 Antena outdoor Patch de 6dBi.....	104
Figura 3.25 Antena outdoor Patch direccional de 6 dBi.....	105
Figura 3.26 Antena de hiperganancia de 24 dBi.....	106
Figura 3.27 Patrón de radiación de antena hiperganancia de 24 dBi.....	106
Figura 3.28 Conectividad a través de solo AP.....	108
Figura 3.29 Dos células se traslapan y forman una sola área de cobertura.....	110
Figura 3.30 Modelo hot standby.....	113
Figura 3.31 Configuración punto a punto.....	114
Figura 3.32 Configuración punto a multipunto.....	115
Figura 3.33 Dos redes punto a multipunto.....	117
Figura 3.34 Ejemplo de sitio de estudio de canales.....	118
Figura 3.35 Configuraciones que causan lazos de red.....	119

Figura 3.36	Conectando LAN's de diferentes edificios.....	120
Figura 5.1	Equipos de comunicaciones del edificio principal.....	151
Figura 5.2	Servidores de base de datos y aplicaciones.....	152
Figura 5.3	Edificio Principal.....	154
Figura 5.4	Oficina de Decanato.....	155
Figura 5.5	Sala de profesores.....	155
Figura 5.6	Aula de postgrado.....	156
Figura 5.7	Laboratorio.....	156
Figura 5.8	Plano digital Planta Baja – edificio Principal.....	157
Figura 5.9	Plano digital mezanine – edificio Principal.....	158
Figura 5.10	Plano digital primer piso – edificio Principal.....	159
Figura 5.11	Plano digital segundo piso – edificio Principal .....	160
Figura 5.12	Edificio Párvulos.....	162
Figura 5.13	Oficina de la Secretaría de Párvulos.....	162
Figura 5.14	Oficina de la Dirección de Párvulos.....	163
Figura 5.15	Laboratorio de Física.....	163
Figura 5.16	Plano digital planta baja – edificio de Párvulos.....	164
Figura 5.17	Edificio de Comercio Exterior.....	165
Figura 5.18	Oficina de Secretaria Educación a Distancia.....	166
Figura 5.19	Oficina Financiero de Educación a Distancia.....	167
Figura 5.20	Plano digital planta baja- edificio de Comercio Exterior.....	168
Figura 5.21	Edificio de Lenguas.....	169

Figura 5.22	Oficina de la Secretaria de Lenguas.....	170
Figura 5.23	Sala de Profesores .....	171
Figura 5.24	Centro de Información y Documentación.....	171
Figura 5.25	Laboratorio.....	172
Figura 5.26	Plano digital planta baja- edificio Lenguas.....	173
Figura 5.27	Plano digital primer piso- edificio Lenguas.....	174
Figura 5.28	Plano conjunto de los edificios.....	175
Figura 6.1	Plano de vista aérea de los edificios de la Facultad de Filosofía.....	180
Figura 6.2	Área de cobertura y velocidad de una AP.....	181
Figura 6.3	Enlace punto multipunto entre edificios de la Facultad.....	183
Figura 6.4	Ubicación de antena en edificio Principal.....	184
Figura 6.5	Ubicación de antena en edificio Com. Ext.....	185
Figura 6.6	Ubicación de antena en edificio Lenguas.....	186
Figura 6.7	Ubicación de antena en edificio Párvulos.....	186
Figura 6.8	Bridge Cisco 350.....	189
Figura 6.9	Leds indicadores del Bridge 350.....	190
Figura 6.10	Bridge interconectando LANs alambradas.....	192
Figura 6.11	El bridge puede operar como access point root.....	193
Figura 6.12	Conectores para antena en el bridge.....	194
Figura 6.13	Conexiones ethernet al bridge.....	195
Figura 6.14	Cisco aironet series 1100.....	196

Figura 6.15 Estructura del Access Point Cisco 1100.....	199
Figura 6.16 Conexiones hacia el AP .....	200
Figura 6.17 Estatus de Leds del Access Point Cisco 1100.....	201
Figura 6.18 Esquema de asignación de canales DSSS IEEE 802.11b.....	207
Figura 6.19 Transmisión de trama CSMA/CD.....	211
Figura 6.20 Transmisión de la trama CSMA/CA.....	214
Figura 6.21 Zona de Fresnel.....	228
Figura 6.22 Línea de vista para enlaces entre edificios.....	229
Figura 7.1 Topología en un ESS (Extended Service Set).....	235
Figura 7.2 Plano de la red WLAN de la planta baja del edificio Principal...	239
Figura 7.3 Plano de la red inalámbrica del 1er piso del edificio Principal..	240
Figura 7.4 Plano de la red inalámbrica en el Mezanine del edificio Principal.....	241
Figura 7.5 Plano de la red inalámbrica del 2do piso del edificio Principal.....	242
Figura 7.6 Vista de corte del edificio Principal para el diseño de la red WLAN.....	244
Figura 7.7 Racks de Servidores y Comunicaciones en el Centro de Cómputo.....	248
Figura 7.8 Router Cisco1760, rackeable.....	251
Figura 7.9 Arquitectura para el Sistema de Movilización.....	253

Figura 7.10 Vista de corte para la red WLAN del edificio de Párvulos.....	255
Figura 7.11 Plano de la red WLAN de la planta baja del edificio de Párvulos.....	257
Figura 7.12 Vista de corte para la red WLAN del edificio de Com. Ext.....	259
Figura 7.13 Cobertura inalámbrica en edificio de Com. Ext.....	261
Figura 7.14 Vista de corte para la red WLAN del edificio de Lenguas.....	263
Figura 7.15 Cobertura inalámbrica en la Planta baja del edificio de Lenguas.....	266
Figura 7.16 Cobertura inalámbrica del Primer piso del edificio de Lenguas.....	267
Figura 7.17 Proceso de Autenticación 802.1x en WLANs.....	274

## INDICE DE TABLAS

**Pág.**

Tabla 1	Velocidad de transmisión para el estándar 802.11B.....	71
Tabla 2	Tabla comparativa de estándares inalámbricos.....	76
Tabla 3	Valores dBm diferentes rendimientos.....	87
Tabla 4	Bandas de Frecuencia ICM .....	138
Tabla 5	Intensidad del campo eléctrico.....	142
Tabla 6	Valores de Constante para cálculos de imposición anual.....	147
Tabla 7	Características de Cisco series aironet 1100.....	198
Tabla 8	Estructura física de Cisco aironet 1100.....	199
Tabla 9	Especificación de requerimiento del cliente.....	203
Tabla 10	Cobertura en diferentes tipos de entorno para la norma 802.11b.....	205
Tabla 11	Resultado de los enlaces entre edificios.....	217
Tabla 12	Característica de antena para el edificio principal.....	218
Tabla 13	Característica de antena para el resto de edificios.....	219
Tabla 14	Característica de los cables para antena.....	221
Tabla 15	Energía irradiada por las antenas.....	223
Tabla 16	Enlace del edificio Principal - Párvulos.....	224
Tabla 17	Enlace del edificio Principal - Lenguas. ....	225
Tabla 18	Enlace del edificio Principal - Com. Ext.....	226

Tabla 19	Valores de Delay Spread recomendados para Cisco 350.....	232
Tabla 20	Parámetros de la red inalámbrica del Edif. Principal.....	243
Tabla 21	Parámetros de la red inalámbrica del Edif. Párvulos.....	256
Tabla 22	Parámetros de la red inalámbrica del Edif. Com. Ext. ....	260
Tabla 23	Parámetros de la red inalámbrica del Edif. Lenguas.....	265
Tabla 24	Costo Total del Sistema.....	278

Tabla 25	Costo del Concentrador de Acceso.....	279
Tabla 26	Costos de la Estación Base.....	280
Tabla 27	Costos de las Terminales del Suscriptor.....	280

# INTRODUCCIÓN

La forma de interactuar en el mundo informático hoy en día nos permite disfrutar de la libertad de movimientos para trabajar desde cualquier rincón de la oficina, jugar, leer el correo sentado, convirtiéndose en una alternativa fiable y práctica. En los últimos años han ganado muchos adeptos y popularidad debido a que un usuario puede transmitir y recibir voz, datos y video en lugares como colegios, bancos, bodegas, tiendas de autoservicio, hogares, pequeños negocios, etc. Las redes inalámbricas permiten a los usuarios acceder a información y recursos en tiempo real sin necesidad de estar físicamente en un sólo lugar. Las nuevas posibilidades que ofrecen las WLAN's son permitir una fácil incorporación de nuevos usuarios a la red, ofrecen una alternativa de bajo costo a los sistemas cableados, además de la posibilidad ubicua para acceder a cualquier base de datos o cualquier aplicación localizada dentro de la red.

En el capítulo I se darán conceptos básicos, aplicaciones, ventajas, tipos de topologías de las redes etc., esta información será de mucha importancia para el entendimiento de los capítulos siguientes.

En el capítulo II abarca en detalles las tecnologías y arquitecturas de interconexión utilizadas en redes inalámbricas, se da una visión general de las normas internacionales de mayor aceptación y se incursiona la IEEE 802.11

que es motivo de nuestro estudio. La comprensión de los fundamentos de cada uno de los estándares no sólo le dará una mejor base de conocimiento de las redes inalámbricas, sino que además le ayudará a elegir las mejores opciones a la hora de definir su red inalámbrica.

En el capítulo III detalla los componentes de la red inalámbrica, así como la topología que se podría implantar, se presenta una diferenciación de los tipos de antenas en esta tecnología.

En el capítulo IV se ofrece los sustentos legales para la aplicación de la implantación de la red inalámbrica en una área determinada, basado en los artículos de la ley de telecomunicaciones regidas por el CONATEL, también se explican ciertos procedimientos para que la institución de el permiso necesario para el uso de las instalaciones.

En el capítulo V presenta el sistema actual en la facultad de filosofía de la Universidad de Guayaquil como caso de estudio de nuestro tema de tesis, se describe la institución y los alcances del proyecto.

En el capítulo VI se realiza el estudio para el diseño de la WLAN y se explica por que se escogió un sistema inalámbrico spread spectrum, se muestran los planos, área de cobertura y estudios de propagación.

En el capítulo VII se muestra la aplicación del diseño y configuración del sistema, su implementación depende mucho la arquitectura analizada que permitirá una mejor aplicación.

En el capítulo VIII se realiza el estudio de costos para la implementación del sistema de comunicación inalámbrico, además de la proyección de los beneficios que se generaría hacia la Facultad.

# CAPITULO 1

## 1. CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN DE REDES DE COMUNICACIÓN DE DATOS

### 1.1 REDES DE COMUNICACIONES DE DATOS

El objetivo principal de todo sistema de comunicaciones es intercambiar información entre dos entidades. La Fig. 1.1 muestra un modelo sencillo de bloques simplificado de un sistema de comunicaciones entre dos entidades.

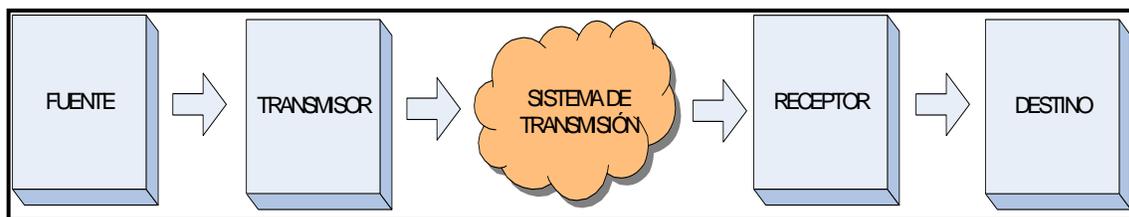


Fig. 1.1 Modelo simplificado de un sistema de comunicaciones

Los principales elementos en este modelo de comunicaciones son los siguientes:

**Fuente:** Es el dispositivo o elemento que genera los datos o información a ser transmitidos, como por ejemplo una computadora personal.

**Transmisor:** Normalmente los datos generados por la fuente no se transmiten directamente como son generados. Al contrario, el transmisor transforma y codifica la información produciendo señales electromagnéticas susceptibles de ser transmitidas a través de algún sistema de transmisión.

Por ejemplo, un modem convierte las cadenas de bits generadas por una computadora y los transforma en señales analógicas que pueden ser transmitidas a través de la red telefónica.

**Sistema de transmisión:** Es aquel camino que conecta la fuente con el destino, el cual puede ser desde una simple línea de transmisión hasta una compleja red.

**Receptor:** Es quien acepta la señal proveniente del sistema de transmisión y la convierte de tal manera que pueda ser manejada por el dispositivo destino. Por ejemplo, un modem aceptará la señal analógica de la red o línea de transmisión y la convertirá en una cadena de bits.

**Destino:** Es quien toma los datos del receptor.

La red es la conexión alambrada o inalámbrica entre computadoras y dispositivos, para transferir información mediante un medio (físico o no) y compartir recursos de hardware (disco duro, impresoras, etc.) y software dentro de un área.

### 1.1.1 CLASIFICACIÓN DE REDES DE COMUNICACIÓN DE DATOS

En una configuración lo más simplificada, la comunicación de datos se realiza entre dos dispositivos conectados directamente por algún medio de transmisión punto a punto. Sin embargo, en algunas situaciones es necesario que los dos dispositivos estén directamente conectados, por alguna (o ambas) de las siguientes circunstancias:

- Los dispositivos están muy alejados. En este caso no estaría justificado, por ejemplo, utilizar un enlace dedicado entre los dos dispositivos.
- Hay un conjunto de dispositivos en el que todos ellos necesitan conectarse con los demás en instantes de tiempo diferentes. Un ejemplo de esta necesidad es la red telefónica pública, o el conjunto de computadores pertenecientes a una compañía. Salvo el caso de que el número de dispositivos sea pequeño, no es práctico utilizar un enlace entre cada dos.

La solución a este problema es conectar cada dispositivo a una red de comunicación. La figura 1.2 relaciona este concepto dentro del modelo de comunicaciones de la Figura 1.1 y a la vez sugiere dos grandes categorías en las que se clasifican tradicionalmente las redes:

- Redes de área amplia (WANs “Wide Area Networks”)
- Redes de área local (LANs “Local Area Networks”).

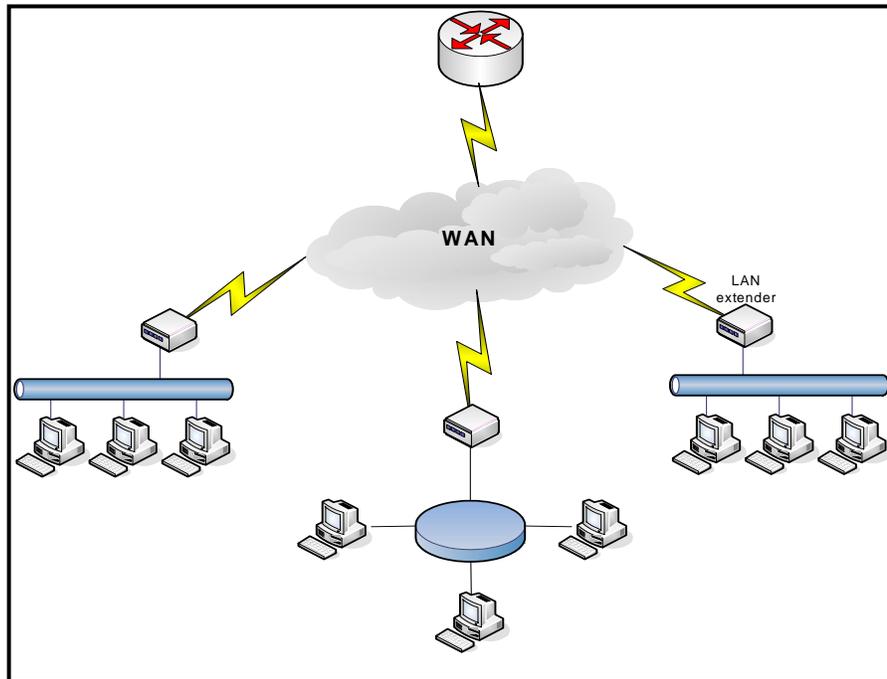


Fig. 1.2 Múltiples LAN's conectadas a una WAN

## 1.2 REDES DE ÁREA AMPLIA (WANS “WIDE ÁREA NETWORKS”)

Se considera como redes de área amplia a todas aquellas que cubren una extensa área geográfica, requieren atravesar rutas de acceso público, y parcialmente utilizan circuitos proporcionados por una entidad proveedora de servicios de telecomunicaciones.

Típicamente, una WAN consiste en una serie de dispositivos de conmutación interconectados. La transmisión generada por cualquier dispositivo se encaminará a través de estos nodos internos hasta alcanzar el destino. A estos nodos (incluyendo a los situados en los contornos) no les concierne el contenido de los datos, al contrario, su función es proporcionar el servicio de la conmutación que transmitirá los datos de nodo en nodo hasta alcanzar su destino final.

Tradicionalmente, las WAN se han desarrollado usando una de las dos tecnologías siguientes:

- Conmutación de circuitos
- Conmutación de paquetes

Aunque últimamente, se está empleando como solución la técnica de retransmisión de tramas (“Frame Relay”), así como las redes ATM.

### **1.2.1 CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS**

La transmisión de datos a larga distancia, se lleva a cabo a través de una red de nodos intermedios de conmutación; esta misma aproximación a veces se utiliza para el diseño de redes LAN y MAN conmutadas. Una característica de los nodos de conmutación es que el contenido de los datos no les incumbe; en su lugar, su objetivo es proporcionar el servicio de conmutación que traslade los datos de un nodo a otro, hasta alcanzar el destino final.

La comunicación utilizando conmutación de circuitos implica la existencia de un camino dedicado entre las dos estaciones. Ese camino es una secuencia de enlaces conectados entre nodos de la red.

En cada enlace físico, se dedica un canal lógico para cada conexión. La comunicación vía circuitos conmutados implica tres fases que se pueden explicar haciendo referencia a la figura 1.3.

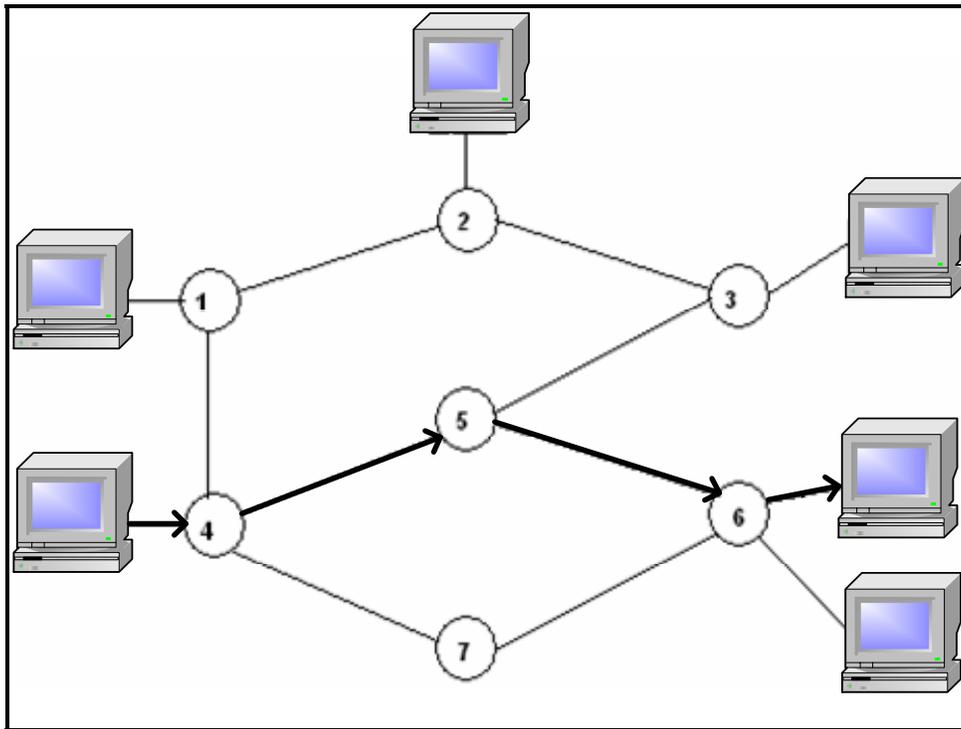


Fig. 1.3 El gráfico muestra una red de conmutación sencilla

**Establecimiento del circuito.-** Antes de transmitir cualquier señal, se debe establecer un circuito extremo a extremo (estación a estación). Por ejemplo, la estación A envía una solicitud al nodo 4 pidiendo una conexión a la estación E. Típicamente, el enlace desde A hasta 4 es una línea dedicada, por lo que esa parte de la conexión ya existe. El nodo 4 deberá encontrar el siguiente salto para llegar al nodo 6. En función de la información de encaminamiento y de las medidas de disponibilidad así como de, quizá, el costo, el nodo 4 selecciona el enlace al

nodo 5, reserva un canal libre en dicho enlace (utilizando Multiplexación por división en frecuencias FDM o, por división en el tiempo TDM) y envía un mensaje solicitando la conexión a E. Por ahora, se ha establecido un camino dedicado desde A hasta 5 a través de 4. Dado que al nodo 4 se pueden conectar varias estaciones, este nodo debe de ser capaz de establecer caminos internos desde varias estaciones a través de nodos diferentes. El resto del proceso es similar. El nodo 5 reserva un canal hacia el nodo 6 e internamente asigna ese canal al canal que viene desde el nodo 4. El nodo 6 completa la conexión hasta la estación E. Para completar la conexión se realiza un test para determinar si E está ocupado o si por el contrario está preparado para aceptar la conexión.

**Transferencia de Datos.-** Tras el establecimiento del circuito, la información se podrá transmitir desde A hasta E a través de la red. Dependiendo de la naturaleza de la red, los datos podrán ser tanto analógicos como digitales. Debido a la tendencia actual de migración hacia redes integradas completamente digitales, la utilización de la transmisión digital (usualmente binaria), tanto para voz como para datos, está siendo cada vez más predominante. En el ejemplo, el camino a seguir es el siguiente: un enlace de A hasta 4, una conmutación interna en 4, un canal de 4 a 5, una conmutación interna en 5, un canal de 5 a 6, una conmutación interna en 6 y un enlace desde 6 hasta E. Normalmente la conexión es full-duplex.

**Desconexión del Circuito.-** Tras la fase de transferencia de datos, la conexión se cierra debido normalmente, a la acción realizada por una de las dos estaciones involucradas. Para la desconexión del circuito, las señales correspondientes se

deben propagar a los nodos 4, 5 y 6 para que estos liberen los recursos dedicados a la conexión que se cierra.

Obsérvese que la conexión se establece antes de que la transmisión de los datos comience. Por tanto en el establecimiento de la conexión se debe reservar la capacidad del canal requerido entre cada par de nodos en el camino, y cada nodo debe ser capaz de conmutar internamente para establecer la conexión solicitada. En definitiva, los conmutadores deben ser lo suficientemente inteligentes como para realizar estas reservas así como para elegir las rutas a través de la red.

### **1.2.2 CONMUTACIÓN DE PAQUETES**

Las redes de telecomunicaciones basadas en conmutación de circuitos fueron originalmente diseñadas para el tráfico de voz, siendo aún hoy día la voz la responsable del mayor tráfico en estas redes. Una característica de las redes de conmutación de circuitos es que se dedican recursos de la red a una llamada particular; de este modo, para conexiones de voz, el circuito utiliza un alto porcentaje de tiempo porque la mayor parte de las veces, un extremo o el otro están hablando. Sin embargo, dado que las redes de conmutación de circuitos han comenzado a usarse de forma creciente para conexiones de datos, debemos tener presentes dos inconvenientes:

- En una conexión típica de datos usuario/computador (por ejemplo, un usuario de PC conectado a un servidor de base de datos), la línea se encuentra desocupada la mayor parte del tiempo. Por tanto, la técnica de conmutación de circuitos resulta ineficaz para comunicaciones de datos.
- En una red de conmutación de circuitos, la conexión ofrece una velocidad de transmisión constante. Dado que tanto el emisor como el receptor deben transmitir y recibir datos a la misma velocidad, la interconexión de diversos tipos de equipos de datos y computadores se encuentra bastante limitada.
- Una red de conmutación de paquetes permite el intercambio de paquetes entre estaciones de diferentes velocidades, pues cada una se conecta a su nodo con su propia velocidad.
- Cuando el tráfico crece en una red de conmutación de circuitos, algunas llamadas se bloquean; es decir, la red rechaza la aceptación de peticiones de conexiones adicionales mientras no disminuya la carga de la red. En cambio, en una red de conmutación de paquetes éstas son aceptadas, pero el retardo en la transmisión aumenta.
- Se puede hacer uso de prioridades. Así, si un nodo tiene un número de paquetes en cola para su transmisión, puede transmitir en primer lugar aquellos con mayor prioridad. Estos paquetes sufrirán, por tanto, un retardo menor que los de baja prioridad.

La mayor parte de las redes actuales de conmutación de paquetes hacen uso de **circuitos virtuales** para su funcionamiento interno. Esta técnica de circuitos virtuales se fija una ruta previa al envío de algún paquete. La principal

característica de la técnica de circuitos virtuales radica en el establecimiento de la ruta previa a la transferencia de datos. Esto no significa que se trate de un camino dedicado como en el caso de conmutación de circuitos. Un paquete continúa siendo almacenado en cada nodo y puesto en cola sobre una línea de salida. El nodo no necesita tomar una decisión de encaminamiento para cada paquete, sino que esta se realiza una sola vez para todos los paquetes que usan dicho circuito virtual.

Existen varios proveedores de redes privadas de conmutación de paquetes que hacen uso de datagramas, que es otra técnica de conmutación de paquetes. En la técnica de datagramas cada paquete se trata de forma independiente, sin ninguna referencia a los paquetes procedentes. Una de sus ventajas es que no existe la fase de establecimiento de llamada. Así una estación desea enviar sólo uno o pocos paquetes, el envío de datagramas es más rápido. Otra ventaja del servicio de datagramas es su flexibilidad. Por ejemplo, si se produce congestión en una parte de la red, los datagramas se enviarán siguiendo rutas lejanas a la zona de congestión. En la técnica de circuitos virtuales los paquetes siguen una ruta predefinida, por lo que es más difícil para la red solucionar la congestión. Una tercera ventaja consiste en que el envío de datagramas es inherentemente más seguro. Con el uso de circuitos virtuales, si un nodo falla, todos los circuitos virtuales que atraviesan ese nodo se perderán. Por el contrario, con datagramas, si un nodo falla, los siguientes paquetes pueden encontrar un camino alternativo que no atraviese dicho nodo.

### **1.2.3 RETRANSMISIÓN DE TRAMAS (“FRAME RELAY”)**

La innovación más importante en RDSI es la técnica de retransmisión de tramas. Aunque fue diseñada para RDSI, la retransmisión de tramas se usa ampliamente en una gran variedad de redes públicas y privadas que no siguen los estándares RDSI.

La retransmisión de tramas (“Frame Relay”) representa un significativo avance respecto de la conmutación de paquetes tradicional y de X.25.

Frame Relay (en español “Relevo de Tramas”) es una interfaz de redes. Es aproximadamente análoga a una versión de X.25, con una interfaz conmutada por paquetes de velocidad variable entre 56kb/s y 45Mb/s. Como X.25, Frame Relay multiplexa estadísticamente paquetes o tramas hacia destinos diferentes con una sola interfaz. Está orientada a la conexión. Lo que significa que un circuito virtual debe estar configurado para comunicaciones.

La técnica de retransmisión de tramas ha sido diseñada con el fin de eliminar gran parte del coste que supone X.25 para el usuario final y para la red de conmutación de paquetes. Las principales diferencias entre retransmisión de tramas y un servicio convencional de conmutación de paquetes en X.25 son:

- Los paquetes de control de llamada se transmiten a través de una conexión lógica distinta de los datos de usuario. De este modo, los nodos intermedios no necesitan mantener tablas de estado o mensajes de proceso relacionados con el control de la llamada individual.
- La multiplexación y conmutación de conexiones lógicas tienen lugar en la capa 2 en lugar de la capa 3, eliminando una capa completa de procesamiento.
- No existe control de flujo ni de errores a nivel de líneas individuales. Este control se lo realiza extremo a extremo (entre máquinas origen y destino) y es responsabilidad de las capas superiores.

Consideremos las ventajas y desventajas de esta aproximación. En comparación con X.25, la principal desventaja teórica en retransmisión de tramas es que se pierde la posibilidad de un control de flujo y de errores en cada enlace (aunque la retransmisión de tramas no provee de un control de flujo y de errores extremo a extremo, éste se puede implementar fácilmente en una capa superior).

En X.25 existen varios circuitos virtuales a través de un mismo enlace físico, permitiendo el protocolo LAPB (Link Access Procedure-Balanced) una transmisión fiable a nivel de enlace desde el origen hacia la red de conmutación de paquetes, y desde esta hasta el destino.

El protocolo de control de enlace proporciona, además, fiabilidad en cada enlace de la red. Con el uso de retransmisión de tramas este control de enlace se

pierde, aunque este hecho no supone un gran inconveniente debido al incremento de la fiabilidad en la transmisión y en las facilidades de la conmutación.

La ventaja de la técnica de retransmisión de tramas es la potencia del proceso de comunicaciones, reduciéndose la funcionalidad necesaria del protocolo en la interfaz usuario-red así como el procesamiento interno de la red. Como resultado de esto cabe esperar un menor retardo y un mayor rendimiento.

#### **1.2.4 MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONICO (ATM)**

Al igual que en la retransmisión de tramas, ATM (Asynchronous Transfer Mode) se ha diseñado para proporcionar un procedimiento de transferencia de datos muy eficiente para su utilización en redes de alta velocidad. A diferencia de la retransmisión de tramas, ATM no está basado en HDLC (Control de Enlace de Datos a Alto Nivel). En su lugar, ATM está basado en un formato para las tramas completamente nuevo, denominadas celdas, con las que se consigue una reducción de la cantidad de procesamiento necesario. ATM lleva a cabo la transferencia de datos en trozos discretos. Además, al igual que X.25 y retransmisión de tramas, ATM permite la multiplexación de varias conexiones lógicas sobre una interfaz física. En el caso de ATM, el flujo de información en cada conexión lógica se organiza en paquetes de tamaño fijo denominados celdas.

ATM es un protocolo con mínima capacidad de control de errores y de flujo, lo que reduce el costo del procesamiento de las celdas ATM y reduce el número de bits suplementarios requeridos en cada celda, posibilitando su funcionamiento a altas velocidades. El uso de ATM a altas velocidades se ve apoyado adicionalmente por el empleo de celdas de tamaño fijo, porque de este modo se simplifica el procesamiento necesario en cada nodo ATM.

Las normalizaciones de la ITU-T (ITU Telecommunication Standardization Sector) para ATM se basan en la arquitectura del protocolo mostrada en la figura 1.4, donde se ilustra la arquitectura básica para una interfaz entre usuario y red.

La capa física especifica el medio de transmisión y un esquema de codificación de la señal. Las velocidades de transmisión especificadas en la capa física son 155.2 Mbps y 622.02 Mbps, siendo posibles velocidades superiores e inferiores.

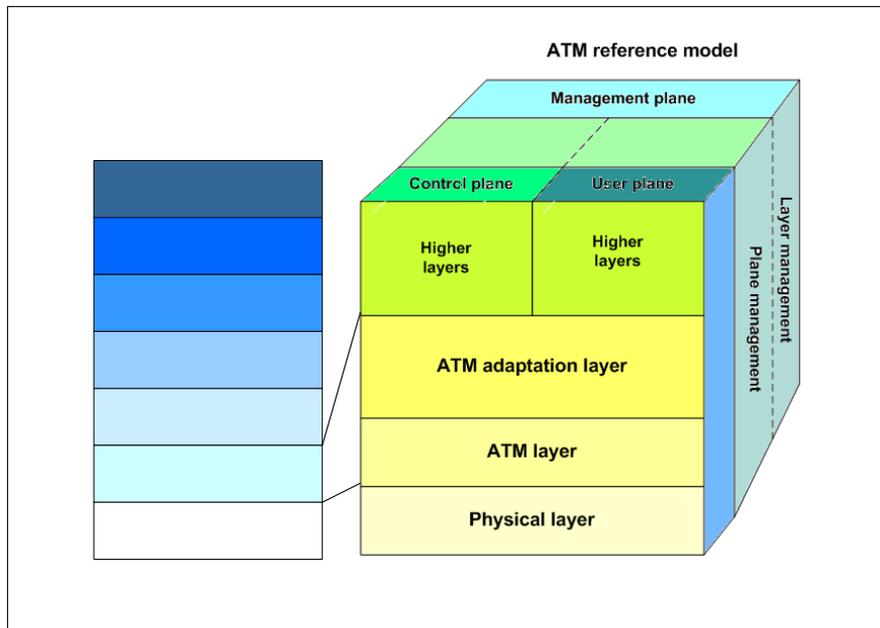


Fig. 1.4 Modelo de referencia del protocolo ATM

Dos capas de la arquitectura se encuentran relacionadas con las funciones ATM. Existe una capa ATM común a todos los servicios de conmutación de paquetes, y una capa de adaptación ATM (AAL) dependiente del servicio. La capa ATM define la transmisión de datos en celdas de tamaño fijo, al tiempo que establece el uso de conexiones lógicas. El empleo de ATM crea la necesidad de una capa de adaptación para admitir compatibilidad con protocolos de transferencia de información no basados en ATM. AAL agrupa información de capas superiores en celdas ATM para enviarlas a través de una red ATM, al tiempo que extrae la información de las celdas ATM y la transmite a las capas superiores.

El modelo de regencia del protocolo hace mención a tres planos separados:

OSI refe

Ap

Pre

S

Tr

N

D

- Plano de Usuario: permite la transferencia de información de usuario, y hace uso de controles (control de flujo y errores).
- Plano de Control: realiza el control de llamadas y las funciones de control de conexión.
- Plano de Gestión: incluye gestión de plano, que realiza funciones de gestión relacionadas con un sistema como un todo y proporciona la coordinación entre todos los planos, y gestión de capa, que realiza funciones de gestión relativas a los recursos y a los parámetros residentes en las entidades del protocolo.

### **1.3 REDES DE ÁREA LOCAL (LANS “LOCAL AREA NETWORKS”)**

Las redes LAN son aquellas que están optimizadas para una zona geográfica de tamaño moderado tal como un edificio, un almacén o un campus. Las LAN que siguen las recomendaciones IEEE 802 son redes de comunicaciones igual a igual de medio compartido, en las que se difunde información para ser recibida por todas las estaciones. Consecuentemente, no proporcionan inherentemente intimidad. La LAN posibilita a las estaciones comunicarse directamente punto a punto haciendo uso de un medio físico común, sin necesidad de ningún medio de conmutación intermedio. Generalmente, la red es propiedad, usada y gestionada por un único organismo. Por el contrario, las redes de área amplia (WAN)

interconectan elementos de comunicaciones diferentes partes de un país, o son usadas públicamente.

### **1.3.1 VENTAJAS DE LAS REDES LAN**

Entre las principales ventajas que proporciona una red LAN tenemos las siguientes:

- Transferencia de documentos a una o varias computadoras
- Actualización instantánea en las estaciones de trabajo
- Compartir periféricos (impresoras, lectoras de CD, disqueteras, etc.)
- Compartir software
- Bajar el costo del software comprando licencias de uso múltiple en vez de muchas individuales.
- Respaldo de los datos en línea.
- Comunicación con otras redes con control de computadoras
- Prevenir el ingreso intrusos en la red.

Existen dos formas básicas de configuración de las redes LAN:

- LAN's sobre medio compartido
- Switched LAN's

### 1.3.2 LAN'S SOBRE MEDIO COMPARTIDO

Es la forma más tradicional de LAN's esto implica transmisión broadcast como se muestra en la figura 1.5

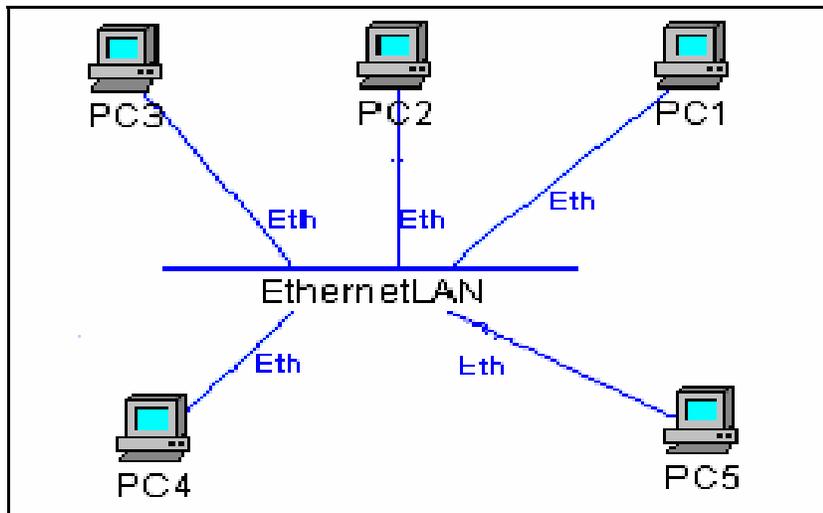


Fig. 1.5 Shared media LAN

### 1.3.3 SWITCHED LAN'S

Es una comunicación mediante enlaces dedicados entre pares de nodos, establecidos a través de "Switches", como se muestra en la figura 1.6

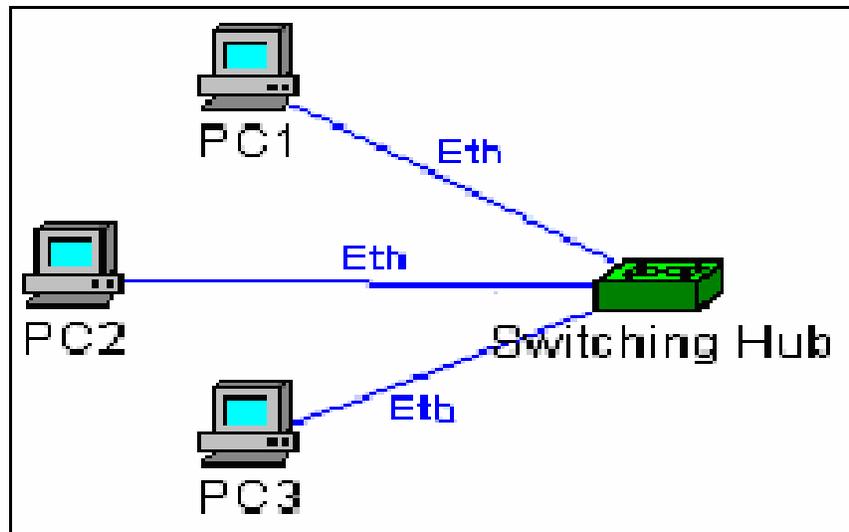


Fig. 1.6 Switched LAN

### 1.3.4 COMPONENTES DE UNA RED LAN

- Servidores
- Concentradores, dispositivos de extensión y Tarjetas de red
- Software de red básico
- Sistemas operativos de red (NOS)
- Dispositivos de interconexión (DI) de LAN's
- Medio físico de comunicación

#### 1.3.4.1 SERVIDORES

Son computadores que proveen “Servicios” de distintos tipos, a un grupo de otros computadores en la red, con el objetivo de ser la administradora de todo el sistema, denominada servidor y el resto estaciones de trabajo que utilizan los recursos propios o del servidor.

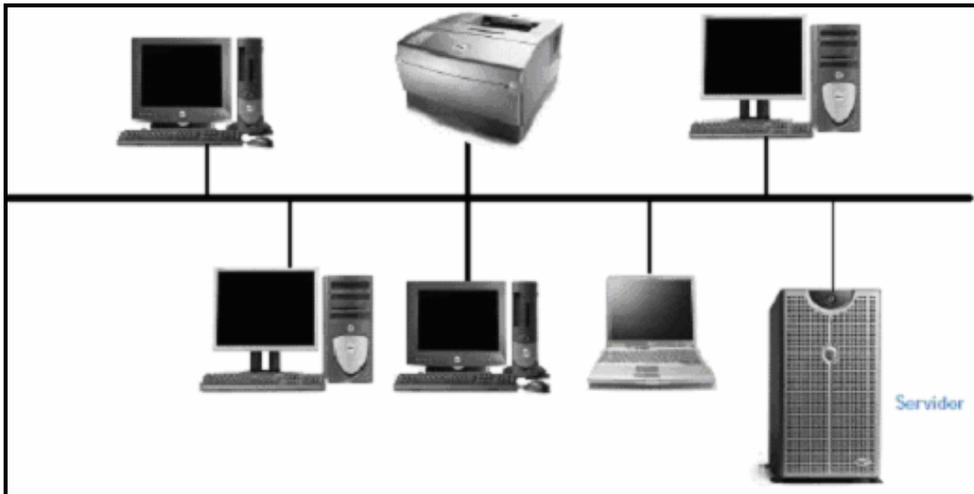


Fig. 1.7 La figura muestra una red LAN administrada por un servidor

#### **1.3.4.2 CONCENTRADORES Y DISPOSITIVOS DE EXTENSIÓN**

Son dispositivos que facilitan la distribución física de los medios de transmisión empleados en una LAN, a fin de ayudar en la instalación inicial, y en la futura administración y planeación de su crecimiento.

Trabajan a nivel 1 de la capa OSI, es decir, repiten todas las señales de un segmento a otro a nivel eléctrico.

Se utilizan para resolver los problemas de longitudes máximas de los segmentos de red (su función es extender una red ethernet más allá de un segmento). No obstante, hay que tener en cuenta que, al retransmitir todas las señales de un segmento a otro, también retransmitirán las colisiones.

Estos equipos sólo aíslan entre los segmentos los problemas eléctricos que pudieran existir en algunos de ellos. Como por ejemplo: Hub's, MAU's, repetidores, etc.

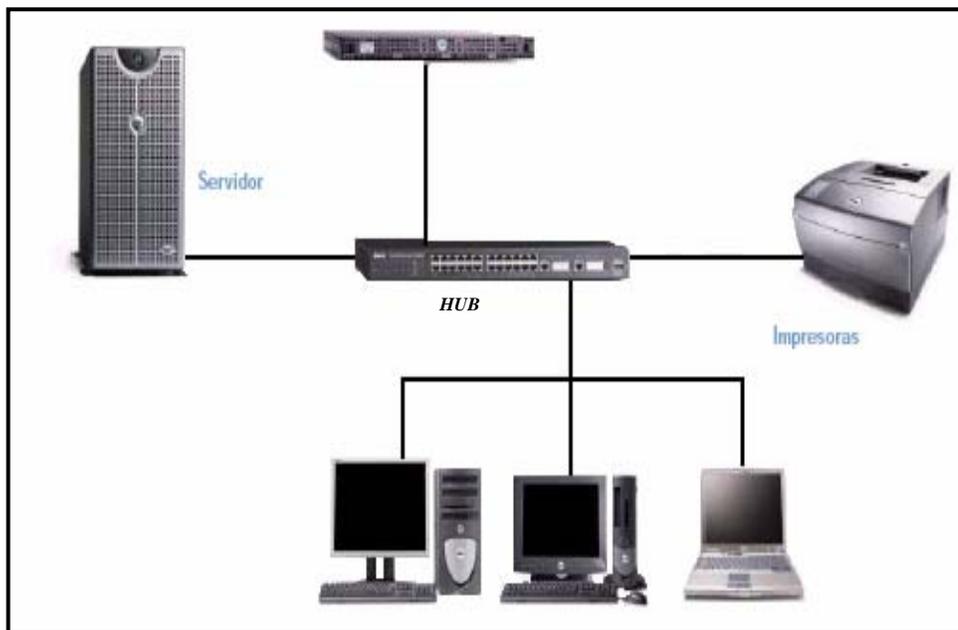


Fig. 1.8 La figura muestra el concentrador o hub en una red

### 1.3.4.3 TARJETAS DE RED

Para la conexión a la red se emplean tarjetas de interfaz de red (NIC: Network Interface Card). Pueden ser independientes o integradas a la tarjeta

principal del computador, estas tarjetas tienen una dirección única de 12 dígitos hexadecimales (6 Bytes), que normalmente no se puede modificar.

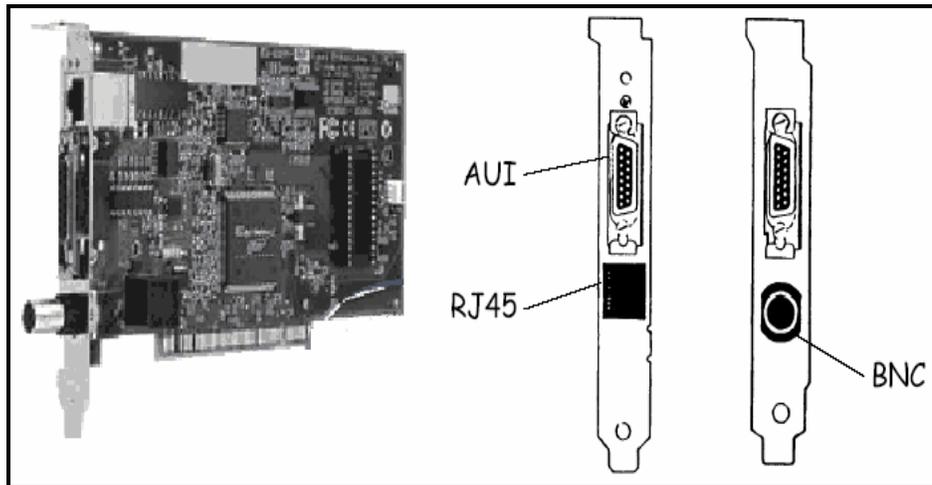


Fig. 1.9 Front plane e imagen lateral de una tarjeta de red

#### 1.3.4.4 SOFTWARE DE RED BÁSICO

Implementa las funciones básicas para la comunicación de un nodo, Incluye componentes para requerir o brindar servicios a través de la red.

#### 1.3.4.5 SISTEMAS OPERATIVOS DE RED (NOS)

Es la suite de servicios básicos (compartición de recursos, mensajería básica, seguridad, etc). Software para el servidor y los clientes, como por ejemplo Windows NT, Novell, IBM OS/2, Linux.

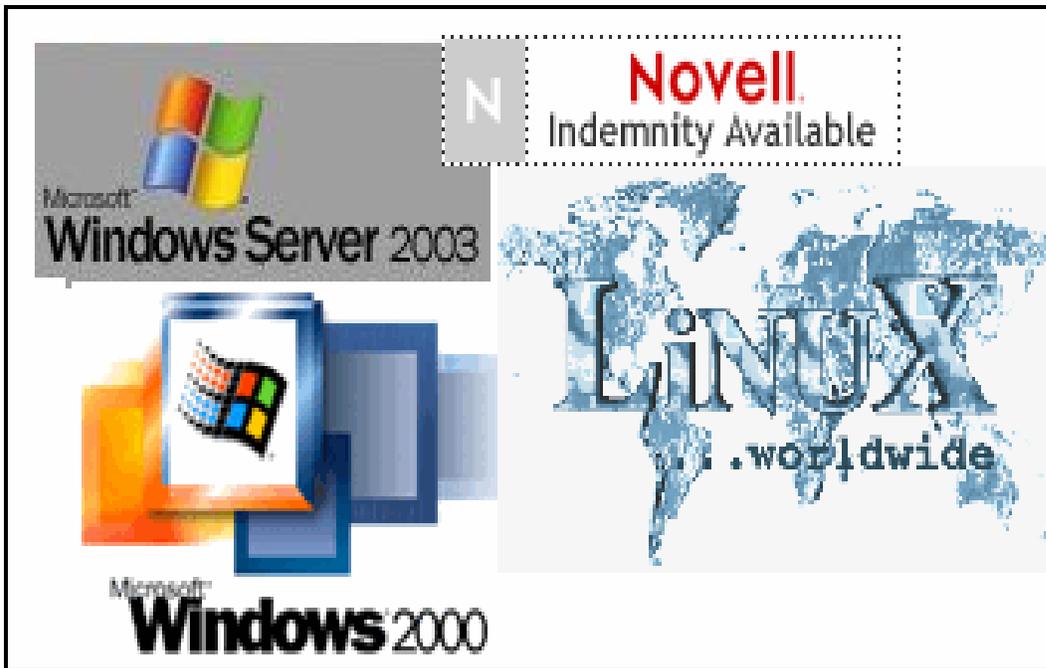


Fig. 1.10 Los sistemas operativos más usados para redes Lan

#### 1.3.4.6 DISPOSITIVOS DE INTERCONEXIÓN (DI) DE LAN'S

Conectan varias redes (ubicadas en forma cercana o lejana) entre si, manteniendo cierta independencia. Como por ejemplo “Tráfico” no se mezcla al menos que sea estrictamente necesario (cuando realmente debe haber comunicación entre nodos de redes distintas).

Por otro lado tenemos los Bridges o puentes, estos equipos se utilizan asimismo para interconectar segmentos de red, (amplía una red que ha llegado a su máximo, ya sea por distancia o por el número de equipos) y se utilizan cuando

el tráfico no es excesivamente alto en las redes pero interesa aislar las colisiones que se produzcan en los segmentos interconectados entre sí.

Los bridges trabajan en el nivel 2 de OSI, con direcciones físicas, por lo que filtra tráfico de un segmento a otro. Así mismo también tenemos a los router estos equipos trabajan a nivel 3 de la pila OSI, es decir pueden filtrar protocolos y direcciones a la vez.

Los equipos de la red saben que existe un router y le envían los paquetes directamente a él cuando se trate de equipos en otro segmento. Además los routers pueden interconectar redes distintas entre sí; eligen el mejor camino para enviar la información, balancean tráfico entre líneas, etc.

En la figura 1.11 se observan algunos equipos tales como routers y switches que se utilizan en la interconexión de redes LAN.



Fig. 1.11 La figura muestra algunos equipos para interconexión

## **1.3.4.7 MEDIO FÍSICO DE COMUNICACIÓN**

### **1.3.4.7.1 CABLE COAXIAL**

Se usa normalmente en la conexión de redes con topología de Bus como Ethernet y ArcNet, es llamado así porque su construcción es de forma coaxial, tenemos el conductor central, un recubrimiento bio-eléctrico, una malla de alambre y un recubrimiento externo (que funge como recubrimiento y como aislante). La construcción del cable debe de ser firme y uniforme, porque si no es así no se tiene un funcionamiento adecuado en los factores que se mencionarán a continuación.

Cuando hay refracción alrededor del coaxial, esta es atrapada, y esto evita posibles interferencias. Una de las cosas más importantes del coaxial es su ancho de banda y su resistencia (o impedancia); estas funciones dependen del grosor del conductor central (malla), si varía la malla, varía la impedancia también.

El ancho de banda del cable coaxial esta entre los 500Mhz, esto hace que el cable coaxial sea ideal para transmisión de televisión por cable por múltiples canales. Ahora, como se ve en la siguiente tabla, existen varios tipos de cable coaxial. Cada cable tiene su uso particular, los primeros cables se usan para redes de datos (10Base2 y 10Base5 ArcNet) y el último se usa principalmente

para televisión. Los RG8 y RG11 son coaxiales gruesos, debido a que se están buscando ciertas prestaciones, y de cierta forma el grosor del cable central también va a afectar el factor de que tanta distancia podrá viajar una señal sin debilitarse, y estos coaxiales gruesos en particular permiten una transmisión de datos de mucha distancia, pero por otra parte, un metro de coaxial grueso puede llegar a pesar hasta medio kilogramo, y no puede doblarse fácilmente, de hecho, su radio de curvatura no puede ser más que uno o dos kilómetros. Un enlace de coaxial grueso puede ser hasta 3 veces más largo que un coaxial delgado. Las normas 10Base5 y 10Base2, ArcNet y CTV son tecnologías que se profundizarán más adelante.

El nombre de Coaxial viene de la contracción de Common Access o acceso común al medio; puesto que es un cable muy usado para la topología de ducto, donde los nodos se conectan a un medio de acceso común. El cable coaxial cobro una gran popularidad en sus inicios por su propiedad idónea de transmisión de voz, audio y video, además de textos e imágenes. El cable coaxial esta estructurado (de adentro hacia afuera) de los siguientes componentes:

- Un núcleo de cobre sólido, o de acero con capa de cobre, o bien de una serie de fibras de alambre de cobre entrelazadas (dependiendo del fabricante).
- Una capa de aislante que recubre el núcleo o conductor, generalmente de material de polivinilo, dicho aislante tiene la función de guardar una distancia uniforme del conductor con el exterior.

- Una capa de blindaje metálico, generalmente cobre o aleación de aluminio entretejido (a veces solo consta de un papel metálico) cuya función es la de mantenerse lo más apretado posible para eliminar las interferencias, además de que evita de que el eje común se rompa o se rasgue demasiado, porque si no se mantiene el eje común, trae como consecuencia que la señal se va perdiendo lo cual afectaría la calidad de la señal.
- Una capa final de recubrimiento, generalmente de color negro (coaxial delgado) o amarillo (coaxial grueso), y por lo general de vinilo, xelón, polietileno uniforme para mantener la calidad de las señales.

#### **1.3.4.7.2 PAR TRENZADO**

El par trenzado surge como una alternativa del cable coaxial en 1985; básicamente, el par trenzado se divide en dos categorías:

- Sin blindaje (UTP - Unshielded Twisted Pair)
- Con blindaje (STP - Shielded Twisted Pair)

El blindaje consiste en una malla similar a la del cable coaxial, y su función es la misma. Los componentes principales del cable par trenzado son los siguientes:

- Dos conductores de cable aislado con polivinilo clorídeo (PVC), calibre 22 o 24 AWG. Dichos conductores se trenzan cada determinada distancia, con el propósito de disminuir el ruido que se induce en la señal por algún voltaje.
- Si es par trenzado con blindaje, una capa de malla de aluminio entretejido destinado a disminuir el ruido magnético del exterior.
- Cubierta aislante.

### **1.3.4.7.3 FIBRA ÓPTICA**

Es uno de los medios de transmisión más rápidos que existen, es de tecnología prácticamente reciente (surge en 1995). La transmisión realizada por medio de la fibra óptica es vía fotónica (por medio de luz), y es inmune al ruido. Se recomienda su utilización en fábricas donde existen calderas, generadores o equipo altamente magnético.

Ventajas:

- Ancho de banda mayor que la del cable coaxial y par trenzado.
- Inmune a campos magnéticos y eléctricos.

Desventajas:

- Mucho mas costoso el proceso de cableado.
- Instalaciones más costosas y complejas

#### **1.3.4.7.4 MEDIOS INALÁMBRICOS**

Los medios inalámbricos son medios flexibles que pueden reemplazar o extender una red de área local cableada (LAN) para ofrecer funcionalidad adicional. Una red de área local cableada tradicional (LAN) envía paquetes de datos desde un equipo a otro a través de cables. Una red de área local inalámbrica, por el contrario, depende de ondas de radio para transferir datos. Estos datos son sobrepuestos en una onda de radio por medio de un proceso denominado modulación, y esta onda portadora, actúa entonces como el medio de transmisión, ocupando el lugar del cable.

Ventajas del acceso inalámbrico:

- Servicios de transmisión completa, voz, datos e internet.
- Seguridad.
- Instalación rápida.
- Compatibilidad total.
- Confiabilidad
- Calidad
- Costos de mantenimiento más bajos.
- Despliegue más rápido de red.
- Cobertura en zonas donde resulta difícil el acceso con redes cableadas.
- Impacto mínimo sobre el medio ambiente

## **1.4 REDES INALÁMBRICA DE ÁREA LOCAL (WLAN'S)**

La red inalámbrica de área local o WLAN's (Wireless LAN) utiliza ondas electromagnéticas (radio e infrarrojo) a través del aire para enlazar mediante un adaptador los equipos conectados a la red y así evitar la utilización de cables para la transmisión o recepción de información.

Las redes locales inalámbricas más que una sustitución de las LANs convencionales son una extensión de las mismas, porque permiten el intercambio de información entre los distintos medios en una forma transparente al usuario.

Proporciona al usuario facilidad de instalación y una gran movilidad sin perder conectividad. Aún así sus prestaciones son menores en lo referente a la velocidad de transmisión que se sitúa entre los 2 y los 54Mbps.

Las redes inalámbricas son la alternativa ideal para hacer llegar una red tradicional a lugares donde el cableado no lo permite. En general las WLAN se utilizarán como complemento de las redes fijas.

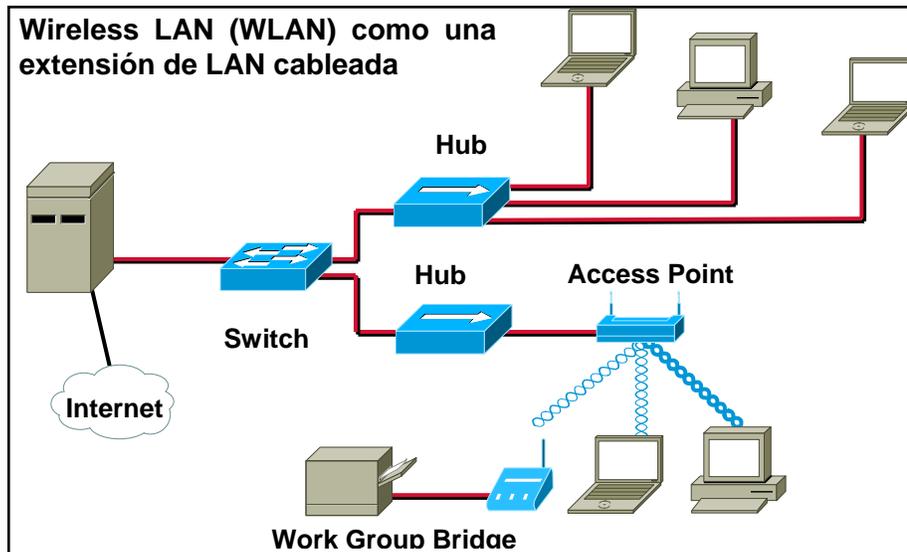


Fig. 1.12 Interconexión entre WLAN y LAN

### 1.4.1 ORÍGENES

En 1979 IBM publica los resultados de un experimento de enlaces infrarrojos realizado en Suiza para crear una red local. En mayo de 1985 el FCC (Federal Communications Commission) asignó las bandas IMS (Industrial, Scientific and Medical) 902-928 MHz, 2,400-2,4835 GHz, 5,725-5,850 GHz a las redes inalámbricas basadas en espectro extendido (Spread Spectrum).

La asignación de una banda de frecuencias propició una mayor actividad en el seno de la industria, ese respaldo hizo que las WLAN empezaran a dejar el

laboratorio para iniciar el camino hacia el mercado. Desde 1985 hasta 1990 se siguió trabajando para desarrollar esta tecnología, hasta que en mayo de 1991 se publicaron varios trabajos referentes a WLAN que superaban la velocidad de 1 Mbps, el mínimo establecido por el IEEE 802 para que la red sea considerada realmente una LAN.

El primer estándar de WLAN lo generó el organismo IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) en julio de 1997 y se denomina IEEE 802.11. Desde entonces varios organismos internacionales han desarrollado una amplia actividad en la estandarización de normativa de WLAN y han generado un abanico de nuevos estándares. En USA el grueso de la actividad lo mantiene el organismo IEEE con los estándares 802.11 y sus variantes (b, g, a, e, h,..) y en Europa el organismo relacionado es el ETSI con sus actividades en Hiperlan-BRAN.

#### **1.4.2 VENTAJAS**

- Movilidad.
- Facilidad de instalación.
- Flexibilidad de uso.
- Reducción de costos (a largo plazo).
- Escalabilidad

Descartan la necesidad de un alto presupuesto para conectar a los usuarios de su empresa debido a que no se necesita desplegar el costoso cableado ni realizar obra alguna.

Usuarios trabajadores y proveedores puedan compartir la información sin tener que enchufar ningún cable. WLAN permitirá optimizar su tiempo e incrementar la productividad gracias a su fácil instalación.

Pueden ser configurados en una variedad de topologías para satisfacer las necesidades de las instalaciones y aplicaciones específicas (Escalabilidad), permiten realizar cambios físicos sin tener que rehacer la red cableada ni perder la inversión.

El amplio rango de operación que permiten los nuevos productos Wi-Fi, de hasta 350 metros entre dos puntos y hasta 263 usuarios conectados simultáneamente.

La seguridad en la transmisión de los datos es una premisa importante para redes WLAN debido a que ha alcanzado superar al de las redes cableadas.

### **1.4.3 ASPECTOS IMPORTANTES**

- Cobertura.

- Rendimiento.
- Integridad y fiabilidad.
- Compatibilidad con redes existentes.
- Interoperabilidad con dispositivos inalámbricos.
- Interferencia y Coexistencia.
- Licencias.
- Simplicidad y Facilidad de Uso.
- Seguridad
- Costo
- Escalabilidad.

#### **1.4.4 APLICACIONES**

- En el hogar: Una línea telefónica terminada en un router ADSL al cual se conecta un punto de acceso (Hot Spots) para formar una red WLAN que ofrecerá cobertura a varios ordenadores en el hogar.
- En empresas: Una serie de Puntos de Acceso distribuidos en varios áreas de la empresa conforman una red WLAN autónoma o complementan a una LAN cableada. Son aplicaciones de alta densidad tráfico con altas exigencias de seguridad.
- Internet: En estos establecimientos (tiendas, cafeterías, etc.) se ofrece a los clientes una tarjeta inalámbrica (NIC) que permiten acceso a Internet desde sus propios portátiles.

- Acceso público de banda ancha en pequeños pueblos, hoteles, campus universitarios, aeropuertos, estaciones de ferrocarril, centros de congresos, en general este escenario necesita múltiples Puntos de Acceso para garantizar la cobertura del área considerada con el objetivo de concentrar un gran número de usuarios de alto tráfico.
- En las otras dos aplicaciones Wi-Fi forma parte tanto de la red de acceso (en el interior del vehículo) como de la solución de transporte hacia la red fija.

# CAPITULO 2

## 2. TECNOLOGÍAS Y ARQUITECTURAS DE INTERCONEXIÓN UTILIZADAS EN REDES INALÁMBRICAS

### 2.1 DEFINICIÓN

Existen varias tecnologías utilizadas en las redes inalámbricas como se muestra en la figura 2.1

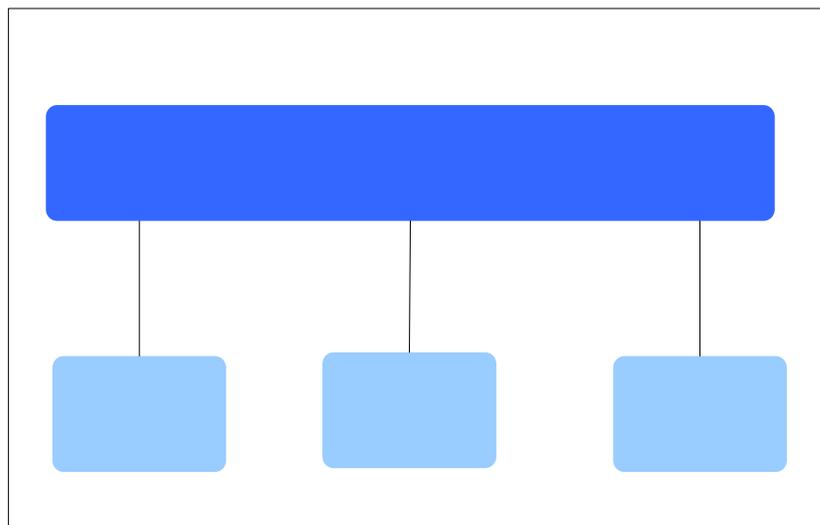


Fig. 2.1 Tecnologías WLAN's

### **2.1.1 INFRARROJO (INFRARED)**

Utilizan muy altas frecuencias, justo abajo del espectro de la luz visible para transportar datos. Como la luz, el infrarrojo no puede penetrar objetos opacos, directamente (línea de vista) o indirectamente (tecnología difundida/reflectiva). El alto desempeño del infrarrojo directo es impráctico para usuarios móviles pero su uso es prácticamente para conectar dos redes fijas. La tecnología reflectiva no requiere línea de vista pero está limitada a cuartos individuales en zonas relativamente cercanas.

### **2.1.2 BANDA ANGOSTA (NARROW BAND)**

Un sistema de radio de banda angosta transmite y recibe información en una radio frecuencia específica requiriendo licencia. La banda amplia mantiene la frecuencia de la señal de radio tan angostamente posible para pasar la información. El cruzamiento no deseado entre canales es evitado al coordinar cuidadosamente diferentes usuarios en diferente canal de frecuencia. En un sistema de radio la privacidad y la no-interferencia se incrementan por el uso de frecuencias separadas de radio. El radio receptor filtra todas aquellas frecuencias que no son de su competencia. La desventaja de esta tecnología es el uso amplio de frecuencias, uno para cada usuario, lo cual es impráctico si se tienen muchos.

### **2.1.3 ESPECTRO EXTENDIDO (SPREAD SPECTRUM)**

La gran mayoría de los sistemas inalámbricos emplean la tecnología de Espectro Extendido (Spread Spectrum) debido a que no requieren licencia por trabajar en el nivel físico en la banda de frecuencia ISM (Industrial, Scientific and Medical), una tecnología de banda amplia desarrollada por los militares estadounidenses que provee comunicaciones seguras, confiables y de misión crítica. La tecnología de Espectro Extendido está diseñada para intercambiar eficiencia en ancho de banda por confiabilidad, integridad y seguridad. Es decir, más ancho de banda es consumida con respecto al caso de la transmisión en banda angosta, pero el 'trueque' [ancho de banda/potencia] produce una señal que es en efecto más fuerte y así más fácil de detectar por el receptor que conoce los parámetros de la señal de espectro extendido que está siendo difundida. Si el receptor no está sintonizado a la frecuencia correcta, una señal de espectro extendido se miraría como ruido en el fondo.

Otra característica del espectro disperso es la reducción de interferencia entre la señal procesada y otras señales no esenciales o ajenas al sistema de comunicación.

Conviene tener presente que existen equipos que utilizan estas mismas frecuencias y que producen una energía de radiofrecuencia, pero que no transmiten información. Estos equipos tienen aplicaciones Industriales, Científicas y Médicas (ICM) y en particular dichos equipos operan en otras bandas de frecuencia [902-908 MHz; 2,400-2,500 MHz y 5,525-5,875 MHz]. Ejemplos de

estos equipos son: limpiadores domésticos de joyería, humidificadores ultrasónicos, calefacción industrial, hornos de microondas, etc.

## 2.2 TECNOLOGÍAS DE ESPECTRO EXPANDIDO

La tecnología de espectro expandido consiste en difundir la señal de información a lo largo del ancho de banda disponible, es decir, en vez de concentrar la energía de las señales alrededor de una portadora concreta lo que se hace es repartirla por toda la banda disponible.

**Este ancho de banda total se comparte con el resto de usuarios que trabajan en la misma banda de frecuencia. Existen dos tipos de tecnologías de espectro ensanchado como se muestra en la figura 2.2**

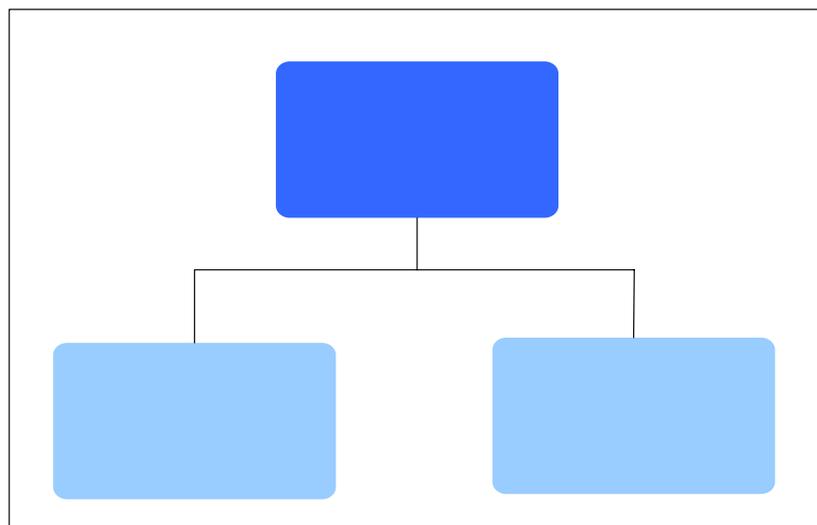


Fig. 2.2 Tecnología spread spectrum

## **2.2.1 ESPECTRO EXPANDIDO POR SECUENCIA DIRECTA (DSSS) (DIRECT SEQUENCE)**

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

La secuencia de bits utilizada para modular cada uno de los bits de información es la llamada secuencia de Barker (también llamado código de dispersión o PseudoNoise). Es una secuencia rápida diseñada para que aparezca aproximadamente la misma cantidad de 1 que de 0. Un ejemplo de esta secuencia es el siguiente:

+1 -1 +1 +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1 -1 -1

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 de aumento del proceso, el cual reúne los requisitos mínimos para las reglas fijadas por la FCC. A continuación en la figura 2.3 podemos observar como se utiliza la secuencia de Barker para codificar la señal original a transmitir:

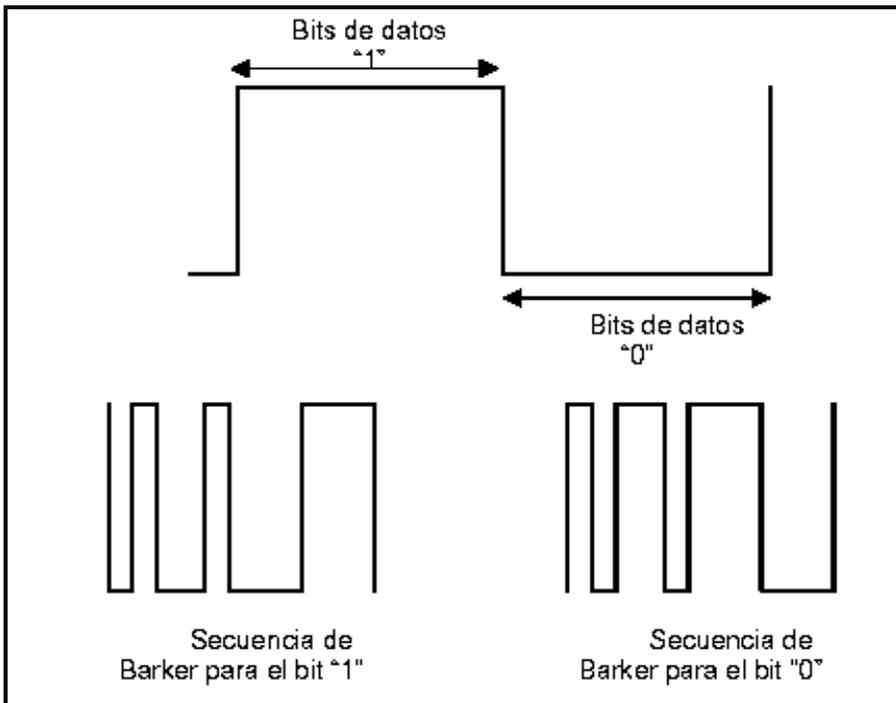


Fig.2.3 Codificación de Barker

El aspecto de una señal de dos bits a la cual se le aplica la secuencia de Barker. DSSS tiene definidos dos tipos de modulaciones a aplicar a la señal de información una vez se sobrepone la señal de chip tal y como especifica el estándar IEEE 802.11: la modulación DBPSK, Differential Binary Phase Shift Keying y la modulación DQPSK, Differential Quadrature Phase Shift Keying proporcionando unas velocidades de transferencia de 1 y 2 Mbps respectivamente. En el caso de Estados Unidos y de Europa la tecnología de espectro ensanchado por secuencia directa, DSSS, opera en el rango que va desde los 2.4 GHz hasta los 2.4835 GHz, es decir, con un ancho de banda total disponible de 83.5 MHz. Este ancho de banda total se divide en un total de 14 canales con un ancho de banda por canal de 5 MHz de los cuales cada país utiliza un subconjunto de los mismos según las normas reguladoras para cada caso particular. En el caso de España se utilizan los canales 10 y 11 ubicados en una frecuencia central de 2.457 GHz y 2.462 GHz respectivamente.

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

Esto significa que de los 83.5 MHz de ancho de banda total disponible podemos obtener un total de 3 canales independientes que pueden operar

simultáneamente en una determinada zona geográfica sin que aparezcan interferencias en un canal procedentes de los otros dos canales.

Esta independencia entre canales nos permite aumentar la capacidad del sistema de forma lineal con el número de puntos de acceso operando en un canal que no se esté utilizando y hasta un máximo de tres canales.

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

### **2.2.2 ESPECTRO EXPANDIDO POR SALTO EN FRECUENCIA (FHSS)**

La tecnología de espectro ensanchado por salto en frecuencia consiste en transmitir una parte de la información en una determinada frecuencia durante un intervalo de tiempo llamada dwell time y inferior a 400ms. Pasado este tiempo se cambia la frecuencia de emisión y se sigue transmitiendo a otra frecuencia.

De esta manera cada tramo de información se va transmitiendo en una frecuencia distinta durante un intervalo muy corto de tiempo, como se muestra en la figura 2.4.

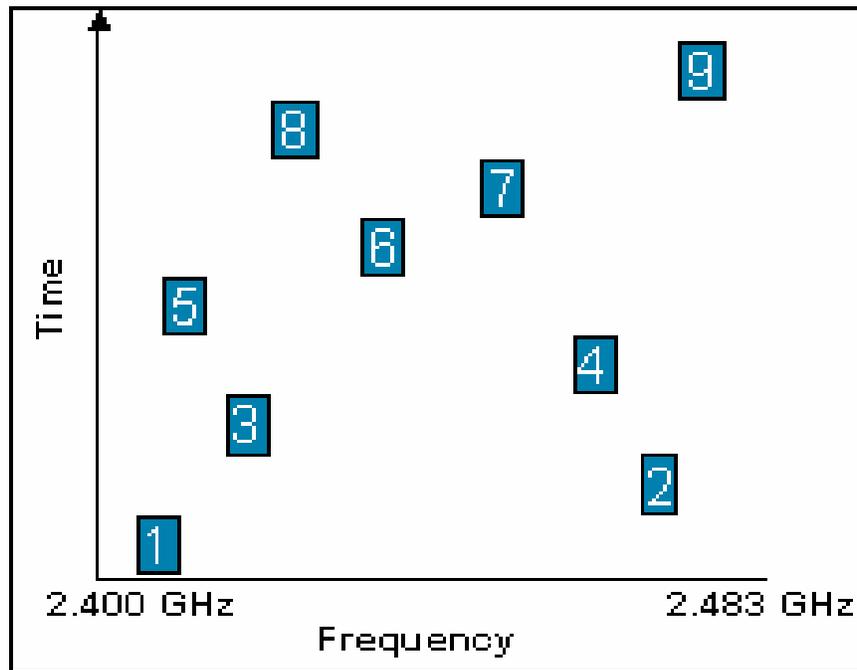


Fig. 2.4 Codificación con salto en frecuencia

Cada una de las transmisiones a una frecuencia concreta se realiza utilizando una portadora de banda estrecha que va cambiando (saltando) a lo largo del tiempo. Este procedimiento equivale a realizar una partición de la información en el dominio temporal.

El orden en los saltos en frecuencia que el emisor debe realizar viene determinado según una secuencia pseudo aleatoria que se encuentra definida en

unas tablas que tanto el emisor como el receptor deben conocer. La ventaja de estos sistemas frente a los sistemas DSSS es que con esta tecnología podemos tener más de un punto de acceso en la misma zona geográfica sin que existan interferencias si se cumple que dos comunicaciones distintas no utilizan la misma frecuencia portadora en un mismo instante de tiempo.

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

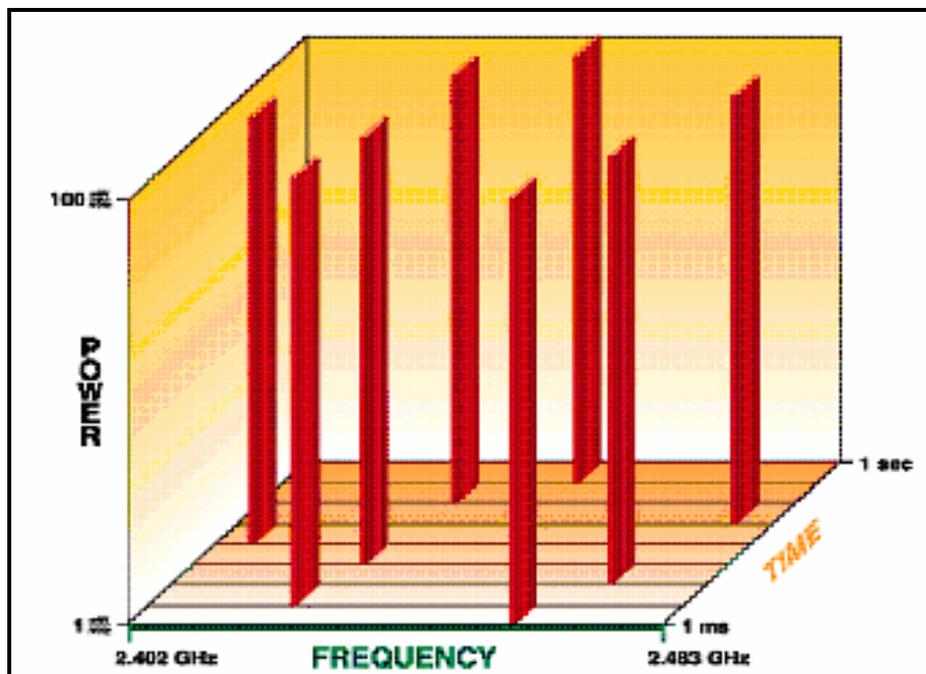


Fig. 2.5 Modo de trabajo de la técnica FHSS

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

## **2.3 USO DE ESPACIO EN ESPECTRO DE FRECUENCIA**

El espectro de frecuencia es un bien inalienable, propiedad del estado por lo cual su administración depende de las organizaciones gubernamentales. Debido a esto y tras cuatro años de estudios, en mayo de 1985 la FCC (Federal Communications Comision), la agencia Federal del Gobierno de Estados Unidos encargada de regular y administrar en materia de telecomunicaciones, asigno las bandas ISM ( Industrial, Scientific and Medical) 902 - 928 MHz, 2.400 - 2.4835 GHz, 5.725 – 5.850 GHz a las redes inalámbricas basadas en espectro expandido.

En la figura 2.5 se enfoca la banda 2.4 GHz porque los productos inalámbricos comerciales usan esta banda y se basan en la norma IEEE 802.11b.

La banda 5.7 GHz está diseñada para el futuro de los productos inalámbricos comerciales. Recientemente, el FCC también abrió los 5.2 GHz para el uso sin licenciamiento, utilizando equipos de alta velocidad de comunicación de datos. 5.2

GHz es la misma banda que se usa para el ETSI la especificación de HIPERLAN en Europa.

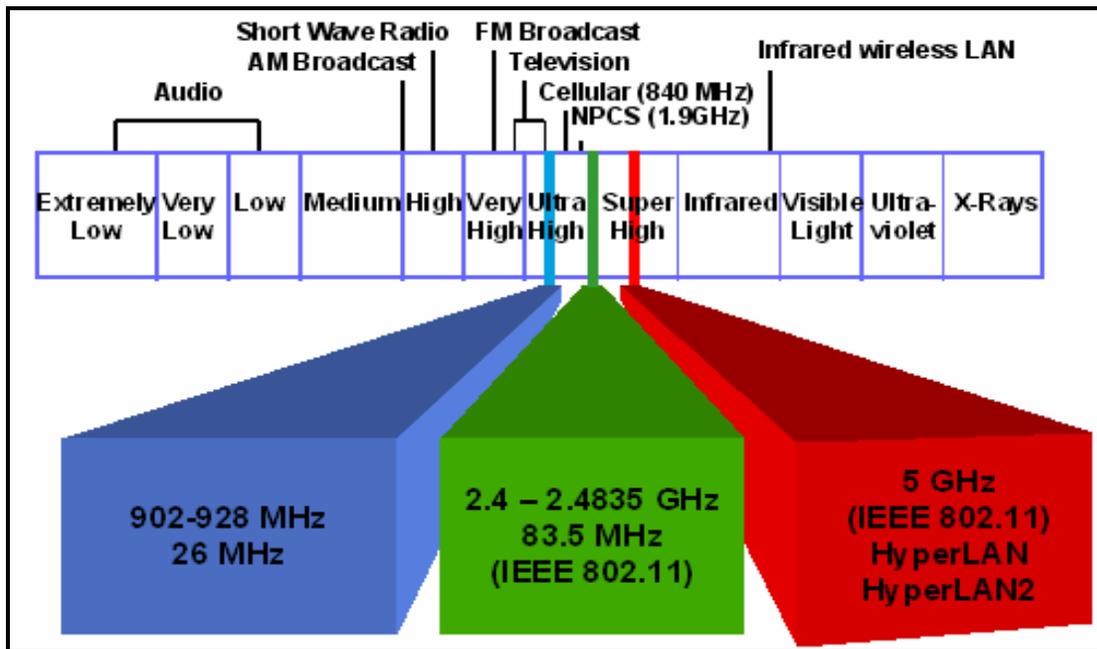


Fig. 2.6 Banda de frecuencias para dispositivos inalámbricos

## 2.4 NORMAS INTERNACIONALES

El Comité 802, o proyecto 802, del Instituto de Ingenieros en Eléctrica y Electrónica (IEEE) definió los estándares de redes de área local (LAN). La mayoría

de los estándares fueron establecidos por el Comité en los 80's cuando apenas comenzaban a surgir las redes entre computadoras personales.

Muchos de los siguientes estándares son también Estándares ISO 8802. Por ejemplo, el estándar 802.3 del IEEE es el estándar ISO 8802.3.

#### **2.4.1 NORMA IEEE 802.1: DEFINICIÓN INTERNACIONAL DE REDES**

Define la relación entre los estándares 802 del IEEE y el Modelo de Referencia para Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) de la ISO (Organización Internacional de Estándares). Por ejemplo, este Comité definió direcciones para estaciones LAN de 48 bits para todos los estándares 802, de modo que cada adaptador puede tener una dirección única. Los vendedores de tarjetas de interface de red están registrados y los tres primeros bytes de la dirección son asignados por el IEEE. Cada vendedor es entonces responsable de crear una dirección única para cada uno de sus productos.

#### **2.4.2 NORMA IEEE 802.2: CONTROL DE ENLACES LÓGICOS.**

Define el protocolo de control de enlaces lógicos (LLC) del IEEE, el cual asegura que los datos sean transmitidos de forma confiable por medio del enlace de comunicación. La capa de Datos-Enlace en el protocolo OSI esta subdividida en las subcapas de Control de Acceso a Medios (MAC) y de Control de Enlaces Lógicos (LLC). El protocolo LLC es derivado del protocolo de Alto nivel para

Control de Datos-Enlaces (HDLC) y es similar en su operación. Nótese que el LLC provee las direcciones de Puntos de Acceso a Servicios (SAP's), mientras que la subcapa MAC provee la dirección física de red de un dispositivo. Las SAP's son específicamente las direcciones de una o más procesos de aplicaciones ejecutándose en una computadora o dispositivo de red.

El LLC provee los siguientes servicios:

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

### **2.4.3 NORMA IEEE 802.3: REDES CSMA/CD.**

El estándar 802.3 del IEEE (ISO 8802-3), que define cómo opera el método de Acceso Múltiple con Detección de Colisiones (CSMA/CD) sobre varios medios. El estándar define la conexión de redes sobre cable coaxial, cable de par

trenzado, y medios de fibra óptica. La tasa de transmisión original es de 10 Mbits/seg, pero nuevas implementaciones transmiten arriba de las 100 Mbits/seg calidades de datos en cables de par trenzado.

#### **2.4.4 NORMA IEEE 802.4: REDES TOKEN BUS.**

El estándar token bus define esquemas de red de anchos de banda grandes, usados en la industria de manufactura. Se deriva del Protocolo de Automatización de Manufactura (MAP). La red implementa el método token-passing para una transmisión bus. Un token es pasado de una estación a la siguiente en la red y la estación puede transmitir manteniendo el token. Los tokens son pasados en orden lógico basado en la dirección del nodo, pero este orden puede no relacionar la posición física del nodo como se hace en una red token ring. El estándar no es ampliamente implementado en ambientes LAN.

#### **2.4.5 NORMA IEEE 802.5: REDES TOKEN RING.**

También llamado ANSI 802.1-1985, define los protocolos de acceso, cableado e interfase para la LAN token ring. IBM hizo popular este estándar. Usa un método de acceso de paso de tokens y es físicamente conectada en topología estrella, pero lógicamente forma un anillo. Los nodos son conectados a una unidad de acceso central (concentrador) que repite las señales de una estación a la siguiente.

Las unidades de acceso son conectadas para expandir la red, que amplía el anillo lógico. La Interface de Datos en Fibra Distribuida (FDDI) fue basada en el protocolo token ring 802.5, pero fue desarrollado por el Comité de Acreditación de Estándares (ASC) X3T9. Es compatible con la capa 802.2 de Control de Enlaces Lógicos y por consiguiente otros estándares de red 802.

#### **2.4.6 NORMA IEEE 802.6: REDES DE ÁREA METROPOLITANA (MAN).**

Define un protocolo de alta velocidad donde las estaciones enlazadas comparten un bus dual de fibra óptica usando un método de acceso llamado Bus Dual de Cola Distribuida (DQDB). El bus dual provee tolerancia de fallos para mantener las conexiones si el bus se rompe.

El estándar MAN esta diseñado para proveer servicios de datos, voz y vídeo en un área metropolitana de aproximadamente 50 kilómetros a tasas de 1.5, 45, y 155 Mbits/seg. DQDB es el protocolo de acceso subyacente para el SMDS (Servicio de Datos de Multimegabits Switcheados), en el que muchos de los portadores públicos son ofrecidos como una manera de construir redes privadas en áreas metropolitanas.

El DQDB es una red repetidora que switchea celdas de longitud fija de 53 bytes; por consiguiente, es compatible con el Ancho de Banda ISDN y el Modo de

Transferencia Asíncrona (ATM). Las celdas son switchables en la capa de Control de Enlaces Lógicos.

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

#### **2.4.7 NORMA IEEE 802.7: GRUPO ASESOR TÉCNICO DE ANCHOS DE BANDA.**

Este comité provee consejos técnicos a otros subcomités en técnicas sobre anchos de banda de redes.

#### **2.4.8 NORMA IEEE 802.8: GRUPO ASESOR TÉCNICO DE FIBRA ÓPTICA.**

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

#### **2.4.9 NORMA IEEE 802.9: REDES INTEGRADAS DE DATOS Y VOZ.**

El grupo de trabajo del IEEE 802.9 trabaja en la integración de tráfico de voz, datos y vídeo para las LAN 802 y Redes Digitales de Servicios Integrados (ISDN's). Los nodos definidos en la especificación incluyen teléfonos, computadoras y codificadores/decodificadores de vídeo (codecs). La especificación ha sido llamada Datos y Voz Integrados (IVD).

El servicio provee un flujo multiplexado que puede llevar canales de información de datos y voz conectando dos estaciones sobre un cable de cobre en par trenzado. Varios tipos de diferentes de canales son definidos, incluyendo full duplex de 64 Kbits/seg sin switcheo, circuito switcheado, o canales de paquete switcheado.

#### **2.4.10 NORMA IEEE 802.10: GRUPO ASESOR TÉCNICO DE SEGURIDAD EN REDES.**

Este grupo esta trabajando en la definición de un modelo de seguridad estándar que opera sobre una variedad de redes e incorpora métodos de autenticación y encriptamiento. Los estándares propuestos están todavía bajo desarrollo en este momento.

#### **2.4.11 NORMA IEEE 802.11: REDES INALÁMBRICAS.**

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

#### **2.4.12 NORMA IEEE 802.12: PRIORIDAD DE DEMANDA (100VG-ANYLAN).**

Este comité está definiendo el estándar Ethernet de 100 Mbits/seg. Con el método de acceso por Prioridad de Demanda propuesto por Hewlett Packard y otros vendedores.

El cable especificado es un par trenzado de 4 alambres de cobre y el método de acceso por Prioridad de Demanda usa un hub central para controlar el acceso al cable. Hay prioridades disponibles para soportar envío en tiempo real de información multimedia.

## **2.5 DEFINICION DE LA NORMA IEEE 802.11**

La expresión Wi-Fi (abreviatura de Wireless Fidelity) se utiliza como denominación genérica para los productos que incorporan cualquier variante de la tecnología inalámbrica 802.11 (ya sea 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11i, 802.11h, 802.11e, con diferentes frecuencias y velocidades de transmisión), que permite la creación de redes de trabajo sin cables (conocidas como WLAN, Wireless Local Area Networks).

La denominación Wi-Fi (Wireless- Fidelity) aplicada al protocolo inalámbrico IEEE 802.11b significa que, vía radio, mantiene con fidelidad las características de un enlace Ethernet cableado. Por extensión se conoce como Wi-Fi 5 al protocolo IEEE 802.11a que es de la misma familia para la banda de 5 GHz. Dado que estos protocolos Wi-Fi están implementados en múltiples productos comerciales podemos considerar que se han convertido en el estándar para las aplicaciones WLAN en detrimento del estándar Hiperlan2 del ETSI.

Existe una marca registrada, Wi-Fi Certified, que concede la Wi-Fi Alliance, una asociación de más de 130 fabricantes y proveedores de aplicaciones, y que garantiza que un producto que incorpore este logo es ínter operable con aparatos de otros fabricantes para trabajar en una red sin cables.

La norma 802.11 ha sufrido diferentes extensiones sobre la norma para obtener modificaciones y mejoras. De esta manera, tenemos las siguientes especificaciones:

- 802.11 Especificación para 1-2 Mbps en la banda de los 2.4 GHz, usando salto de frecuencias (FHSS) o secuencia directa (DSSS).
- 802.11b Extensión de 802.11 para proporcionar 11Mbps usando DSSS.
- Wi-Fi (Wireless Fidelity) Promulgado por el WECA para certificar productos 802.11b capaces de ínter operar con los de otros fabricantes.
- 802.11a Extensión de 802.11 para proporcionar 54Mbps usando OFDM.
- 802.11g Extensión de 802.11 para proporcionar 20-54Mbps usando DSSS y OFDM. Es compatible hacia atrás con 802.11b. Tiene mayor alcance y menor consumo de potencia que 802.11a.

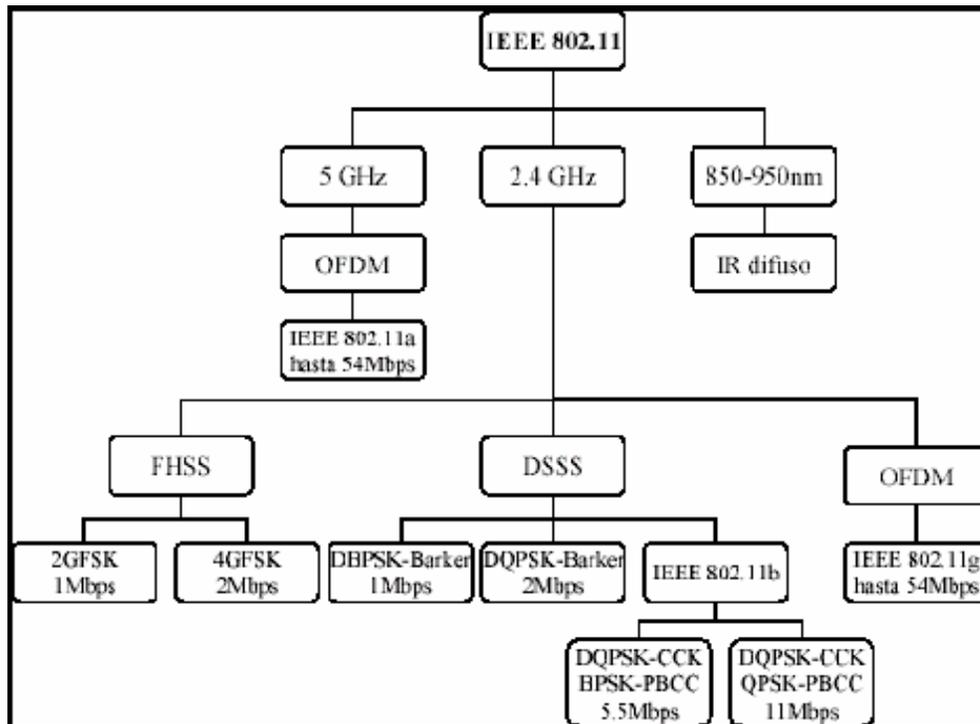


Fig. 2.7 Estándar IEEE 802.11 con las diferentes modulaciones

## 2.5.1 ARQUITECTURA DE LA NORMA IEEE 802.11

Los diferentes métodos de acceso de IEEE 802.11 están diseñados según el modelo OSI y se encuentran ubicados en el nivel físico y en la parte inferior del nivel de enlace o subnivel MAC. Además, la capa de gestión MAC controlará aspectos como sincronización y los algoritmos del sistema de distribución, que se define como el conjunto de servicios que precisa o propone el modo de infraestructura. Para el control de acceso al medio se conocen dos técnicas: Función de Coordinación Distribuida (DCF) y Función de Coordinación Puntual (PCF).

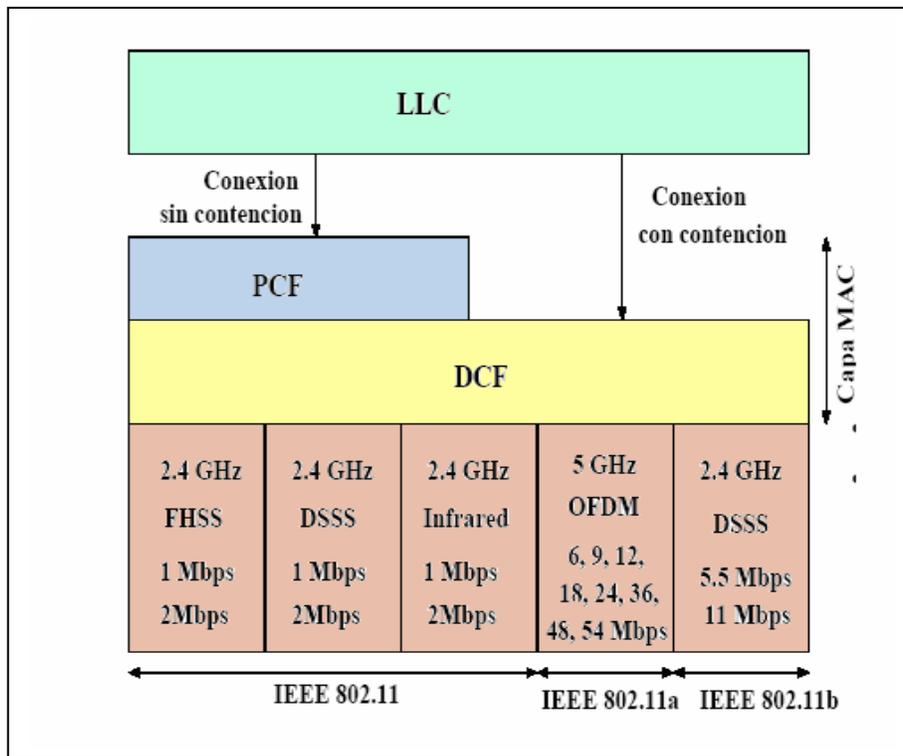


Fig. 2.8 Funciones de la capa MAC

DCF.- Es el método de acceso fundamental de la IEEE 802.11 Capa MAC conocido como CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance), debe estar implementado en todos los puntos de acceso. Para que una estación transmita este debe censar primero el medio para determinar si otra estación lo está haciendo, si está ocupado no transmite y debe esperar.

El retardo entre espacios intertramas es denominado IFS y esta dividido en cuatro niveles para acceder al medio wireless.

- a) SIFS (Short Interframe Space).- Es el intervalo más corto, se usa para acciones de respuesta inmediata.
- b) PIFS (PCF Interframe Space).- De longitud intermedia, lo utiliza el AP para hacer sondeos.
- c) DIFS (DCF Interframe Space).- De longitud mayor, es el retardo mínimo para tramas asíncronas que compiten para conseguir acceso.
- d) EIFS (Extended Interframe Space).- Le indica al DCF de la capa MAC que una transmisión de trama ha comenzado.

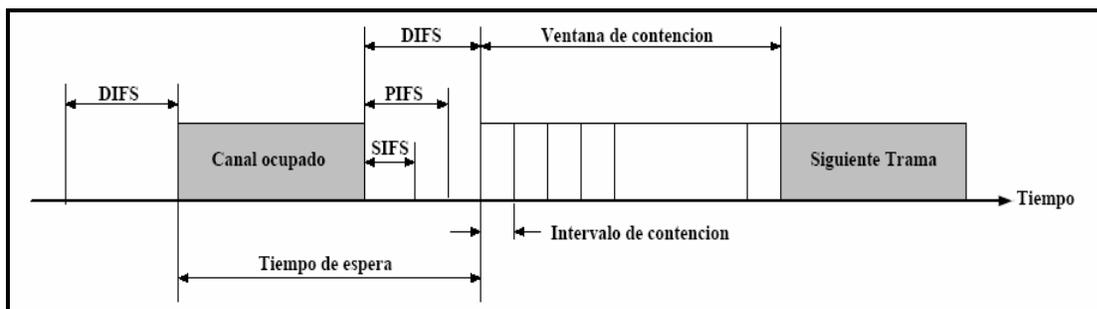


Fig. 2.9 Método de acceso básico

PCF.- Es un método de acceso alternativo implementado en un nivel superior a DCF, consiste en la realización de un sondeo por parte del gestor centralizado. Hace uso del PIFS realizando sondeos dado que este es más pequeño que el DIFS. Es capaz de bloquear todo el tráfico asíncrono (Algoritmo DFWMAC), para evitarlo se define un intervalo conocido como supertrama la cual permite un periodo de contención para el acceso asincrónico.

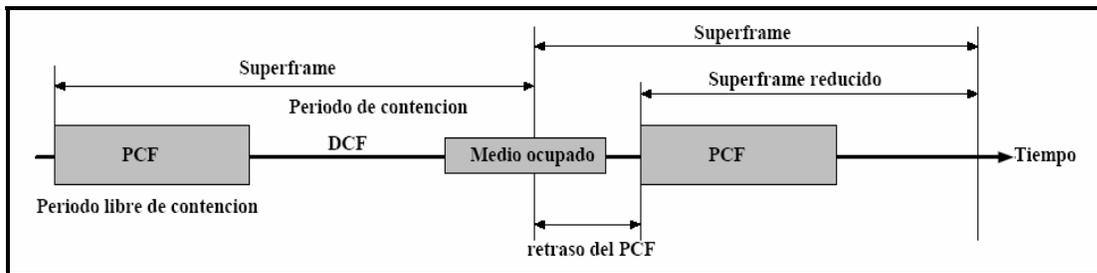


Fig. 2.10 Construcción de supertrama.

## 2.5.2 FORMATO DE LA TRAMA MAC IEEE 802.11

Las tramas MAC contienen los siguientes componentes básicos:

- Cabecera MAC, que comprende campos de control, duración, direccionamiento y control de secuencia.
- Cuerpo de trama de longitud variable, que contiene información específica del tipo de trama.

- Secuencia checksum (FCS) que contiene un código de redundancia CRC de 32 bits.

Las tramas MAC se pueden clasificar según tres tipos:

- Tramas de datos.
- Tramas de control.
- Tramas de gestión.

El formato de la trama MAC genérica tiene el siguiente aspecto:

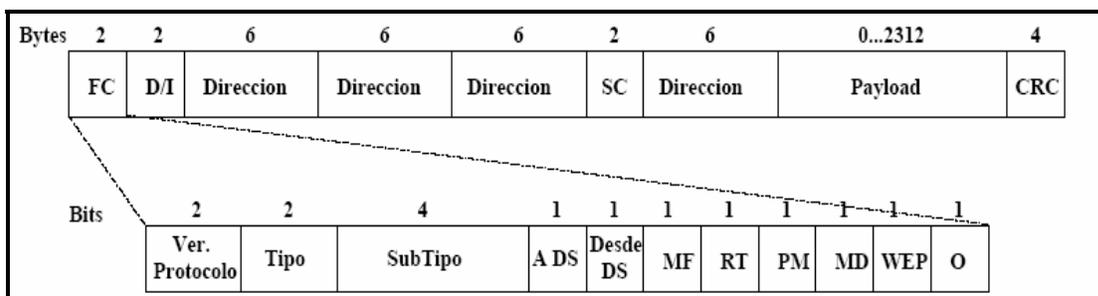


Fig. 2.11 Trama MAC

- FC: información de control

- Tipo de trama
- Subtipo: indica función de la trama
  - A DS: trama hacia DS
  - desde DS: trama desde DS
  - MF: si información fragmentada
  - RT: trama retransmitida
  - PM: si emisor en modo “sleep”
  - MD: emisor tiene más datos a enviar
  - WEP: intercambio claves encriptación
  - O: servicio entrega orden estricto
- D/I: micro segundo que usará el canal
- Dirección tanto fuente como destino
- SC: control de secuencia
- CRC: código redundante de 12 bits

## **2.6 DEFINICION DE LA NORMA IEEE 802.11b**

El primer estándar de WLAN, IEEE 802.11, fue aprobado en 1997 por el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) de EE.UU. Este estándar define las especificaciones de las tres capas físicas (PHY) para la transferencia de datos mediante ondas de radio. En ellas se incluyen los infrarrojos, la tecnología de salto de frecuencia (FHSS) con velocidades de 1 a 2 Mbps y la de secuencia

directa (DSSS) también con velocidades de 1 a 2 Mbps, en la banda de radio de los 2,4 GHz.

<b>IEEE 802.11b Especificaciones para la velocidad de transmisión</b>			
Velocidad de TX	Longitud de Código	Modulación	Ratio Símbolos
1 Mbps	11 (Secuencia de Barker)	BPSK	1 MSps
2 Mbps	11 (Secuencia de Barker)	QPSK	1 MSps
5.5 Mbps	8 (CCK)	QPSK	1.375 MSps
11 Mbps	9 (CCK)	QPSK	1.375 MSps

Tabla 1.- Velocidades de transmisión para estándar IEEE 802.11b

Como en aquel momento las redes Ethernet de cable alcanzaban velocidades de hasta 10 Mbps y los productos iniciales eran caros, el estándar 802.11 original tuvo un éxito limitado en el mercado. Dos años después, este estándar 802.11 evolucionó en dos direcciones. La especificación 802.11b aumentó la velocidad hasta alcanzar aquellos críticos 10 Mbps, manteniendo la compatibilidad con el estándar 802.11 DSSS original e incorporando un esquema de codificación más eficiente conocido como manipulación de código complementado (CCK) con el que se llegó a velocidades de hasta 11 Mbps.

Desde su publicación, la 802.11b se ha convertido en la tecnología inalámbrica más difundida y conocida y la más ampliamente adoptada en el

mercado. Posteriormente, un esquema de codificación complementario llamado Packet Binary Convolutional Code (PBCC™), desarrollado por Texas Instruments, se incluyó como una mejora opcional a la especificación 802.11b. Con la ganancia de 3 decibelios (dB) de la modulación PBCC, las velocidades llegan a los 22 Mbps (los 44 Mbps se consiguen con una actualización de firmware en el primer trimestre de 2003). Aunque no se le considera un estándar independiente, a esta mejora de la 802.11b se la llama 802.11b+.

## **2.7 DEFINICION DE LA NORMA IEEE 802.11a**

La segunda derivación de la 802.11 se llamó 802.11a. La misma que se desarrolla en una banda de frecuencias diferente, la banda de los 5,2 GHz U-NII, y su especificación permite velocidades de datos de hasta 54 Mbps. A diferencia de la 802.11b, que es un sistema de portadora única, la 802.11a utilizó una técnica de modulación sobre multiportadora conocida como Multiplexación por división en frecuencias ortogonales (OFDM). Como utiliza el espectro de radio de los 5,2 GHz, la 802.11a no puede mezclarse con los estándares 802.11b, ni con la 802.11 original. La ventaja principal del estándar 802.11a era claro: redes inalámbricas más rápidas. Esto produjo además una solución alternativa a la posible saturación de la banda de radio de 2,4 GHz utilizada comercialmente. Sin embargo, la 802.11a también tenía sus desventajas:

- Primero, su no compatibilidad con los estándares WLAN que funcionan a 2,4 GHz como la 802.11b y 802.11g.
- Segundo, el hecho de que los dispositivos de la 802.11a son por lo general un 20 % más caro que los de la 802.11b.
- Y por último, que la especificación 802.11a ha tenido dificultades en ser aceptada por el mercado mundial debido a que muchos países han puesto limitaciones y en algunos casos han prohibido el uso comercial de dispositivos WLAN que funcionen en el espectro de los 5 GHz.

Sólo recientemente, la mayoría de países europeos y en particular Alemania, el Reino Unido y Francia, han abierto al uso comercial una parte de la banda de 5 GHz.

## **2.8 DEFINICIÓN DE LA NORMA IEEE 802.11g**

Puede describirse como una combinación de los estándares 802.11b y 802.11a. El 802.11g utiliza OFDM (Orthogonal Frequency División Multiplexing) como la tecnología de modulación obligatoria, con velocidades que alcanzan los 54 Mbps como las de la 802.11a, pero en la banda de los 2,4 GHz. Además, la implementación de los modos CCK-OFDM y PBCC disponibles en la 802.11b, harán que la 802.11g sea un puente más equilibrado y mucho más claro entre la especificación 802.11a y la 802.11b. De esta forma, la 802.11g es el doble de rápida que la 802.11b pero seguirá siendo totalmente compatible con el estándar

802.11b. Aunque la 802.11g tiene precios ligeramente superiores a la 802.11b, el nuevo estándar ofrece las ventajas de la especificación 802.11b como de la 802.11a en cuanto a velocidad, rendimiento, distancias, costos y compatibilidad.

## **2.9 DEFINICIÓN DE LA NORMA IEEE 802.11 h**

La norma IEEE 802.11h es una evolución del IEEE 802.11a que permite asignación dinámica de canales y control automático de potencia para minimizar los efectos interferentes. La banda de frecuencia de 2,4 GHz es compartida por WLAN y por otras tecnologías (Bluetooth para redes PAN, HomeRF para Home - Networking, hornos de microondas) lo que incrementa la posibilidad de congestionar dicha banda. Para solventar esta problemática se decidió utilizar también la banda de 5 GHz para aplicaciones WLAN aumentando el ancho de banda disponible y la capacidad de tráfico de forma considerable.

Como hemos visto anteriormente el "throughput" medio de una red WLAN es sensiblemente inferior a la cantidad indicada como velocidad máxima de la tecnología. Esto es debido a que parte de la información transmitida se consume en cabeceras radio o en funciones de codificación de canal. Adicionalmente la distancia existente entre el terminal y el Punto de Acceso o la existencia de interferencias disminuirán aún más la capacidad práctica transmitida. En una red WLAN la capacidad se configura, por defecto, en modo automático para que se regule en función de la calidad del enlace radio. Los estándares mencionados

hasta ahora permiten la conexión de los terminales dentro de una misma subred IP. Hasta ahora si queremos movernos sobre diferentes sub redes IP debemos utilizar soluciones de un mismo fabricante. Actualmente el IEEE está desarrollando un nuevo estándar que define la intercomunicación entre Puntos de Acceso de distintos fabricantes (facilitando el roaming) (actualmente ya existe una versión preliminar de dicho estándar). Entre otros temas la norma define el registro de un Punto de Acceso dentro de una red y el intercambio de información cuando un usuario se mueve por una zona cubierta por AP de diferentes fabricantes. Esta norma es conocida como IEEE 802.11 f. En la tabla 2 se describe una breve comparación de los estándares inalámbricos de la IEEE, se puede observar que el más reciente es el 802.11g

COMPARACIÓN DE ESTÁNDARES 802.11 DE LA IEEE				
	802.11	802.11b	802.11a	802.11g
AÑO	1997	1999	2000	2003
ESPECTRO	2.4GHz	2.4GHZ	5GHz	2.4GHz
RÉGIMEN BINARIOS DE DATOS MÁXIMO	2MBPS	11MBPS	54MBPS	54MBPS
THROUGHPUT MEDIO	1Mbps	5.5MBPS	36MBPS	
MULTICAST	SI	SI	SI	SI
CONEXIÓN	NO ORIENTADA A CONEXIÓN	NO ORIENTADA A CONEXIÓN	NO ORIENTADA A CONEXIÓN	NO ORIENTADA A CONEXIÓN
ENCRIPCIÓN	RC4 DE 40 BITS			
TÉCNICA DE CONMUTACIÓN	FHSS Ó DSSS	DSSS	OFDDM	OFDDM
SOPORTE DE REDES FIJAS	ETHERNET	ETHERNET	ETHERNET	ETHERNET
RANGO DE ALCANCE		30-45 M	7.5-22.5M	30-45M
COMPATIBILIDAD		Solo con 802.11	NO	SOLO CON 802.11b
COSTO		ECONÓMICO	COSTOSO	MODERADO
Uso	Obsoleto	Mas Utilizado	alternativa	Pocautilización
MODELO DE USO	SUSTITUCIÓN DEL CABLE	BAJA ,ALTA VELOCIDAD	REDES DE DATOS INDOORS	ALTA VELOCIDAD

## **CAPITULO 3**

### **3. COMPONENTES PARA REDES WLAN's y TOPOLOGÍAS**

#### **3.1 COMPONENTES DE REDES WLAN's**

En el proceso de definición de una Red Inalámbrica se debe de olvidar la existencia del cable, debido a que los componentes y diseños son completamente nuevos. Respecto al CSMA/CD los procedimientos de la subcapa MAC usa valores ya definidos para garantizar la compatibilidad con la capa MAC.

La convivencia de estaciones cableadas e inalámbricas en el mismo segmento es posible y células inalámbricas localizadas en diferentes segmentos pueden comunicarse por medio de un repetidor Ethernet tradicional.

En comparación con los componentes de una Ethernet cableada (Por ejemplo Hub's, Repetidores), 2 nuevos componentes son requeridos para soportar la Red híbrida. Un componente para adaptar la estación al medio inalámbrico y la unidad Adaptadora al Medio Inalámbrico (AP's), como se muestra en la figura 3.1.



Fig. 3.1 Modelos de tarjetas inalámbricas: PCI, PCMCIA y modelo de AP (Access Point)

### 3.1.1 PUNTOS DE ACCESO AP's (ACCESS POINT)

Los puntos de acceso proporcionan enlaces inteligentes entre las redes inalámbricas y ethernet. Este actúa como la conexión entre la LAN ethernet y la LAN inalámbrica.

Para casos, dentro de un área determinada (Indoors), un punto de acceso podría tener una velocidad de 11 Megabits por segundo para un rango de 40 metros, o 1 Megabit por segundo para un rango de más de 100 metros. Por supuesto, los puntos de acceso múltiples pueden ser usados para incrementar el área de cobertura.

El Punto de Acceso está compuesto por:

- Una tarjeta LAN INALÁMBRICA (LAN Inalámbricas.)
- El Software de protocolo para redes LAN Inalámbricas 802.11.

Los únicos conectores son el de alimentación y el de cable fijo, conector 10Base-T (RJ-45). También existen dos antenas que se colocan en posición vertical durante el uso.

Cumple con la norma IEEE 802.11b (Espectro de propagación de secuencias a alta velocidad). Admite una temperatura entre 0 - 40°C (temp. en operación)  
Humedad: 95% (sin consideración).



Fig. 3.2 Wireless access point Senao "NL – 2611 AP3 Plus"

### **3.1.2 ADAPTADORES PARA LOS CLIENTES (PC'S) (CLIENT ADAPTERS)**

Los Adaptadores del Cliente incluyen tarjetas de PC para portátil, tarjetas de interfase ISA y PCI de red para computadoras desktop y servidores, estos adaptadores tienen una antena incorporada o trabajan con una antena externa.



Fig. 3.3 Adaptadores de red

### 3.1.3 BRIDGES INALÁMBRICOS (WIRELESS BRIDGES)

Los Bridges inalámbricos son equipos que están diseñados para trabajar a altas velocidades, cubrir grandes distancias y poder enlazar redes entre edificios. A una velocidad de 11 Megabits por segundo, en distancias no mayores a 5.3 kilómetros, y velocidades de 2 Megabits por segundo, pudiendo llegar a una distancia de 11 kilómetros.



Fig. 3.4 Modelos de bridges inalámbricos Cisco

### 3.1.4 CONCEPTO DE ANTENAS

Para entender las redes inalámbricas es esencial tener un poco de conocimiento de antenas, un concepto importante que necesitamos saber es el de ganancia y polarización.

**La ganancia.-** es la cantidad de aumento en energía que una antena estima agregar a un RF. Hay métodos diferentes de medir esto, dependiendo del punto de referencia escogido:

**dBi.-** Es la ganancia que usa una antena isotrópica (teórica) como un punto de referencia para especificar medidas de ganancia.

**dBd.-** Es la ganancia que usa una antena del tipo dipolar como un punto de

referencia. Para transformar un dBd a dBi simplemente se agrega 2.14 al número de dBd.

$$0\text{dBd} = 2.14\text{dBi}$$

**La polarización.-** Es la orientación física del elemento en la antena que realmente emite la energía de RF. Por ejemplo, la antena omnidireccional normalmente es una antena polarizada vertical.

Si la ganancia de una antena sube, el área de cobertura o ángulo baja. Las áreas de cobertura son graduadas en ángulos, estos ángulos son llamados Lóbulos (Beamwidth) y tienen una medida horizontal y vertical.

Todas las reglas de la FCC (Comisión Federal de las Comunicaciones de los Estados Unidos) y todas las antenas son modeladas bajo una antena teórica conocida como Isotrópica, estas tienen nódulos perfectos de 360°, esta área de cobertura es como un balón y está extendida en todas las direcciones por igual.

Para obtener una ganancia omnidireccional de una antena isotrópica los lóbulos de energía son empujados desde la cima hasta el fondo y forzando hacia fuera un modelo del tipo buñuelo (ocho), lo más alto es la ganancia, lo más pequeño es el ancho del lóbulo y lo más largo es el área horizontal del lóbulo como se observa en la figura 3.5.

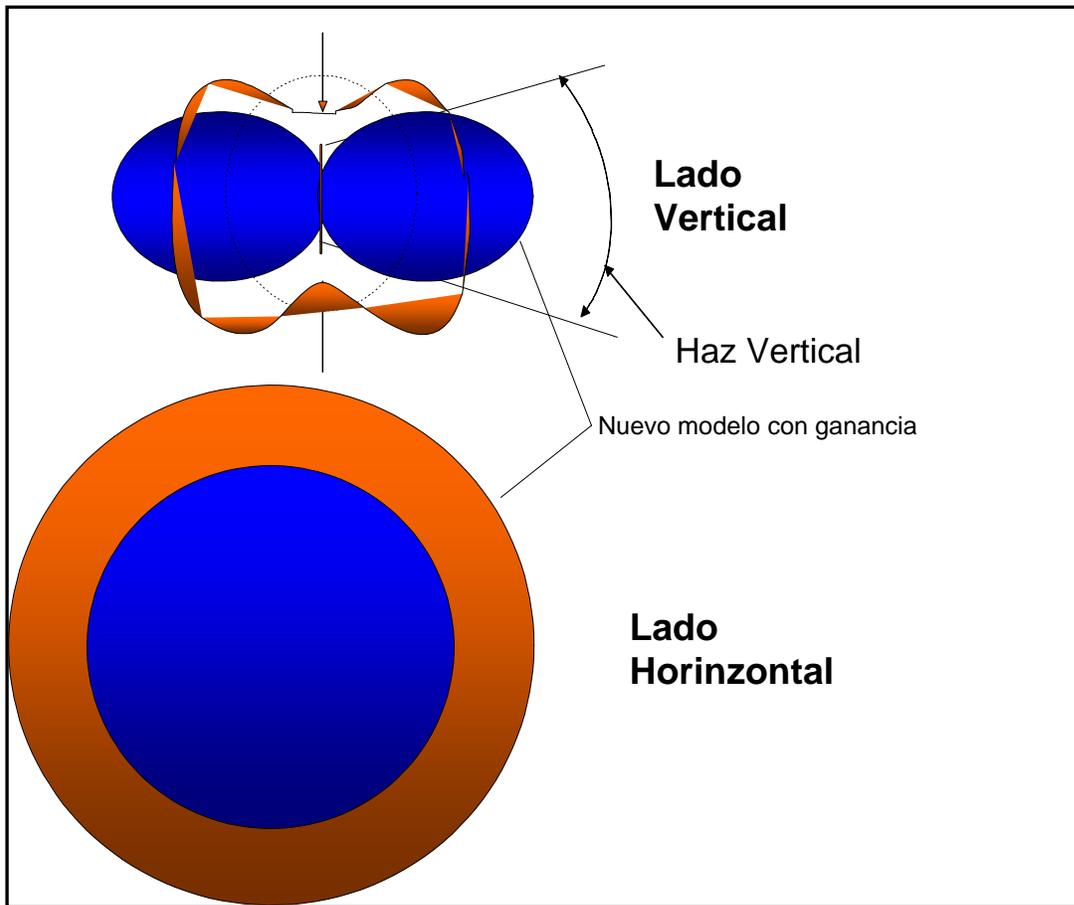


Fig. 3.5 Modelo de teoría dipolar

La alta ganancia de la antena omnidireccional creará mayor área de cobertura hacia afuera de la antena, este tipo de antena está diseñado para distancias de comunicaciones muy grandes. En la figura 3.6 se observa que el nivel de energía directamente debajo de la antena será débil es decir la cobertura aquí será pobre.

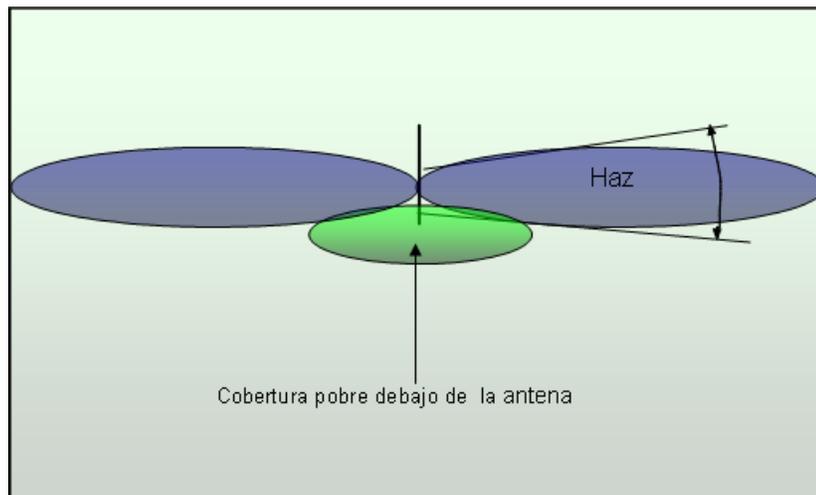


Fig. 3.6 Ganancia de las antenas omnidireccionales

Para las antenas direccionales los lóbulos son en una sola dirección causando que la energía sea condensada en un área en particular. En la figura 3.7 se observa que la energía más pequeña está en la parte de atrás de la antena direccional.

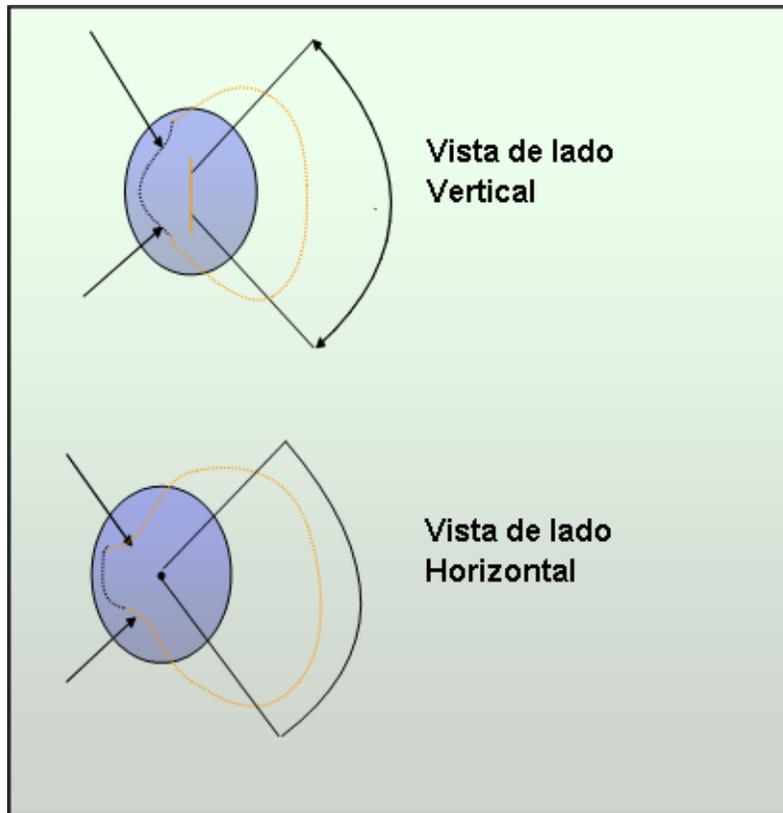


Fig. 3.7 Modelo de antena direccional

**EIRP.-** El Effective Isotropic Radiated Power (EIRP) de un transmisor es la potencia que tiene el transmisor si fuera un radiador isotrópico (si la antena irradiara igualmente en todas las direcciones) en virtud de la ganancia de una radio antena. Un haz está formado para que preferencialmente transmita la energía en una dirección.

El EIRP se estima agregando la ganancia de la antena y la potencia del

transmisor del radio.

$$\text{EIRP} = \text{Potencia del Transmisor} + \text{Ganancia de la Antena} - \text{Pérdida del Cable}$$

Al usar un sistema de radio, hay límites en el rendimiento, estos límites se conocen como EIRP y no pueden excederse. Cada país tiene normas diferentes para determinar el máximo de EIRP. El rendimiento se medirá en dBm (decibelios por milliwatts).

<b>Power Settings</b>	<b>dBm</b>	<b>w/ 6 dBi Patch</b>	<b>EIRP</b>
100 mW	20	6	26
50 mW	17	6	23
30 mW	15	6	21
20 mW	13	6	19
15 mW	12	6	18
5 mW	7	6	13
1 mW	0	6	6

Tabla 3.- Valores de dBm para diferentes rendimientos

### 3.1.5 ANTENAS UTILIZADAS EN REDES WLAN'S

#### 3.1.5.1 ANTENA DIPOLAR DE 2.2 dBi

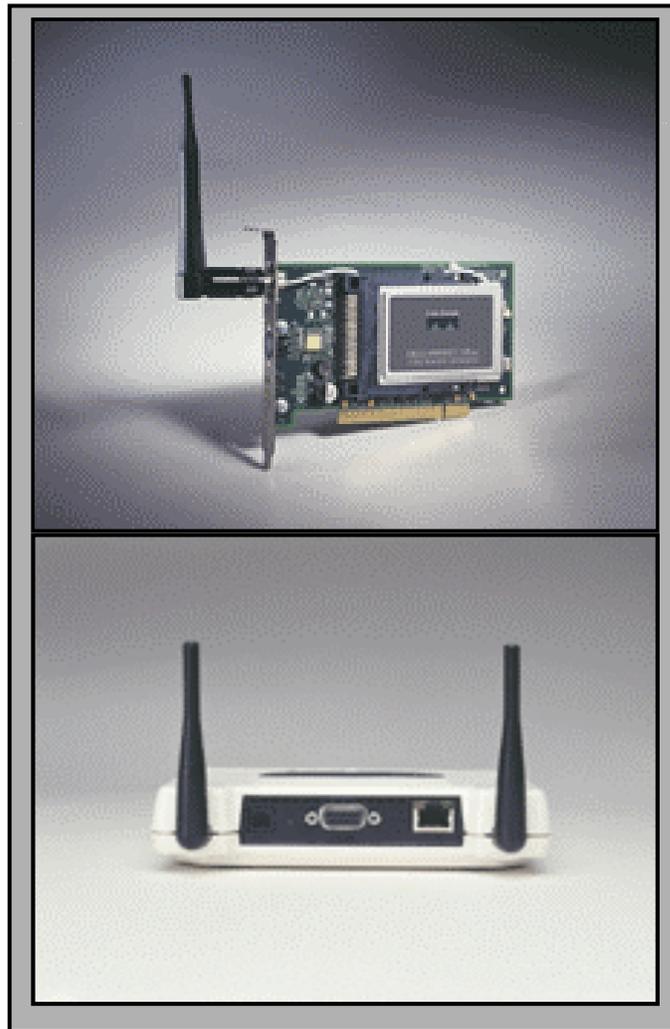


Fig. 3.8 Modelo de antena bipolar y tarjeta inalámbrica PCI

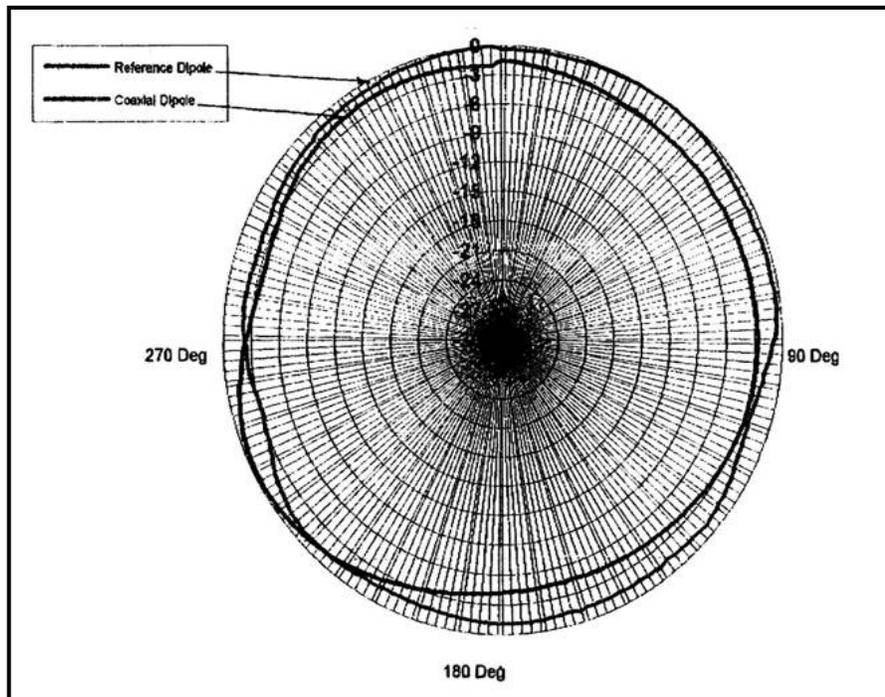


Fig. 3.9 Patrón de radiación de antena dipolar de 2.2 dBi

### 3.1.5.2 ANTENA PARA MONTAJE EN TUMBADO DE 2.2dBi

La antena de 2.2 dBi omnidireccional para montaje en tumbado, puede ser colocada a la cuadrícula metálica de un techo suspendido ó tumbado. Tiene un agujero de  $\frac{1}{4}$ " x 20 en su base y una abrazadera que se atornilla a este agujero. Otra opción es taladrar un agujero en una viga del techo y usar un tornillo de  $\frac{1}{4}$ " x 20 para atornillarla en una posición vertical:

- Esta antena es más estéticamente agradable
- Esta antena es únicamente para aplicaciones en interior

- Esta antena no es una buena opción para escuelas, hospitales, u otros medios de bastante movimiento con bajos tumbados, dado que pueda ser dañada.
- Esta antena es verticalmente polarizada pero tiene una ligera inclinación hacia abajo, permitiendo cubrir las áreas debajo del techo.
- Esta antena es muy similar en apariencia a la de 5.2 dBi para tumbados



Fig. 3.10 Antena omnidireccional Interna de 2.2 dBi

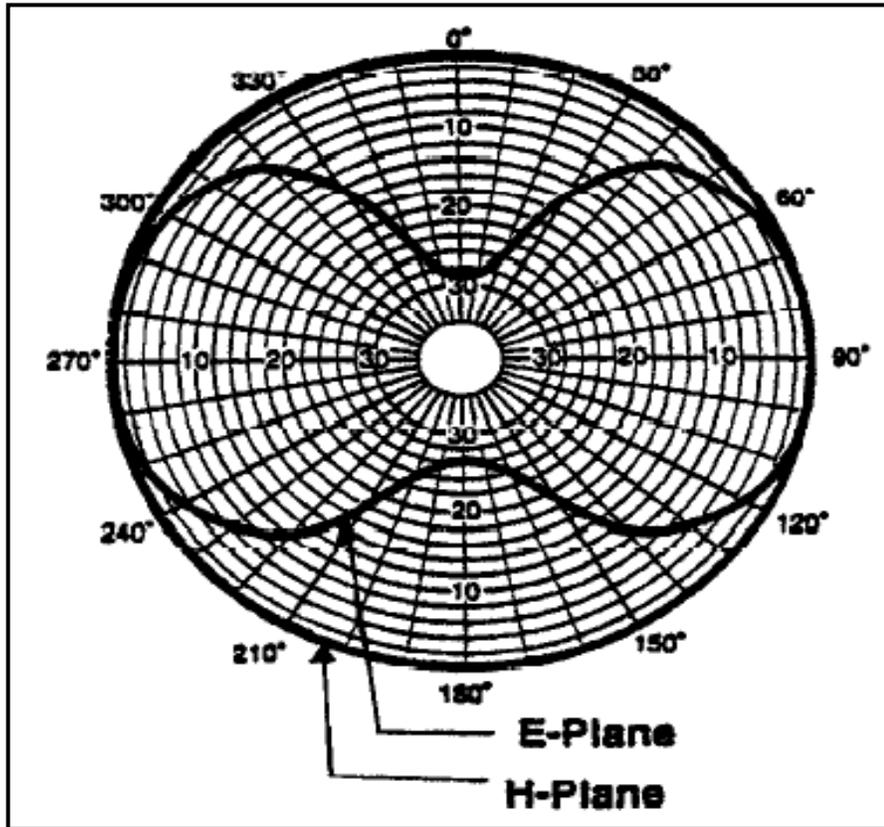


Fig. 3.11 Patrón de radiación de antena omnidireccional Interna de 2.2 dBi

### 3.1.5.3 ANTENA PARA MONTAJE EN TUMBADO DE 5.2dBi

La antena 5.2 dBi ceiling mount omni está diseñada para ser montada a la reja de metal de un techo suspendido. Tiene agujeros de  $\frac{1}{4}$ " x 20 en su base para ser atornillados a la cuadrícula metálica del techo o tumbado.

Otra opción es taladrar un agujero en una viga del tumbado y usar un tornillo de  $\frac{1}{4}$ " x 20 en una posición vertical:

- Esta antena es más estéticamente agradable que la versión de montaje en mástil.
- Esta antena es únicamente para aplicaciones interiores.
- Esta antena no es una buena opción para escuelas u hospitales dado que puede dañarse.
- Esta antena es polarizada verticalmente permitiendo a este modelo cubrir áreas debajo del tumbado.



Fig. 3.12 Antena omnidireccional interna de 5.2 dBi

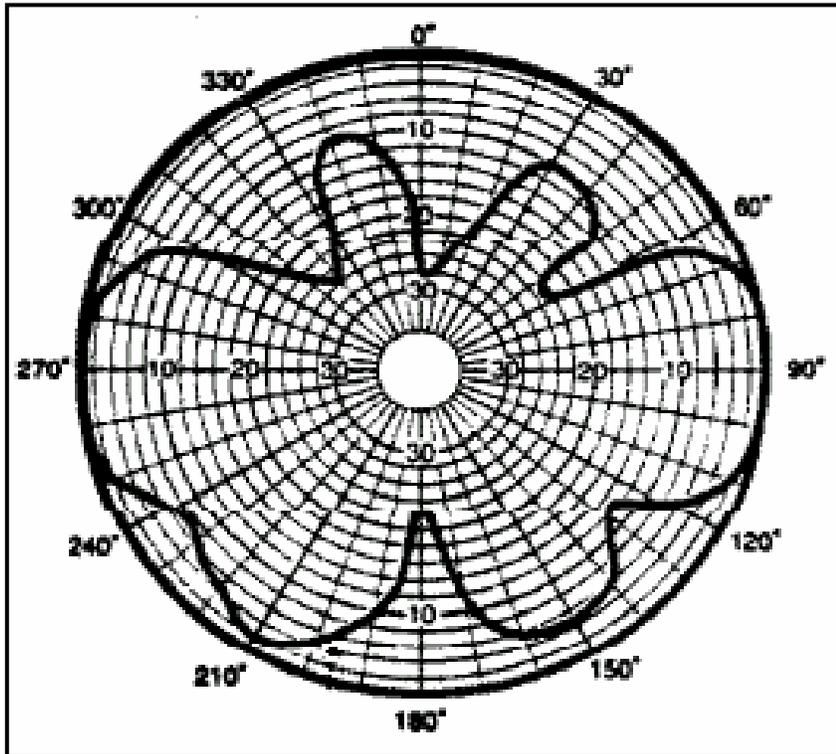


Fig. 3.13 Patrón de radiación de antena omnidireccional de 5.2 dBi

#### 3.1.5.4 ANTENA DE 5.2dBi PARA INSTALACION EN MASTILES

Es una antena omnidireccional de 5.2 dBi y está diseñada para ser sujeta a un mástil verticalmente. La base de la antena tiene una sección de aluminio que le da bastante fuerza para resistir al ser sujeta:

- Diseñada para aplicaciones más industriales.
- En aplicaciones al aire libre, el final del cable de la antena debe estar hacia abajo para impedir que la humedad entre a la antena.

- En aplicaciones interiores, el final del cable debe ser frente al techo.
- Sea en interior o al aire libre, esta antena es polarizada verticalmente y debe ser montada perpendicularmente al suelo.



Fig. 3.14 Antena omnidireccional externa de 5.2 dBi

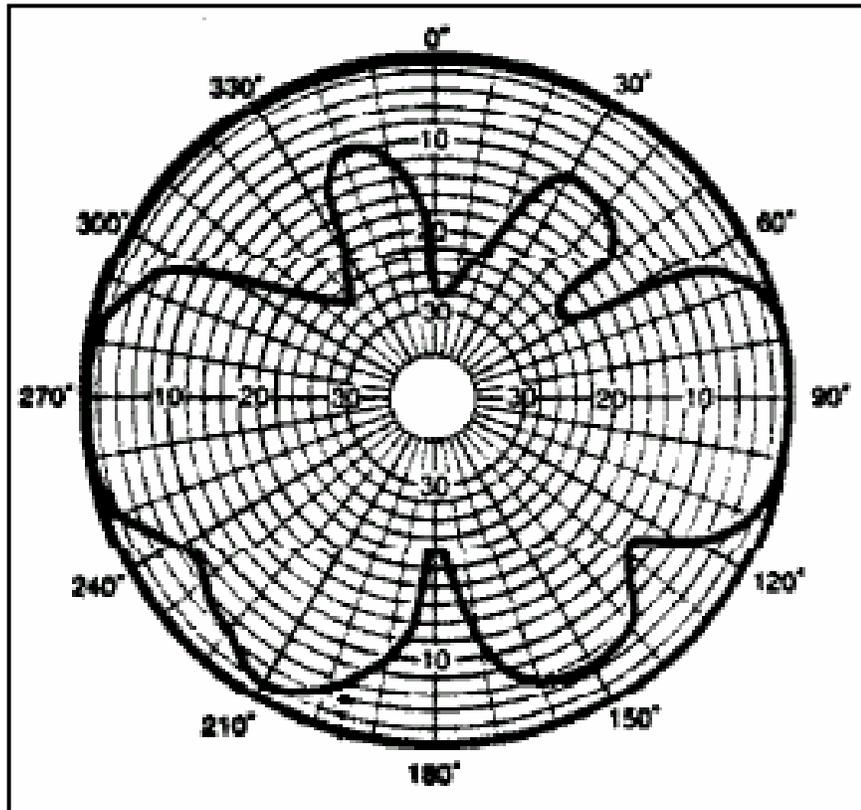


Fig. 3.15 Patrón de radiación de antena omnidireccional externa de 5.2 dBi

### 3.1.5.5 5.2dBi PILLAR MOUNT DIVERSITY

Es una antena omnidireccional de 5.2 dBi y está diseñada para ser montada al lado de un pilar. Es dos antenas en un paquete, envuelto por tela para hacerle parecer como una sola antena, parecida también a un parlante estéreo. Veamos el despliegue de estas antenas:

- Esta antena tiene dos cables tipo espiral con dos conectores RP TNC. Para utilizar diversidades de antenas una sola de este tipo es necesaria por AP.

- Esta antena es solo para aplicaciones interiores.
- Esta antena viene con dos brackets que hacen fácil el montaje a un pilar.



Fig. 3.16 Antena omnidireccional interna de 5.2 dBi para pilares

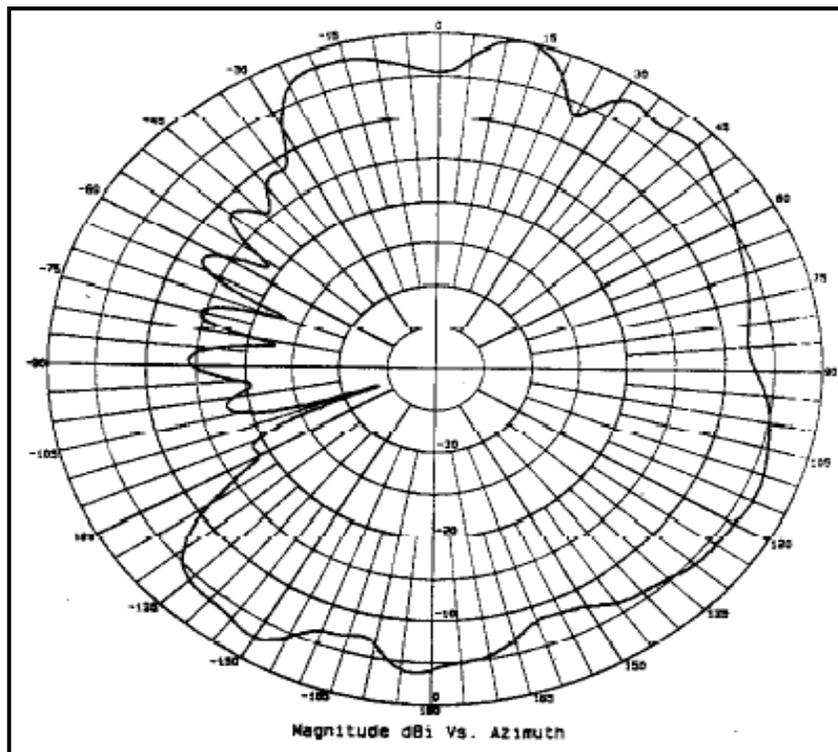


Fig. 3.17 Patrón de radiación antena omnidireccional interna de 5.2 dBi para pilares

### 3.1.5.6 ANTENA DIRECCIONAL DISH DE 5.2 dBi

Es una antena omni de 5.2 dBi y está diseñada para ser montada en un tumbado. Tiene un plato de apoyo de aluminio construido en la antena. El plato de apoyo sirve para enfocar la antena omni direccional a abajo, en lugar de en el techo:

- Esta antena es una muy buena opción para los techos suspendidos, El plato de apoyo se pondrá encima del tumbado del techo con una porción pequeña del mástil de la antena que se destaca debajo del techo.
- Esta antena es solo para aplicaciones interiores.
- Hay un hoyo de ¼” en el plato de apoyo que le permite asegurar a la antena para necesidades de monturas diferentes.

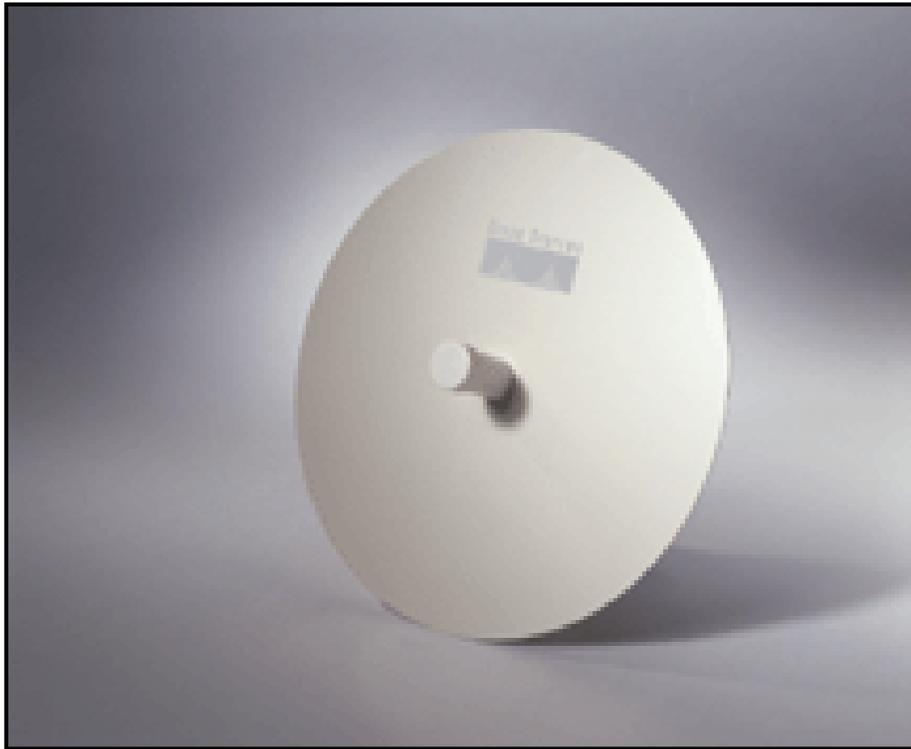


Fig. 3.18 Antena Dish de 5.2 dBi

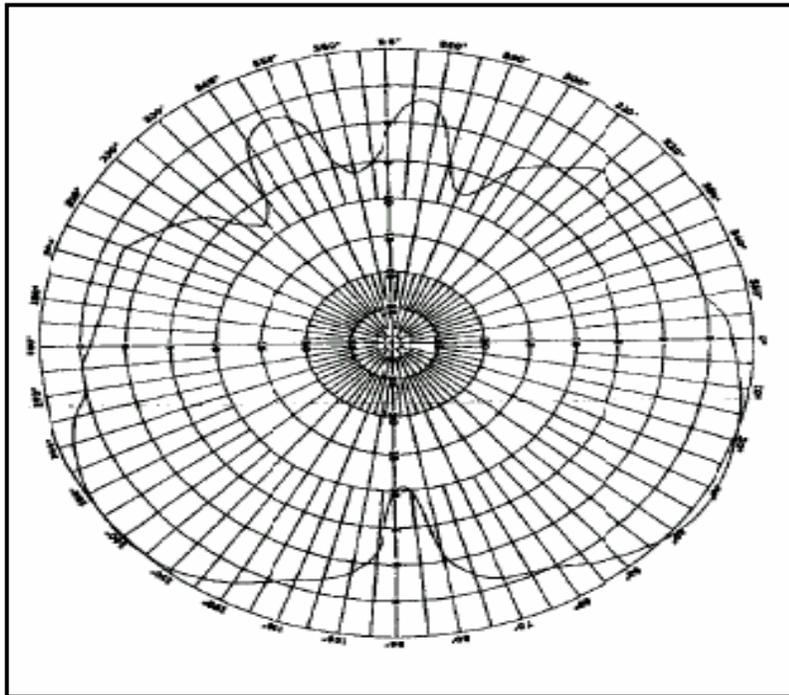


Fig. 3.19. Patrón de radiación en antena Dish de 5.2 dBi

### 3.1.5.7 12dBi OMNIDIRECCIONAL (UNICAMENTE OUTDOOR)

La antena de 12dBi es solo para aplicaciones de rango largo al aire libre. La antena tiene un cable coaxial corto de 12" hecho para cuando sea necesario usar una extensión de antena:

- Esta antena está diseñada para ser sujeta a un mástil o polo. La base de la antena tiene una sección de metal que le da bastante fuerza para resistir al ser sujeta.
- Esta antena se entrega con un juego de tornillos tipos U y unos brackets.

- Esta antena se polariza verticalmente y debe montarse perpendicular a la tierra con la coleta en el fondo.
- Esta antena tiene una viga de grado  $+3.5$  y  $-3.5$  desde el eje perpendicular.



Fig. 3.20 Antena outdoor omnidireccional de 12 dBi

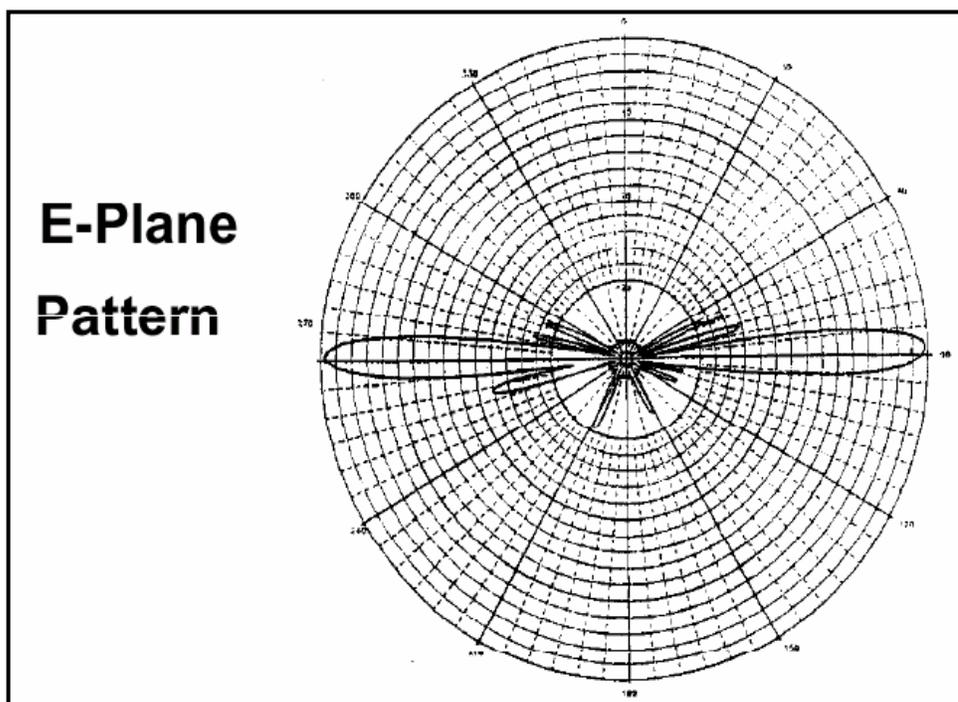


Fig. 3.21 Patrón de radiación en antena omnidireccional de 12 dBi

### 3.1.5.8 ANTENA PATCH DE 3dBi – 65 GRADOS

La antena Patch AIR-ANT3195 de 3dBi y 2.4 GHz es una antena direccional que provee excelente cobertura con un modelo de radiación ancho:

- Esta antena parece idéntica a la Patch de 6dBi, pero viene con 20 pies de cable coaxial RG-58 en lugar de 3 pies.
- Esta antena es típicamente para las aplicaciones europeas (debido a las restricciones en la ganancia de la antena).

- Esta antena es una opción buena para las aplicaciones interiores y al aire libre cuando es propiamente montado.
- Esta antena tiene tres agujeros alrededor del perímetro de antena, permitiendo ser montada a una amplia variedad de superficies.



Fig. 3.22 Antena outdoor Patch de 3 dBi

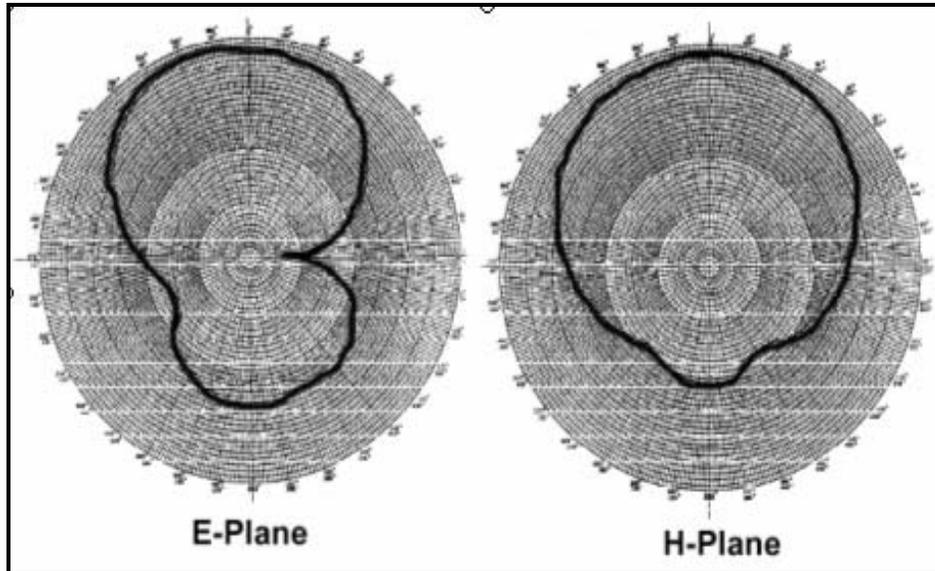


Fig. 3.25 Antena outdoor Patch direccional de 6 dBi

### 3.1.5.10 ANTENA HG2424G HIPER GANANCIA

Esta antena es de 2.4 GHz y tiene una ganancia de 24 dBi con ocho grados de ancho de cobertura de irradiación, usada para distancias con rangos bien largos. Es instalada de manera vertical. Una de sus características es su superficie reflectora de aluminio, consta de dos piezas simples de armar.



Fig. 3.26 Antena de hiperganancia de 24 dBi

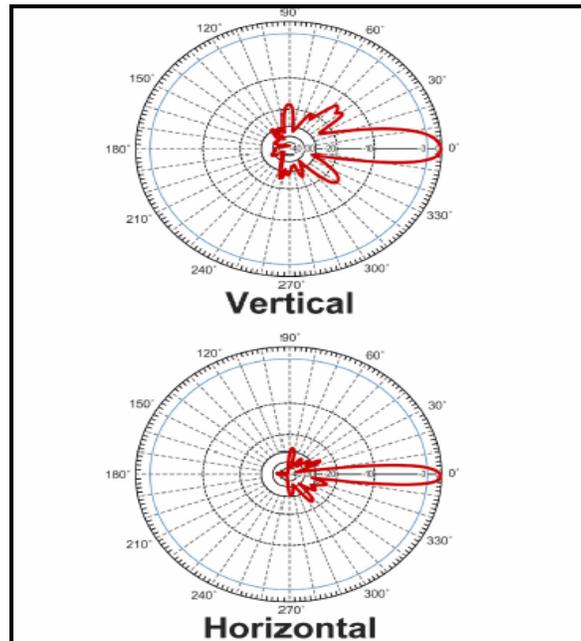


Fig. 3.27 Patrón de radiación de antena de hiperganancia de 24 dBi

### 3.1 TOPOLOGIAS

Las Wireless LAN's reemplazan la capa uno del medio de transmisión de una red cableada tradicional (usualmente cable categoría 5) con la radio transmisión en el aire.

El área de servicio básico (BSA) es el área RF de cobertura proporcionada por un Punto de Acceso también conocida como "Microcelda", para agregar dispositivos inalámbricos simplemente se puede agregar un Access Point (Punto de Acceso), esta unidad es el punto al que los clientes inalámbricos pueden acceder a la red. En una Infraestructura de red Inalámbrica, los clientes inalámbricos se comunican con un AP para conectarse a una Lan alamburada. Los dispositivos remotos no se comunican entre sí, necesitan de un AP. El área dónde un cliente puede comunicarse con el AP es llamada área de cobertura. Para aumentar el área de cobertura, podemos agregar más AP's a la red inalámbrica.

El Access Point engancha al backbone de la Ethernet y se comunica con todos los dispositivos inalámbricos en el área celular (celda). El Access Point es el master de la Celda y controla todo el flujo de tráfico hacia y desde la red.

### **3.2.1 UN SOLO AP**

Un solo AP soporta una sola red de infraestructura inalámbrica. Cada cliente inalámbrico debe comunicarse con el AP para conectar a la red alamburada. Podemos tener múltiples Infraestructuras de Redes Inalámbricas, cada uno con un solo AP y los nombres inalámbricos diferentes. En este caso

cada red es una entidad separada. Los clientes no pueden hacer roaming (movilizarse) entre las redes.

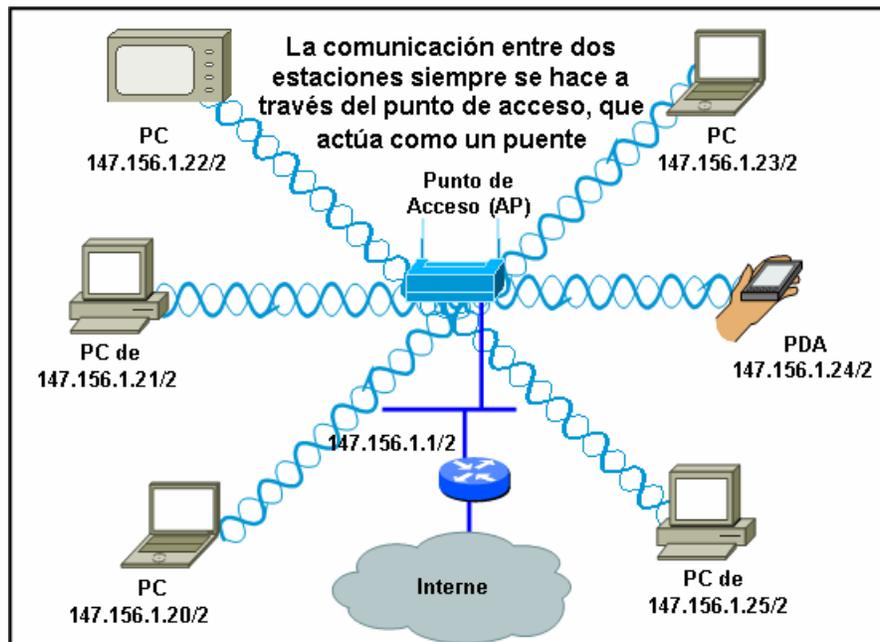


Figura 3.28 Conectividad a través de un solo AP

### 3.2.2 AP's MÚLTIPLES

Una infraestructura inalámbrica puede consistir en múltiples AP's. Esto extiende el área de cobertura de la red wireless. Para permitir roaming, cada AP en la red wireless debe usar el mismo Nombre de Red inalámbrico.

En esta configuración, la red inalámbrica consiste en células (celdas). Una celda es un solo AP y sus clientes inalámbricos dentro de una red de AP's múltiple.

Si una simple celda no provee la suficiente cobertura, pueden agregarse otras para ampliar el rango.

Esto es conocido como Area de Servicio Extendida, se recomiendan que esta área tenga un traslapo de entre 10 a 15 % para permitir a los usuarios movilizarse sin perder la conexión RF.

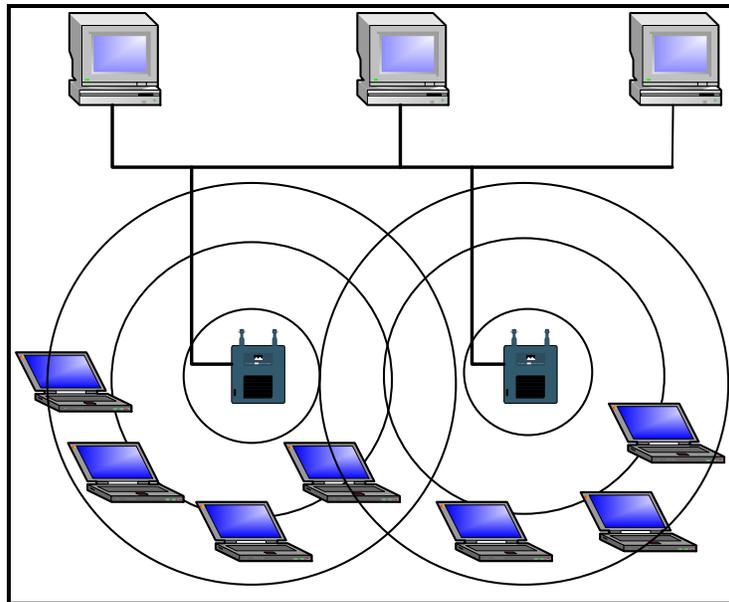


Fig. 3.29 Dos células se traslapan y forman una sola área de cobertura

Para permitirles a los clientes inalámbricos moverse físicamente dentro de una red inalámbrica, el área de cobertura debe traslaparse. En la figura 3.30, la Célula 1 y Célula 2 traslapan sus áreas de cobertura. Cuando un cliente se

mueve del la Cell2 a la Cell1, la información necesaria de red se pasa entre el AP2 y AP1 manteniendo la conectividad LAN. La capacidad de moverse de un AP a otro sin perder la conexión de red es llamada Roaming.

Cuando un cliente inalámbrico se aproxima al área de cobertura, el cliente censa a otro AP que usa el mismo nombre de red Inalámbrico y le está proporcionando una mejor calidad de señal. Automáticamente cambia al otro AP. Además cambia automáticamente a los canales usados por el otro AP.

### **3.2.3 LA CONDUCTA DEL CLIENTE INALÁMBRICO**

Se puede configurar al cliente para conectarlo a una red inalámbrica específica o a la primera red inalámbrica disponible.

Si se configura al cliente para conectar a una red inalámbrica específica, el cliente establece un radio de conexión al AP en la red inalámbrica especificada que proporciona la comunicación más buena. Se ignoran AP's en una red inalámbrica diferente.

Si se configura al cliente para conectar a la primera red inalámbrica disponible, el cliente establece una radio conexión al AP que proporcione la mejor comunicación. Se debe tomar en cuenta que si hay redes inalámbricas múltiples, el cliente puede conectarse a un AP que no está en la red que quiere unir.

En cualquier configuración, el cliente empareja el cauce de radio usado por el AP automáticamente.

### **3.2.4 CONFIGURACIÓN LAN A LAN**

Podemos conectar LAN's separadas sobre un enlace inalámbrico para que dos AP's se comuniquen entre sí. Esto se llama configuración LAN a LAN.

Tenemos dos tipos presentes:

- Punto a punto, usando el modo LAN a LAN bridge end point, se conecta dos redes alambradas.
- Punto a multipunto, usando el modo LAN a LAN multipunto, se pueden conectar múltiples redes alambradas. Típicamente, los AP's se configuran con las antenas Outdoor.

En un sistema donde es esencial tener las comunicaciones se requiere de redundancia, colocando dos unidades AP's y configuradas a la misma frecuencia y velocidad, en ese momento solo una unidad puede hablar a la vez, si esa unidad se pone Down por alguna razón los clientes remotos pueden hacer Hand Off hacia la otra unidad activa. Utilizando el modo de Hot Standby se puede poner el AP redundante como monitor del AP principal y en caso de alguna falla el AP redundante se pondrá en línea.

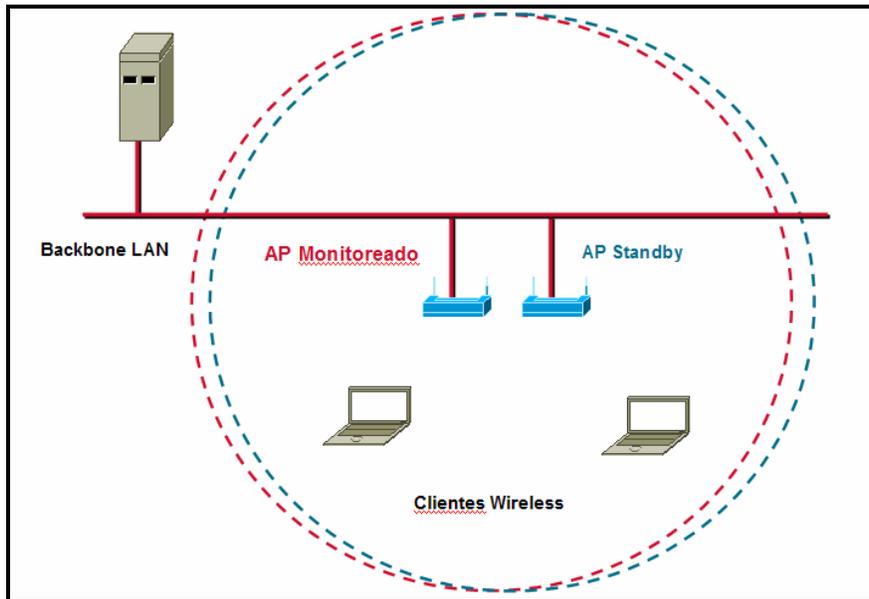


Fig. 3.30 Modelo hot standby

### 3.2.4.1 PUNTO A PUNTO

La figura 3.31 muestra dos AP's, configurados como LAN a LAN los modos endpoint, en diferentes edificios que usan una antena al aire libre para conectar LAN's en esos edificios. Como se muestra en la figura 3.32, ambos AP's usan una antena direccional. Usted también puede configurar el AP's para conectar dos LAN's en el mismo edificio.

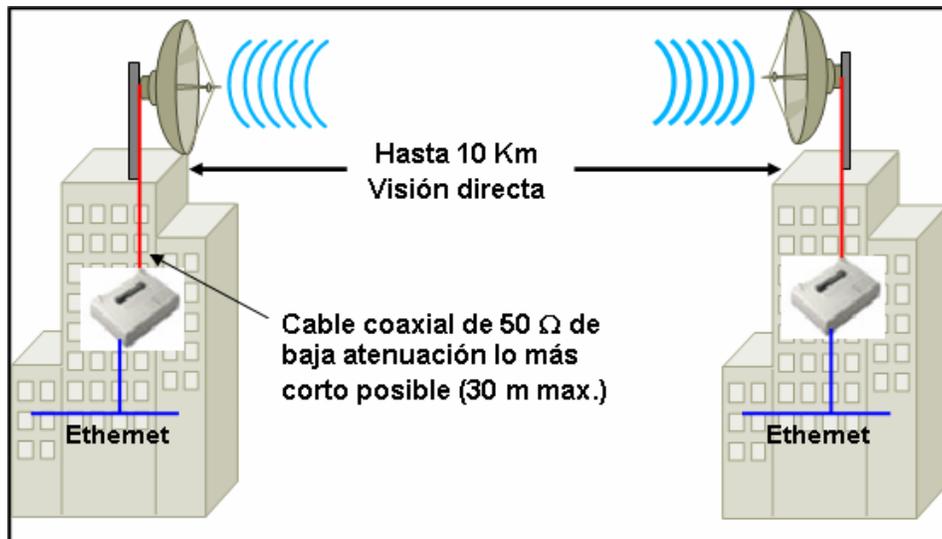


Fig. 3.31 Configuración punto a punto

### 3.2.4.2 PUNTO A MULTIPUNTO

Se pueden conectar LAN's alámbricas en diferentes edificios usando las características de LAN a LAN multipunto. Al menos uno de los AP's es configurado como AP multipunto, llamado AP Central. El AP Central puede comunicarse directamente con a más de seis AP's. Los seis AP's se configuran como endpoints que sólo pueden comunicarse directamente al AP Central. El AP Central permite a los AP's endpoint comunicarse entre sí a través del AP Central.

Un AP Central usa una antena omnidireccional para que pueda comunicarse con múltiples AP's en direcciones diferentes. Los AP's endpoint normalmente usan una antena direccional apuntada al AP Central. La antena direccional le permite aumentar la distancia entre AP's. Debe haber una línea clara de vista entre las antenas para evitar una reducción en el nivel de señal.

Ejemplos de configuración:

La figura 3.32 proporciona un ejemplo de AP Central con cuatro endpoint. Los endpoints sólo pueden comunicarse entre si vía AP Central y no directamente.

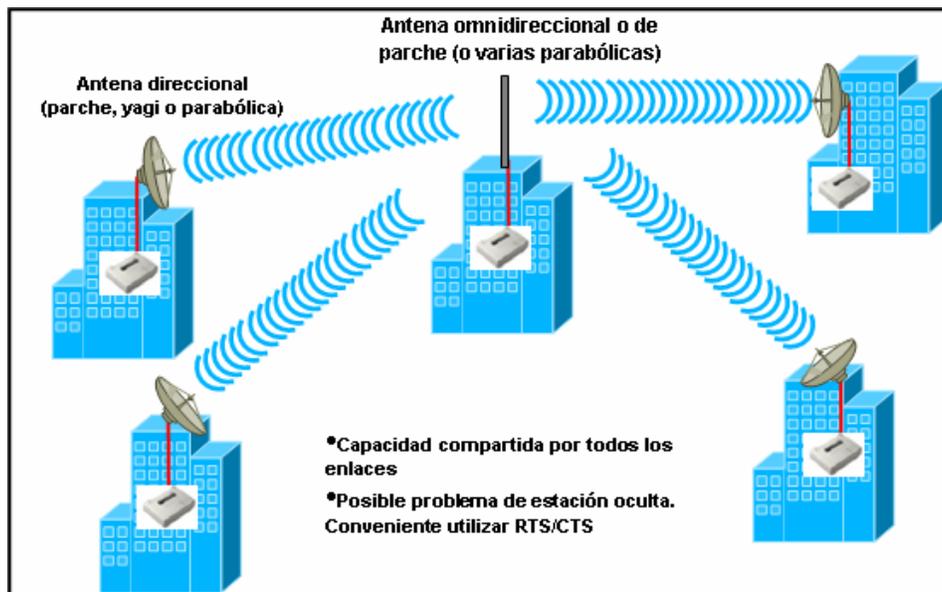


Fig. 3.32 Configuración punto a multipunto

La figura 3.33 proporciona un ejemplo de dos AP's Centrales en la misma configuración punto a multipunto. En esta configuración, se configuran seis AP's para comunicarse con el mismo AP Central. Podemos configurar uno o más de esos seis AP's como un AP Central para comunicar a cinco AP's adicionales.

En la figura 3.33 el edificio A es el AP Central para los edificios A1 a A5 y el edificio B. Sin embargo, el edificio B también es el AP Central para el edificio A y los edificios B1 a B5. Se podría extender este uno más allá haciendo el edificio B3 un AP Central para los otros cinco edificios, aunque agregando saltos adicionales pueden disminuir el rendimiento de la red. Para evitar problemas, no configure un AP como un endpoint para más de un AP Central.

En la figura 3.33 no se configuraría el Edificio B1 como un endpoint para comunicar directamente al edificio A.

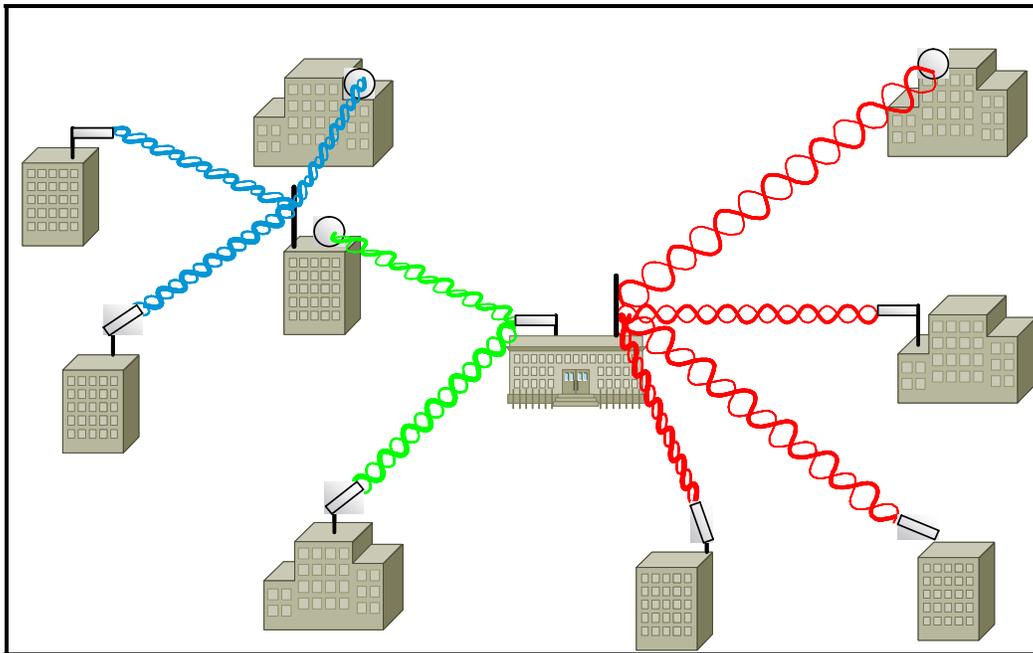


Fig. 3.33 Dos redes punto a multipunto

### 3.2.4.3 CONFIGURACIÓN DE CANALES

El primer paso para un buen despliegue de los puntos de acceso es determinar donde deben ponerse y cuantos se requieren para la cobertura deseada. Pocos huecos deben dejarse en el área de cobertura porque un cliente puede perder conectividad en este punto. Los requisitos de banda ancha tienen un impacto en estas áreas de cobertura.

El segundo paso es asegurarse que no haya traslape entre canales que cubran la misma frecuencia.

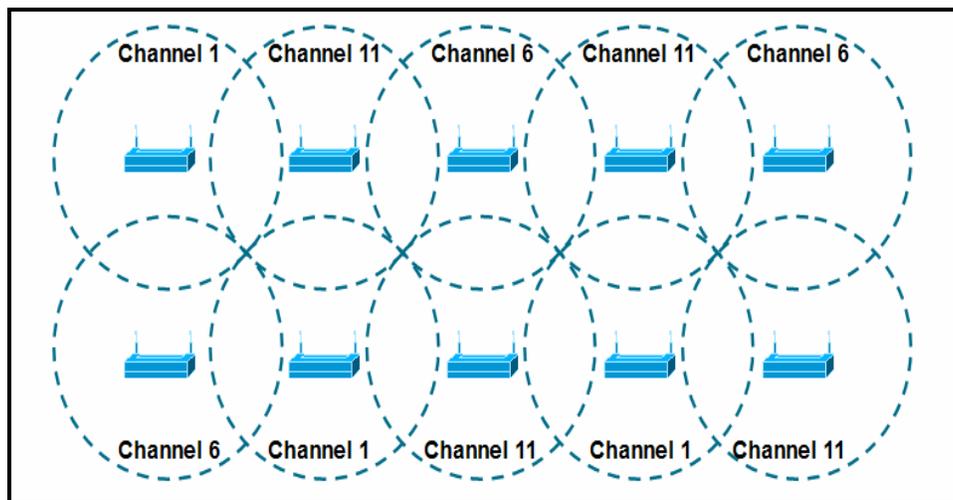


Fig. 3.34 Ejemplo de sitio de estudio de canales

### 3.2.5 PREVINIENDO LAZOS DE RED

Es importante evitar que las configuraciones punto multipunto causen lazos. Un lazo ocurre cuando se crean dos caminos de red paralelos entre dos

LAN's, mientras cruzan paquetes para ser regenerados continuamente a través de los dos caminos paralelos. Esta situación da en el futuro a la red la un tráfico excesivo inutilizable y que está generándose por el lazo.

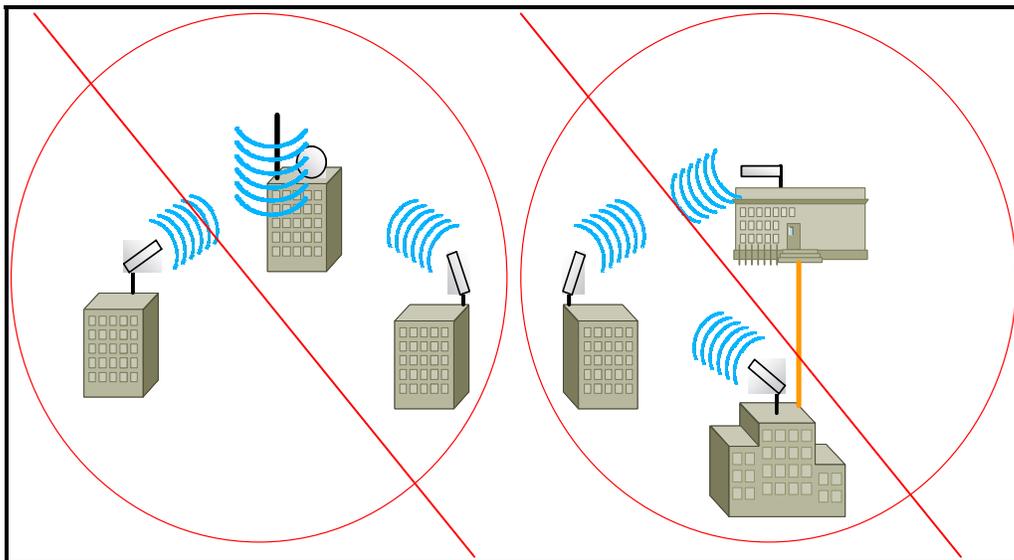


Figura 3.35 Configuraciones que causan lazos de red

### 3.2.6 CONFIGURACIÓN STAND-ALONE

En una variación de punto multipunto, un AP central puede configurarse para no ser conectado a una LAN alamburada. En cambio, el AP se usa como un relay. Por ejemplo, en la figura 3.36 los edificios del área 2 pueden estar demasiado lejos para un link inalámbrico eficaz y el edificio B no pueda tener una red. UN AP puede configurarse en B sin embargo para unirse área 1 y área 2.

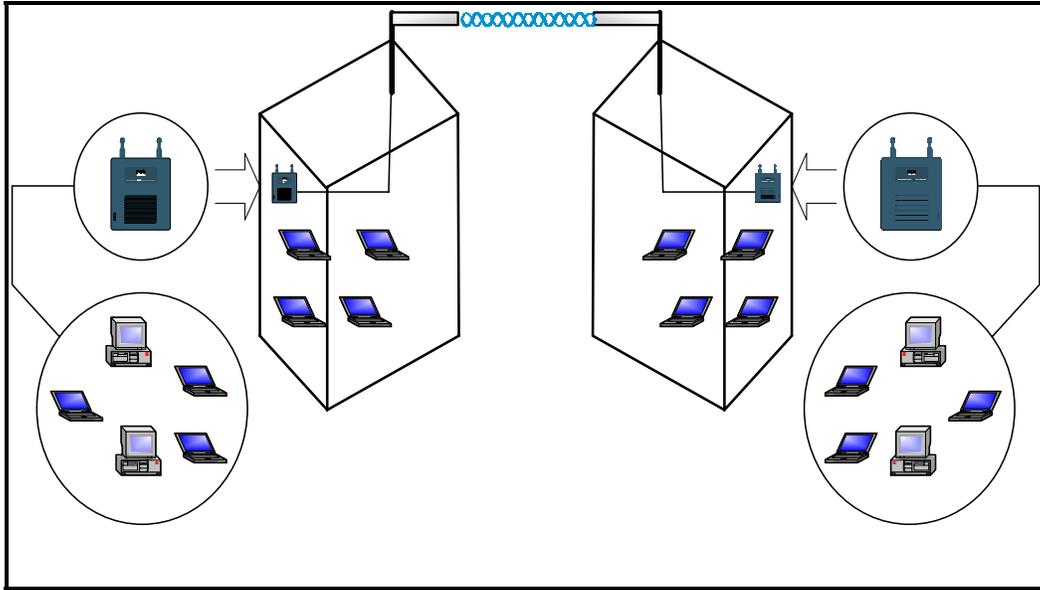


Figura 3.36 Conectando LAN's de diferentes edificios

## CAPITULO 4

PC

PC

## **4. FUNDAMENTACION LEGAL Y LEGISLACION DE LAS TELECOMUNICACIONES**

### **4.1 REGLAMENTO PARA EL OTORGAMIENTO DE TÍTULOS HABILITANTES PARA LA OPERACIÓN DE REDES PRIVADAS**

Resolución 017-02-CONATEL- 2002

CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CONATEL

Considerando:

Que el literal d) del artículo innumerado tercero del artículo 10 de la Ley Reformatoria a la Especial de Telecomunicaciones faculta al Consejo Nacional de Telecomunicaciones a expedir normas para regular la prestación de los servicios de telecomunicaciones;

Que es necesario que la instalación de redes privadas cumpla con los requisitos que constan en la legislación vigente y, En uso de sus facultades legales y reglamentarias,

Resuelve:

Expedir el siguiente **“Reglamento para el Otorgamiento de Títulos Habilitantes para la Operación de Redes Privadas”**

#### **4.1.1 GENERALIDADES**

**Art. 1.-** Objeto; El presente reglamento tiene por objeto regular los procedimientos para la instalación y el otorgamiento de los títulos habilitantes,

para la operación de redes privadas de acuerdo a lo establecido en el Reglamento General a la Ley Especial de telecomunicaciones.

**Art. 2.-** Definición.- Redes privadas son aquellas utilizadas por personas naturales o jurídicas exclusivamente, con el propósito de conectar distintas instalaciones de su propiedad que se hallen bajo su control. Su operación requiere de un permiso.

Una red privada puede estar compuesta de uno ondas circuitos arrendados, líneas privadas virtuales, infraestructura propia o una combinación de estos. Dichas redes pueden abarcar puntos en el territorio nacional y el extranjero. Una red privada puede ser utilizada para la transmisión de voz, datos, sonidos, imágenes o cualquier combinación de estos.

**Art. 3.** Definiciones aplicables.- Las definiciones de los términos técnicos usados en el presente Reglamento serán las establecidas en la Ley especial de Telecomunicaciones y su Reglamento General.

**Art. 4.-** Limitación de uso.- Las redes privadas serán utilizadas únicamente para beneficio de un solo usuario y no podrán sustentar bajo ninguna circunstancia la prestación de servicios a terceros. Las redes privadas no podrán interconectarse entre sí, ni tampoco con una red pública. Se considerará como un solo usuario a:

- a) Cualquier grupo de personas naturales dentro del cuarto grado de consaguinidad o segundo de afinidad; o,
- b) Dos o más personas jurídicas, sí:
  - 1) El cincuenta y uno por ciento (51%) o más del capital social de una de ellas pertenece directamente o a través de terceros a la titular del permiso; o, control de una matriz común.

**Art. 5.- Prohibición de uso.-** Una red privada no podrá ser utilizada, directa o indirectamente, para prestar servicios de telecomunicaciones en el territorio nacional o en el extranjero. Por lo tanto, no podrá realizar transmisiones a terceros hacia o desde una red pública dentro del país. Un representante debidamente autorizado por cada título habilitante para operara una red privada entregará anualmente a la superintendencia un certificado confirmado que dicha red esta siendo operada de conformidad con este reglamento.

**Art. 6.- Título habilitante.-** La operación de redes privadas, requiere de un título habilitante, que Será un permiso otorgad9o pro la Secretaria nacional de Telecomunicaciones, previa autorización del consejo Nacional de Telecomunicaciones.

**Art. 7.- Solicitud y duración.-** Cualquier persona natural o jurídica, domiciliada en el país, podrá solicitar a la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones, un permiso para la operación de redes privadas. El plazo de duración de los permisos será de cinco (5) años, prorrogables por igual periodo, a solicitud escrita del interesado, presentada con tres meses de anticipación al

vencimiento del plazo original, siempre y cuando haya cumplido con los términos y condiciones del título habilitante. Cumplido el plazo el permiso caducara ex lege.

**Art. 8.-** Requerimientos.- Las solicitudes para el otorgamiento de títulos habilitantes para la operación de redes privadas deberán acompañarse con los documentos y previo el cumplimiento en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones:

- a) Identificación y generales de ley del solicitante;
- b) Proyecto técnico de la red a operara, y,
- c) Requerimientos de conexión

**Art. 9.-** Proyecto técnico.- El proyecto técnico, elaborado por un ingeniero en electrónica y telecomunicaciones, contendrá:

- a) Descripción de los equipos, sistema recursos principales, y los requisitos de conexión interna y externa;
- b) Descripción técnica detallada de la red propuesta incluyendo los puntos geográficos de conexión; con redes existentes en caso de existir circuitos alquilados como parte de la red privada; y,
- c) Identificaron de los recursos del espectro radioeléctrico necesarios para operara la red y la respectiva solicitud de concesión.

En caso de utilizar los servicios de cualquier servicio portador, el solicitante deberá adjuntar portador, el solicitante deberá adjuntar copia simple del contrato respectivo.

Para efecto de la conexión se sujetara a lo dispuesto en el respectivo reglamento.

Toda la información anterior estará considera cada confidencial con excepción de la identificación del solicitante.

**Art. 10.-** Contenido de titulo habilitante.- El titulo habilitante especificara por lo menos:

- a) El objeto;
- b) La descripción de la red privada, autorizada y ubicación geográfica; y,
- c) Las causales de revocatoria y caducidad del permiso.

No se otorgaran títulos habilitantes de índole genérica, abierta o limitada.

**Art. 11.-** Solicitud y requisitos generales.- En el caso de títulos habilitantes que no requieran de concesión para el uso de frecuencias, La secretaria entregara su informe al Consejo Nacional de Telecomunicaciones en el termino de veinte (29) días contadas a partir de la fecha de presentación de la solicitud. Si el informe de la secretaria es favorable y no hay oposición, la solicitud se considerar aprobada a menos que el Consejo Nacional de Telecomunicaciones emita un decisión negativa, en el termino determinado en el Reglamento

General a la Ley Especial de Telecomunicaciones. Para efectos de oposición de terceros, La secretaria publicara, en su página electrónica las solicitudes presentadas mientras transcurre el término para presentación de su informe. Cuando estén involucradas concesiones para el uso de espectro radioeléctrico los efectos del silencio administrativo se sujetaran a las, normas del reglamento respectivo.

**Art. 12.-** Oposición.- En caso de oposición de un legítimo interesado, las partes podrán ejercer su derecho de legítima defensa presentada pruebas y exposiciones en el reglamento pertinente.

**Art. 13.-** Requisito Especial.- Los títulos habilitantes para operación de una red privada otorgados por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, que requieren uso del espectro radioeléctrico deben obtener, además, el correspondiente título habilitante para la asignación del espectro radio electrónico, debiendo realizarse los dos tramites simultáneamente. Una vez aprobados los documentos y calificado el estudio técnico por la secretaria nacional de telecomunicaciones e procederá a la entrega y registro del título habilitante para la operación de la red, previa autorización del Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

**Art. 14.-** Modificaciones de la configuración de la red.- Toda modificación a adición a la infraestructura sobre la que se soporta la red debe ser reportada a la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones así como a la Superintendencia de Telecomunicaciones.

La Secretaria Nacional de Telecomunicaciones registrara los cambios de configuración ene el Registro Nacional de Telecomunicaciones.

**Art. 15.- Derechos.-** Por concepto de derechos por los títulos habilitantes, los permisionarios pagaran el valor de 500 dólares de los Estados Unidos de América. Todo anexo o modificación al permiso original será gratuito siempre y cuando no implique el uso de espectro radioeléctrico o servicios que se encuentren sujetos a tasas, gravámenes, pago de derechos u otro, en cuyo caso deberán pagarse los correspondientes valores.

**Art. 16.-Costos adicionales.-** Los costos de administración de contratos, registro, control y gestión serán retribuidos, mediante derechos fijados pero los organismos competentes, en función de los gastos que demanden dichas taras para los organismo de administración y control.

**Art. 17.- Renovaciones.-** Si la configuración de la red hubiese cambiado, el titular deberá presentar las actualizaciones de la misma. Si no hubiese cambiado la configuración de la red se procederá a la renovación con la actualización del certificado de existencias legal, la presentación del Registro único de Contribuyente y la cancelación del valor correspondiente por concepto de renovación. La renovación procederá solamente si el permisionario ha cumplido con las obligaciones que le imponen la ley, los reglamento y el titulo habilitante respectivo.

**Art. 18.- Revocatorias.-** El incumplimiento de las condiciones y términos del título habilitante conllevará la caducidad del mismo, previa declaratoria de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones sin perjuicio de la aplicación de las causales aplicables que consten en el Estatuto Jurídico de la Función Ejecutiva. El permiso podrá ser revocado en cualquier momento por razones de oportunidad o legitimidad por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

**Art. 19.- Órgano de control.-** La operación de las redes privadas, esta sujeta a las normas de regulación, control y supervisión, emitidas por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y la Superintendencia de Telecomunicaciones, de conformidad con las potestades que corresponden a dichos organismos.

**Art. 20.- Control.-** La Superintendencia de Telecomunicaciones podrá realizar los controles que sean necesarios a la operación de las redes privadas con el objeto de garantizar el cumplimiento de la normativa vigente y de los términos y condiciones bajo los cuales se hayan otorgado los títulos habilitantes, y podrá supervisar e inspeccionar, en cualquier momento, las instalaciones de dichas redes, a fin de garantizar que no estén violando lo previsto en el presente Reglamento. Los titulares deberán facilitar las labores de inspección de la Superintendencia y proporcionar la información indispensable para fines de control.

**Art. 21.- Obligación del titular.-** El titular deberá permitir y facilitar los controles que la Superintendencia de Telecomunicaciones requiera así como

proporcionar la información técnica necesaria para la administración del contrato y supervisión de la red.

**Art. 22.-** Delegación Administrativa.- El Secretario Nacional de Telecomunicaciones podrá delegar a las direcciones regionales la capacidad de tramitar, para su posterior aprobación por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, dentro del ámbito de su competencia, los correspondientes títulos habilitantes de operación de redes privadas, así como el cobro de los correspondientes derechos. Sin embargo toda la documentación deberá reposar, en originales, en el Registro Nacional de Telecomunicaciones.

Las redes privadas que se encuentren actualmente operando tendrán un plazo de 60 días contados a partir de la expedición del presente Reglamento para cumplir con las obligaciones aquí establecidas.

El presente Reglamento entrará en vigencia a partir de la fecha de su publicación en el Registro Oficial. Dado en Quito, 29 de enero de 2002.

## **4.2 NORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE ESPECTRO ENSANCHADO**

Resolución 538-20-CONATEL- 2000

CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CONATEL

Considerando:

Que mediante Ley 94 del 4 de agosto de 1995, promulgada en el Registro Oficial 770 del 30 de agosto del mismo año, fue dictada la Ley Reformativa a la Ley Especial de Telecomunicaciones, mediante la cual crea el Consejo Nacional de Telecomunicaciones CONATEL;

Que el espectro radioeléctrico es un recurso natural limitado y que al no ser utilizado en forma eficiente se desperdicia, en perjuicio del Estado;

Que los sistemas que hacen uso del espectro radioeléctrico en forma eficiente permiten la mejor administración del mismo;

Que los sistemas que utilizan la tecnología de espectro ensanchado (Spread Spectrum), utilizan una baja densidad de interferencia;

Que los sistemas que utilizan esta tecnología pueden coexistir con sistemas de banda angosta, lo que hace posible aumentar la eficiencia de utilización del espectro radioeléctrico;

Que estos sistemas poseen una notable inmunidad a las interferencias que provienen de emisiones similares o de sistemas convencionales haciendo posible la compartición en la misma banda de frecuencia;

Que se hace necesaria la regulación para la operación de sistemas que utilizan esta tecnología.

En uso de las atribuciones legales que le confiere el artículo 10, Título I, artículo innumerado tercero de la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones, y en concordancia con el artículo 41 (actual 88) del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, promulgada según Registro Oficial 832 del 29 de noviembre de 1995,

Resuelve:

Expedir la siguiente **“Norma para la Implementación y Operación de sistemas de Espectro Ensanchado”**

#### **4.2.1 GENERALIDADES**

**Art. 1.-** Objetivo.- La presente Resolución tiene por objeto, normar la instalación y operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilizan la técnica de espectro ensanchado (Spread Spectrum) en las bandas que determine el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL.

**Art. 2.-** Régimen Legal.- La implementación y operación de sistemas de espectro ensanchado, se regirá por la Ley Especial de Telecomunicaciones, Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones, Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, Reglamento General de Radiocomunicaciones y la presente Norma.

**Art. 3.-** Definición de sistema de espectro ensanchado.- Sistema que utiliza la técnica de codificación, en la cual la señal transmitida es expandida y enviada sobre un rango de frecuencias mayor que el mínimo requerido por la señal de información.

**Art. 4.-** Términos y definiciones.- Para esta Norma, se utilizarán los términos que tienen las siguientes definiciones:

Los términos y definiciones para la aplicación de la presente Norma, son los que constan en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, Reglamento General de Radiocomunicaciones y en el glosario de términos de esta Norma. Lo que no está definido en dichos reglamentos se sujetará al glosario de términos y definiciones de la UIT.

**Art. 5.-** Solicitud de registro.- Los interesados en instalar y operar sistemas de espectro ensanchado de gran alcance, en cualquier parte del territorio nacional, deberán presentar la solicitud para el registro correspondiente, dirigida a la SNT, adjuntando el estudio de ingeniería, elaborado por un ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones, describiendo la configuración del sistema a operar, el número del certificado de homologación del equipo a utilizar, las características del sistema radiante, las coordenadas geográficas donde se instalarán las estaciones fijas o de base de sistema móvil, localidades a cubrir, y los demás datos consignados en el formulario que para el efecto pondrá a disposición la SENATEL.

El registro será por un período de 5 años y podrá ser renovado previa solicitud del interesado, dentro de los treinta (30) días anteriores a su vencimiento.

**Art. 6.-** Registro.- El registro se lo realizará en la SNT previa el pago de los valores establecidos en el artículo 15 de esta Norma.

**Art. 7.-** Delegación del Secretario.- El CONATEL autoriza al Secretario, realizar el registro de todos los sistemas de espectro ensanchado privados. La SNT podrá negar motivadamente el registro para los sistemas de gran alcance.

**Art. 8.-** Características de los sistemas de espectro ensanchado.- Los sistemas de espectro ensanchado son aquellos que se caracterizan por:

- a) Distribución de la energía media de la señal transmitida, dentro de un ancho de banda mucho mayor que el ancho de banda de la información;
- b) La energía de la señal emplea un código pseudoaleatorio independiente al de los datos;
- c) Mayor ancho de banda de transmisión, con una densidad espectral de potencia más baja y un mayor rechazo de las señales interferentes de sistemas que operan en la misma banda de frecuencias;

- d) Posibilidad de compartir el espectro de frecuencias con sistemas de banda angosta convencionales, debido a que es posible transmitir una potencia baja en la banda de paso de los receptores de banda angosta.
- e) Permiten rechazar altos niveles de interferencias;
- f) La señal transmitida resultante, con secuencia directa, es una señal de baja densidad de potencia y de banda ancha que se asemeja al ruido. La señal transmitida resultante con salto de frecuencia permanece un corto período de tiempo en cada frecuencia de salto de la banda y no repite el uso del canal hasta después de un largo período de tiempo;
- g) Permite alta privacidad de la información transmitida;
- h) La codificación de la señal proporciona una capacidad de direccionamiento selectiva, lo cual permite que usuarios que utilizan códigos diferentes pueden transmitir simultáneamente en la misma banda de frecuencias con una interferencia admisible;
- i) Utilización eficaz del espectro, debido a la mayor confiabilidad en la transmisión, en presencia de desvanecimientos selectivos, que los sistemas de banda angosta; y,
- j) Tiene ganancia de procesamiento.

**Art. 9.-** Clases de sistemas de espectro ensanchado:

- a) Espectro ensanchado por Secuencia Directa (Direct Sequence).-  
Técnica de modulación que mezcla la información de datos digital con una secuencia pseudoaleatoria digital de alta velocidad que expande el espectro. Esta señal es mezclada en un modulador con una frecuencia portadora entregando una señal modulada BPSK o QPSK, para obtener una emisión con baja densidad espectral, semejante al ruido;
  
- b) Espectro ensanchado por Salto de Frecuencia (Frequency Hopping).-  
Técnica de ensanchamiento en el cual la frecuencia portadora convencional es desplazada dentro de la banda varias veces por segundo de acuerdo a una lista de canales pseudoaleatoria. El tiempo de permanencia en un canal es generalmente menor a 10 milisegundos; y,
  
- c) Espectro ensanchado híbrido.- Combinación de las técnicas de estructuración de la señal de espectro ensanchado por secuencia directa y por salto de frecuencia.

**Art. 10.-** Operación y configuración de sistemas de espectro ensanchado en la bandas ICM:

- a) Se aprobará la operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilicen la técnica de espectro ensanchado, en las bandas de frecuencias ICM indicadas a continuación:

Banda de Frecuencia		
902	928	MHz
2.400	2.483	MHz
5.725	5.850	MHz

Tabla 4.- Bandas de Frecuencia ICM

Los sistemas que utilicen la tecnología de espectro ensanchado no deberán causar interferencia a otros sistemas de radiocomunicaciones trabajen en estas bandas;

b) La operación de los sistemas en modo de espectro ensanchado de secuencia directa, salto de frecuencia o híbridos, se aprobará con las siguientes configuraciones:

- Sistemas fijos punto a punto;
- Sistemas fijos punto-multipunto;
- Sistemas móviles;

-Sistemas de explotación: cuando la aplicación que se dé a un sistema de espectro ensanchado corresponda a la prestación de un servicio de telecomunicaciones, se deberá tramitar paralelamente el título habilitante requerido de conformidad con la Ley Especial de Telecomunicaciones y su Reglamento General.

**Art. 11.-** Bandas de frecuencias.- El CONATEL aprobará la operación en bandas distintas a las indicadas en el artículo 10 cuando la producción de

equipos sea estándar por parte de los fabricantes, y que a su tiempo se describirán en el formulario de solicitud, al que se hace referencia en el artículo 5. Asimismo, el CONATEL aprobará también las características técnicas de los equipos en bandas distintas a las indicadas.

**Art. 12.-** Sistemas de reducido alcance.- Son sistemas que utilizan espectro ensanchado para aplicaciones de transmisión de datos en redes de área local (LAN), telemetría, lectura remota, PBX y teléfonos inalámbricos, cuya potencia de salida del transmisor sea menor o igual a 100 milivatios (mW). La antena deberá ser omnidireccional con una ganancia máxima de 1 dBi y encontrarse adherida al equipo. Estos sistemas también deberán registrarse.

Dentro de los estándares que cumplen con estas especificaciones se encuentran: 802.11 y 802.11b del IEEE, Bluetooth, entre otros.

Los equipos que se comercialicen libremente en el país deberán contar con el certificado de homologación otorgado por la SNT, de conformidad con el artículo 14 de la presente Norma.

**Art. 13.-**Características de operación:

a) Categoría de atribución:

La operación de los sistemas de espectro ensanchado es a título secundario respecto a los sistemas ICM.

b) Potencia máxima de salida

Para los sistemas con salto de frecuencia o secuencia directa que operen en las bandas de 2.400 – 2.483,5 MHz ó 5.725 – 5.850 MHz, la potencia máxima de salida del transmisor autorizado será de 1 vatio.

Para los sistemas con salto de frecuencia que operen en la banda de 902 – 928 MHz la potencia máxima de salida del transmisor será la siguiente:

Sistemas que empleen por lo menos 50 saltos de frecuencia: 1 vatio; y,  
Sistemas que empleen entre 25 y 50 saltos de frecuencias: 0,25 vatios.

Si la ganancia de la antena direccional empleada en los sistemas fijos punto a punto y punto-multipunto que operan en la banda 2.400 – 2.483,5 MHz es superior a 6 dBi, deberá reducirse la potencia máxima de salida del transmisor, de 1 vatio, en 1dB por cada 3 dB de ganancia de la antena que exceda de los 6 dBi. Los sistemas fijos punto a punto y punto-multipunto que operen en la banda 5.725 – 5.850 MHz podrán utilizar antenas con una ganancia superior a 6 dBi, sin reducir la potencia máxima del transmisor.

Los sistemas que no sean punto a punto y punto-multipunto, y que empleen antenas direccionales con ganancias superiores a 6dBi, deberán reducir la potencia máxima del transmisor, mencionada en los párrafos anteriores, en el mismo número de dB que sobrepase los 6dBi de ganancia de la antena.

c) Intensidad de campo eléctrico

La intensidad de campo máxima permitida para las emisiones de los equipos de espectro ensanchado, a que hace referencia esta Norma, deberá cumplir con los siguientes valores para las bandas mencionadas:

<b>Frecuencia asignada en las bandas (MHz)</b>	<b>Intensidad de campo de la Frecuencia fundamental (mV/m)</b>	<b>Intensidad de campo de las armónicas (uV/m)</b>
902 – 928	50	500
2.400 – 2483,5	50	500
5.725 – 5.850	50	500

Tabla5.- Intensidad de Campo Eléctrico

Los límites de intensidad de campo indicados en el cuadro 1 serán medidos a 3 metros de distancia de la antena y corresponden al valor medio.

La emisión de radiaciones fuera de la banda, con la excepción de las armónicas, deberá estar atenuada a lo menos 50 dB bajo el nivel de la frecuencia asignada;

d) Anchos de banda de emisión y condiciones de uso de los canales

Sistemas de salto de frecuencia:

- Los sistemas que empleen salto de frecuencia tendrán sus canales separados como mínimo a 25kHz, o en ancho de banda a 20dB del

canal de salto, el que sea mayor. Todos los canales serán usados en condiciones de igualdad en base a una lista de frecuencias administrada por una secuencia pseudoaleatoria;

- Para los sistemas de salto de frecuencia que operan en la banda 902 – 928 MHz, si el ancho de banda a 20dB del canal de salto de frecuencia es menor a 250 kHz, el sistema usará por lo menos 50 saltos de frecuencias y el promedio de tiempo de ocupación en cualquier frecuencia no podrá ser superior a 0,4 segundo dentro de un período de 20 segundos. Si el ancho de banda a 20 dB del canal de salto de frecuencia es mayor o igual a 250 kHz, el sistema deberá utilizar por lo menos 25 saltos de frecuencias y el promedio de tiempo de ocupación en cualquier frecuencia no deberá ser mayor que 0,4 segundos en un período de 10 segundos. El máximo ancho de banda a 20 dB permitido en un canal de salto es de 500 kHz.
- Los sistemas que operen con salto de frecuencia en las bandas de 2.400 – 2.483,5 MHz y 5.725 – 5.850 MHz deberán utilizar por lo menos 75 saltos de frecuencias. El ancho de banda máximo a 20 dB del canal de salto será de 1 MHz. El promedio de tiempo de ocupación de cualquier frecuencia no deberá ser mayor a 0,4 segundos en un período de 30 segundos.

Sistemas de secuencia directa:

- Los sistemas de espectro ensanchado que operen con secuencia directa, tendrán un ancho de banda a 6 dB de al menos 500 kHz; y,
- La densidad espectral pico de potencia de salida a la antena no deberá ser superior a 8 dBm en un ancho de 3 kHz durante cualquier intervalo de tiempo de transmisión continua.

e) Ganancia de procesamiento

Los sistemas que empleen secuencia directa deberán tener al menos 10 dB de ganancia de procesamiento y los de salto de frecuencia al menos 75 dB.

Los sistemas híbridos que empleen una combinación de salto de frecuencia y secuencia directa deberán tener una ganancia de procesamiento combinada de al menos 17 dB.

**Art. 14.- Homologación.-** Todos los equipos de espectro ensanchado que se utilicen en el país deberán ser homologados por la SNT, conforme lo establece el literal g) del artículo 56 (actual 103, lit. c) del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada.

Nota: Ver nota al octavo considerando

Los equipos, para los fines de homologación, se clasificarán en:

- Equipos de reducido alcance; y,
- Equipos de gran alcance.

#### a) Equipos de reducido alcance

La homologación de los equipos de reducido alcance se efectuará en base de las características estipuladas en el catálogo técnico del equipo. Estos equipos deberán cumplir con el artículo 12 de esta Norma. Se considerarán dentro de los estándares que cumplen con los requisitos de los equipos de reducido alcance los siguientes:

- 802. 11 y 802. 11b del IEEE;
- Parte 15.247 del FCC, con una potencia menor o igual a 100 mW;
- Bluetooth versión V.1
- BRETS 300.328 (Especificaciones técnicas de la Comunidad Europea para equipos de transmisión de datos que operen en la banda de 2,4 GHz y usen la técnica de espectro ensanchado);
- ISC RSS210 del Canadá
- TELECOM Radio Regulation de Japón; y, otros que el CONATEL considere pertinentes.

Todos los equipos de reducido alcance deberán tener adherida la antena a la caja de éste y, además, tener una antena con una ganancia máxima de 1 dBi.

#### b) Equipos de gran alcance

La homologación de los equipos de gran alcance se realizará para todos los equipos que tengan una potencia de salida de 100 mW o superior y que no tengan su antena adherida al equipo, o que la ganancia de la antena sea superior a 1 dBi. La homologación se realizará en base de una copia del

certificado de homologación que recibió el fabricante del equipo por parte de la FCC de los Estados Unidos, o de alguna administración de los países de la Comunidad Europea, de Canadá, Japón y otras que considere en el futuro el CONATEL. En todo caso, el equipo deberá cumplir con las características de los sistemas estipulados en el artículo 13 de esta Norma.

**Art. 15.-** Derechos para la operación de sistemas de espectro ensanchado.- Para el registro de los sistemas espectro ensanchado de gran alcance, el solicitante o usuario deberá cancelar anualmente por anticipado, por concepto de uso del espectro radioeléctrico, durante el período de cinco (5) años, el valor en dólares de los Estados Unidos de América, que resulte de la aplicación de la fórmula que se indica a continuación:

$$IA \text{ (Imposición Anual)} = 4 \times K \times B \times NTE \text{ (Dólares)}$$

Donde:

K = Índice de inflación anual

NA = Número de áreas de operación.

NTE = Es el número de estaciones fijas, bases y móviles y estaciones receptoras de triangulación de acuerdo al sistema.

B = 12	Para los sistemas punto a punto y punto – multipunto
B = 0.7 x NA	Para los sistemas móviles. (Se considerará para el cálculo de

	IA un NTE mínimo de cincuenta (50) estaciones, entre base y móviles).
B = 39	Para los sistemas de radiolocalización de vehículos (NTE es el número de estaciones de recepción de triangulación, que tendrá un valor mínimo de tres (3) estaciones).

Tabla 6.- Valores de constante para cálculos de Imposición Anual

**Art. 16.- Ejecución.-** De la ejecución de la presente Norma encárguese a la SNT.

**Art. 17.- Control.-** La Superintendencia de Telecomunicaciones realizará el control de los sistemas que utilicen esta tecnología y vigilará porque ellos cumplan con lo dispuesto en la presente Norma y las disposiciones reglamentarias pertinentes.

#### **Disposición transitoria**

Todos los sistemas que utilizan la tecnología de espectro ensanchado y que se encuentran en operación, deberán proceder a registrarse en la SNT y cumplir con lo dispuesto en esta Norma, en el plazo de 90 días a partir de la fecha de su publicación en el Registro Oficial.

### **4.3 NORMATIVAS DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

Aprobar Comisión Académica de la Facultad de Filosofía

Aprobar Consejo Directivo de la Facultad de Filosofía

Aprobar Comisión Académica de la Universidad de Guayaquil

Aprobar Consejo Universitario de la Universidad de Guayaquil

## **CAPITULO 5**

### **5. SITUACION ACTUAL DE LA RED EN LA FACULTAD DE FILOSOFIA DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

#### **5.1 SISTEMA ACTUAL EN LA FACULTAD DE FILOSOFÍA DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

Actualmente la Facultad de Filosofía no cuenta con un sistema de red en el que se manejen las aplicaciones informáticas y la administración de su red interna (Intranet).

Para solicitar un requerimiento desde un punto hacia los servidores académicos o viceversa se origina un proceso un poco tedioso para el manejo del transporte de la información debido al sistema actual que no están interconectadas las redes LAN's como una intranet.

### **5.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA RED ACTUAL Y SERVICIOS QUE OFRECE**

La facultad tiene instaladas redes LAN's independientes por cada piso de los edificios. Posee tres servidores, dos trabajan bajo Linux y uno bajo Windows en el que se encuentra instalado el sistema académico. Además posee un pull de concentradores o hubs que en conjunto son el centro de cómputo de la facultad, como se muestra en la figura 5.1 y 5.2

La facultad no posee ruteadores, firewalls o un sistema que garantice la seguridad de la red.

En la planta baja del edificio principal se encuentra instalado el rack de Comunicaciones IBM en el que están instalados y operativos hubs de las marcas 3COM e IBM, estos dispositivos no son administrables y están conectados mediante cables UTP multipar pero solo enlazan las redes de las unidades académicas ubicadas en la planta baja del edificio principal.

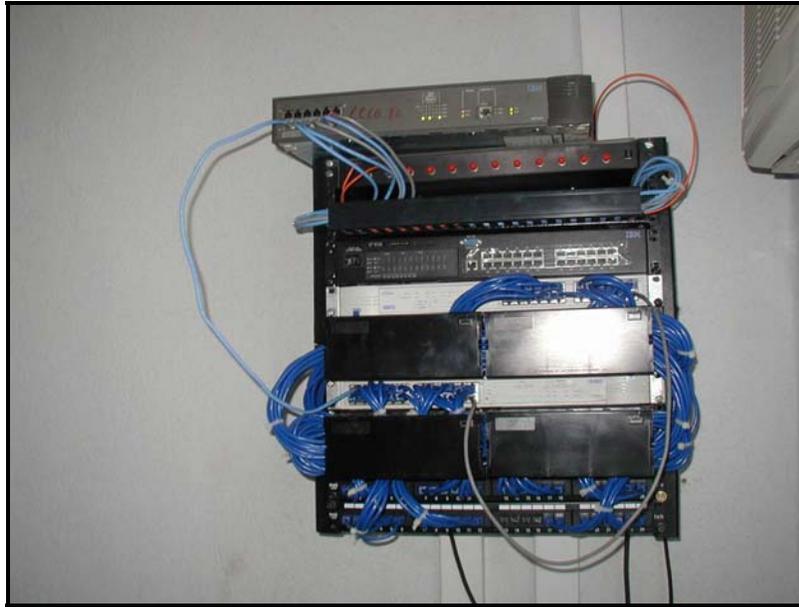


Fig. 5.1.- Equipos de comunicaciones del edificio Principal

De acuerdo a los datos proporcionados por la Facultad, ésta posee dos enlaces de comunicación para el servicio de Internet:

- Enlace de 256 Kbps compartido con toda la Universidad de Guayaquil y proporcionado por la Empresa Porta.
- Enlace de 256 Kbps clear channel proporcionado por la Empresa Telconet.

Los Laboratorios son utilizados para impartir clases de ingles, charlas, seminarios y clases de informática.



Fig. 5.2.- Servidores de Base de Datos y aplicaciones

La Institución cuenta con el Colegio Huerta Rendón con 2 laboratorios de cómputo, un jardín de Infantes con 1 laboratorio, sin embargo para el estudio no se va a tomar en cuenta esto debido a que está considerado como parte de otro proyecto de integración a nivel nacional.

La Facultad de Filosofía cuenta con 20000 estudiantes quienes tienen que utilizar a diario los laboratorios de computación de la Facultad, dichos

laboratorios se encuentran cableados y en red ethernet, sin embargo no se aprecia una verdadera infraestructura y seguimiento de normas fundamentales en el diseño de su red.

### **5.1.2 DEFINIENDO EL ALCANCE DEL CASO DE ESTUDIO**

Este caso de estudio trata las áreas de la Escuela de Filosofía, Escuela de Lenguas y Lingüística, departamento de Estudios a Distancia, sala de profesores y auditorios.

La red prevista debe ser fácil de adaptarse pues estos campos de estudio aumentan o cambian, además la estructura de la red debe ser flexible para asistir a las prioridades de la universidad.

### **5.1.3 RED ACTUAL DE LA FACULTAD DE FILOSOFIA**

La facultad cuenta actualmente con un sistema de red ethernet independientes entre si por pisos y edificios lo cual dificulta la comunicación con el servidor principal que se encuentra en la planta baja del edificio principal.

#### **5.1.3.1 EDIFICIO PRINCIPAL**

Este edificio tiene como objetivo principal ser netamente para las oficinas de coordinación de la facultad, aulas de postgrado y laboratorios.

Algunas de estas oficinas tienen puntos de red pero estas redes son independientes por piso, por lo que se implementará una interconexión entre ellas.

En la figura 5.3 se puede observar una vista panorámica del edificio. En las figuras 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 se puede apreciar algunas de las oficinas principales de este edificio.



Fig. 5.3 Edificio Principal



Fig. 5.4 Oficina Decanato



Fig. 5.5 Sala de Profesores



Fig. 5.5 - Oficina Decanato FT2

Fig. 5.6 Aula de Postgrado



Fig. 5.7 Laboratorio

En la figura 5.8, 5.9, 5.10, 5.11 observamos los planos digitales de cada piso del edificio.

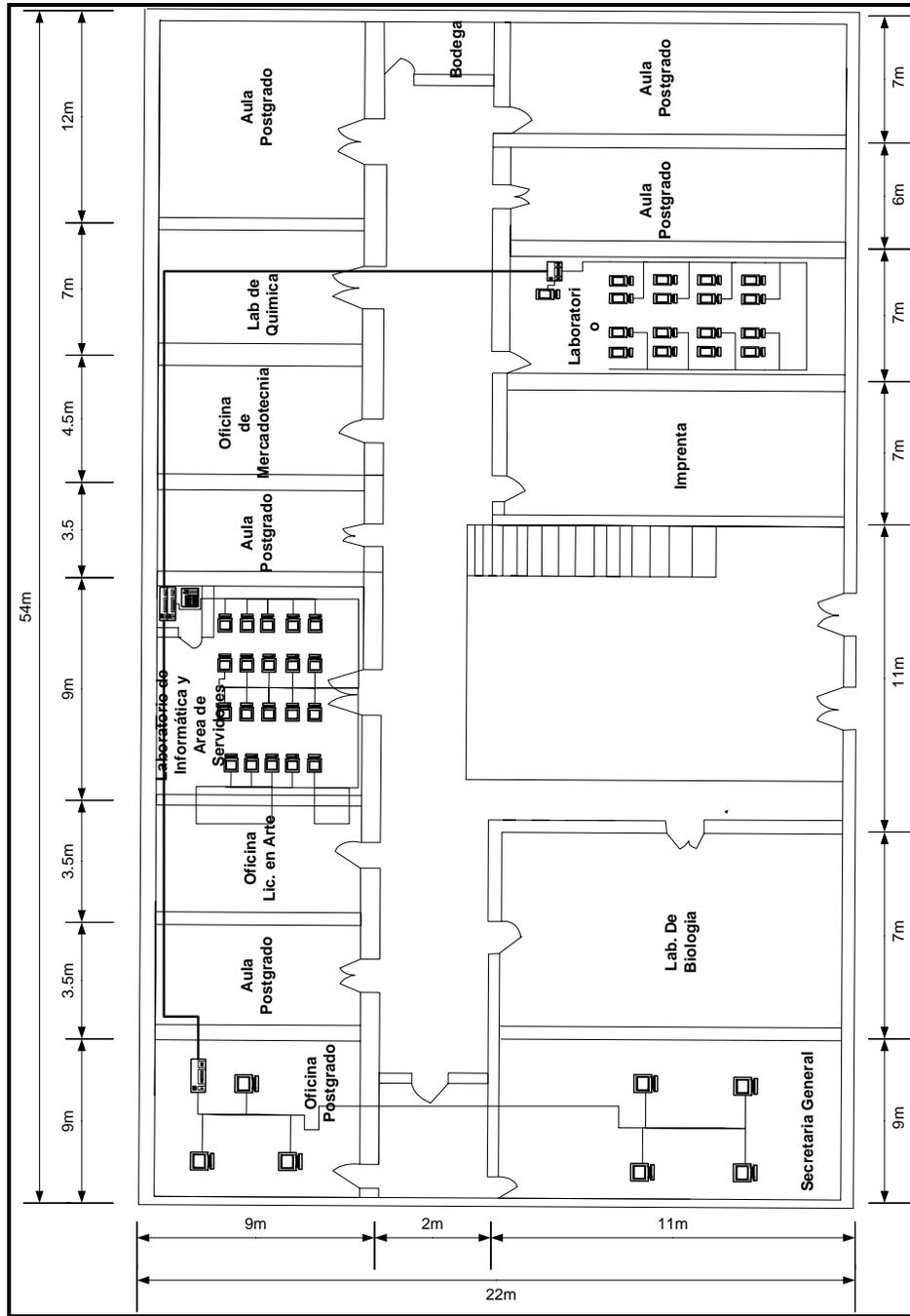


Fig. 5.8 Plano Digital Planta Baja – Edificio Principal

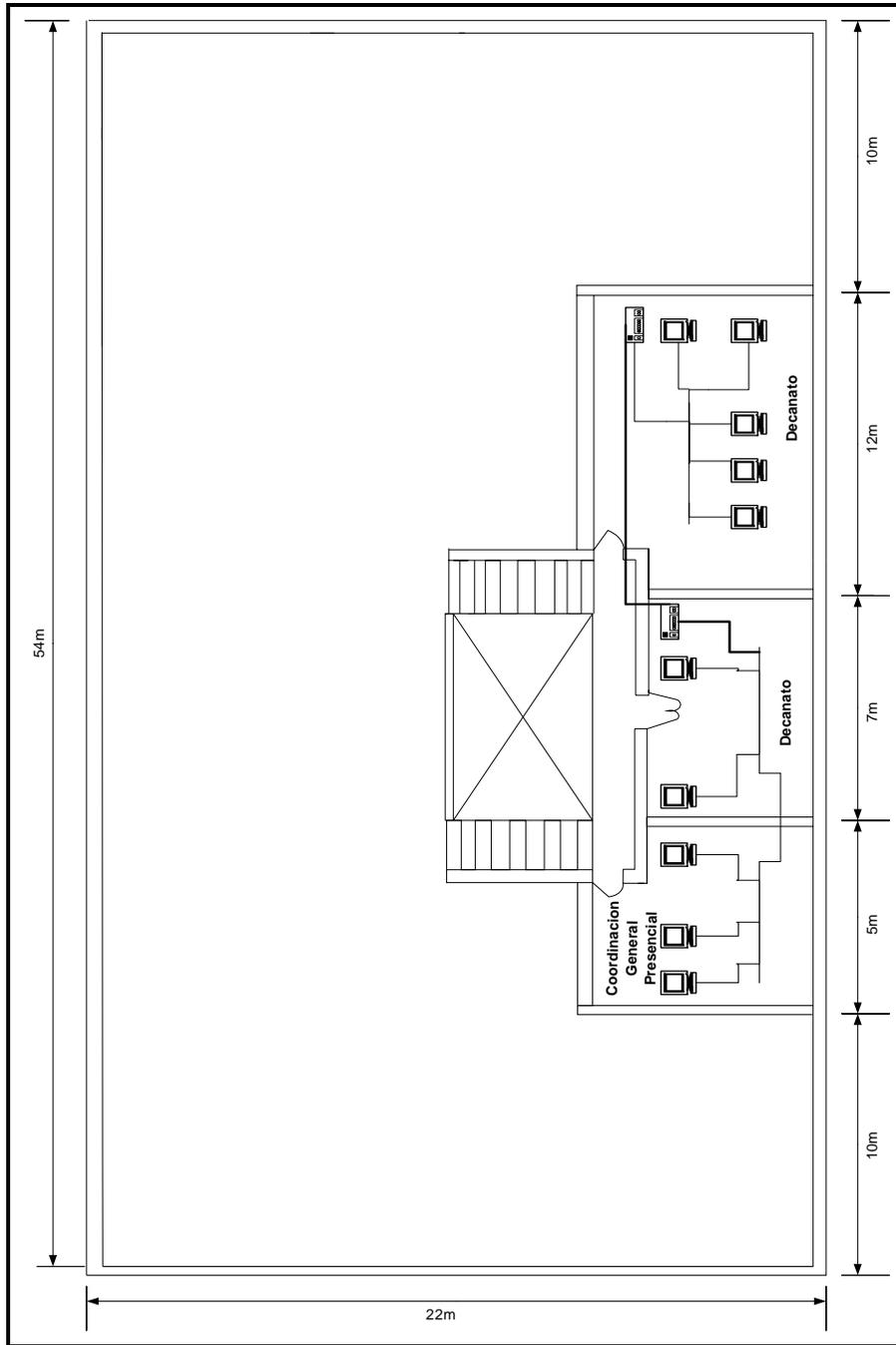


Fig. 5.9 Plano Digital Mezanine – Edificio Principal

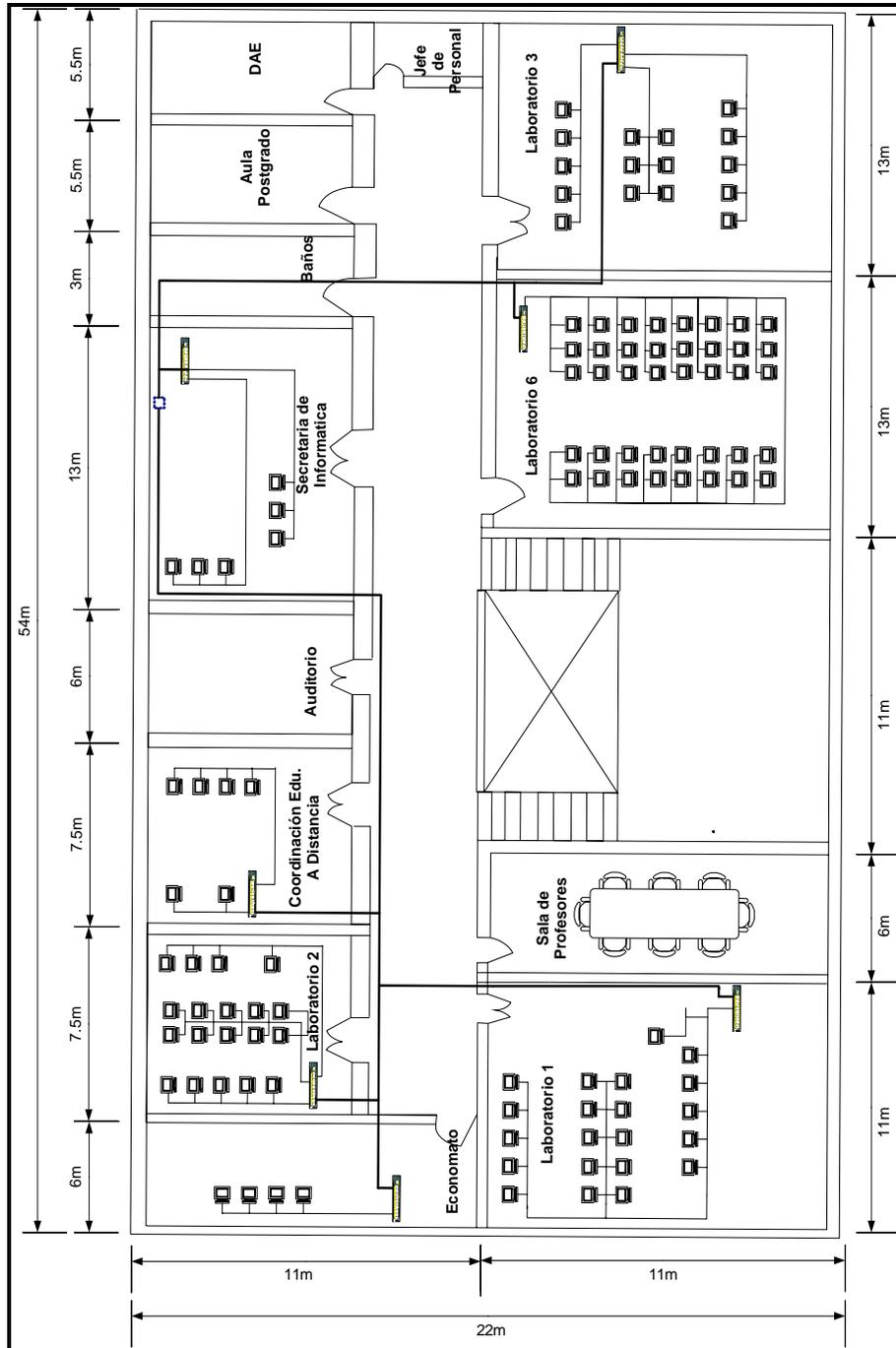


Fig. 5.10 Plano Digital Primer Piso – Edificio Principal

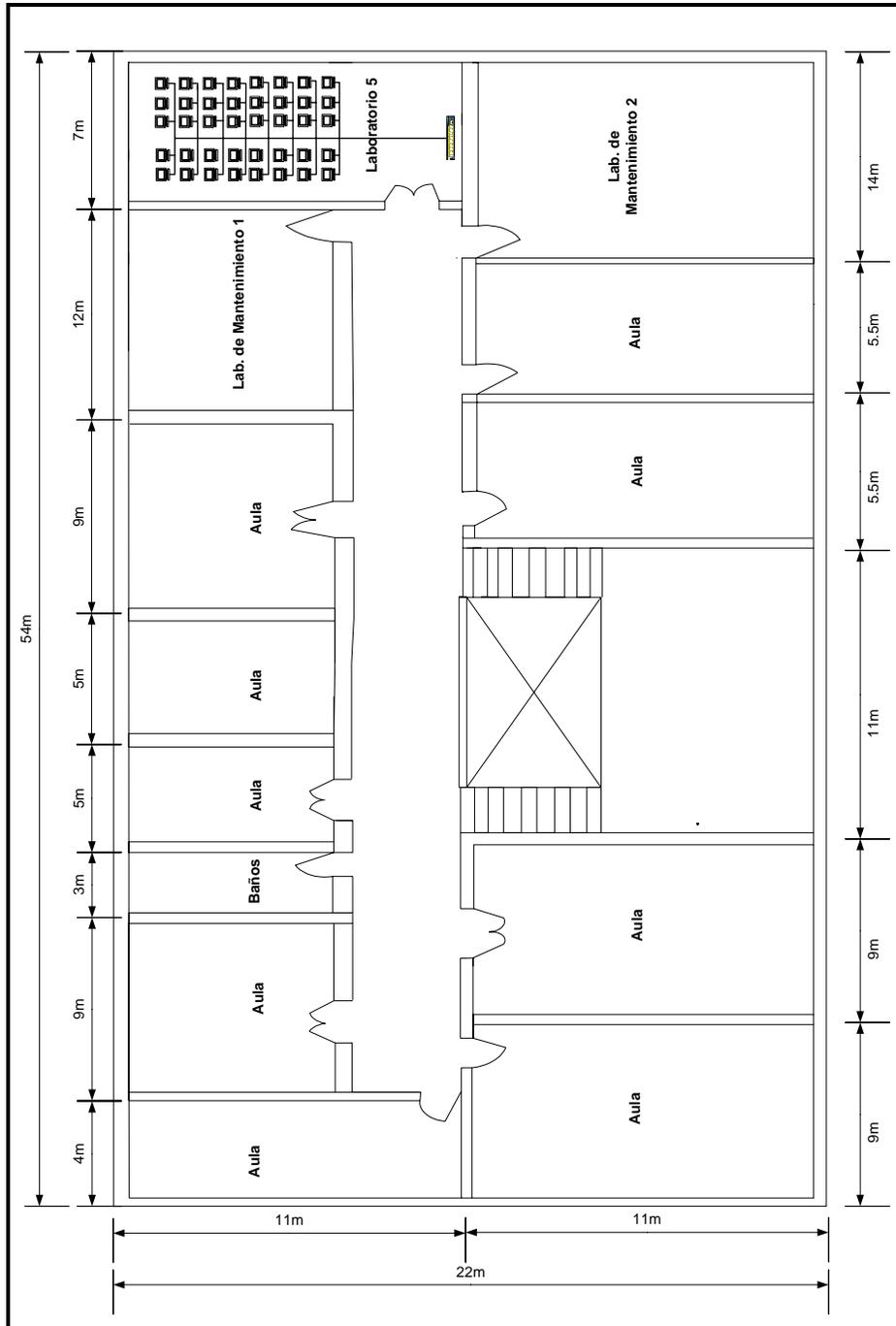


Fig. 5.11 Plano Digital Segundo Piso – Edificio Principal

### 5.1.3.2 EDIFICIO PÁRVULOS

Este edificio tiene como oficinas principales en su planta baja, la oficina de la dirección de párvulos, secretaria de párvulos, oficina y salón de practica

docente presencial y a distancia, laboratorio de física. Los cuales no tienen implementada una red LAN.

En la figura 5.12 se puede apreciar una foto panorámica del edificio de párvulos, además en las figuras 5.13, 5.14, y 5.15 se pueden apreciar sus principales oficinas.

De acuerdo a la inspección realizada en el área se observa que estas oficinas tienen un mobiliario de fácil movilización por lo que una red cableada fast ethernet con puntos de red ubicados en las paredes, sería un limitante para la readecuación de la oficina, además de los constantes cambios que lleva esta dirección debido a las actividades que en ella se realiza.

En la figura 5.16 se puede apreciar el plano digital de la planta baja del edificio.



Fig. 5.12 Edificio Párvulos



Fig. 5.13 Oficina de la Secretaria de Párvulos



Fig. 5.14 Oficina de la Dirección de Párvulos



Fig. 5.15 Laboratorio de Física

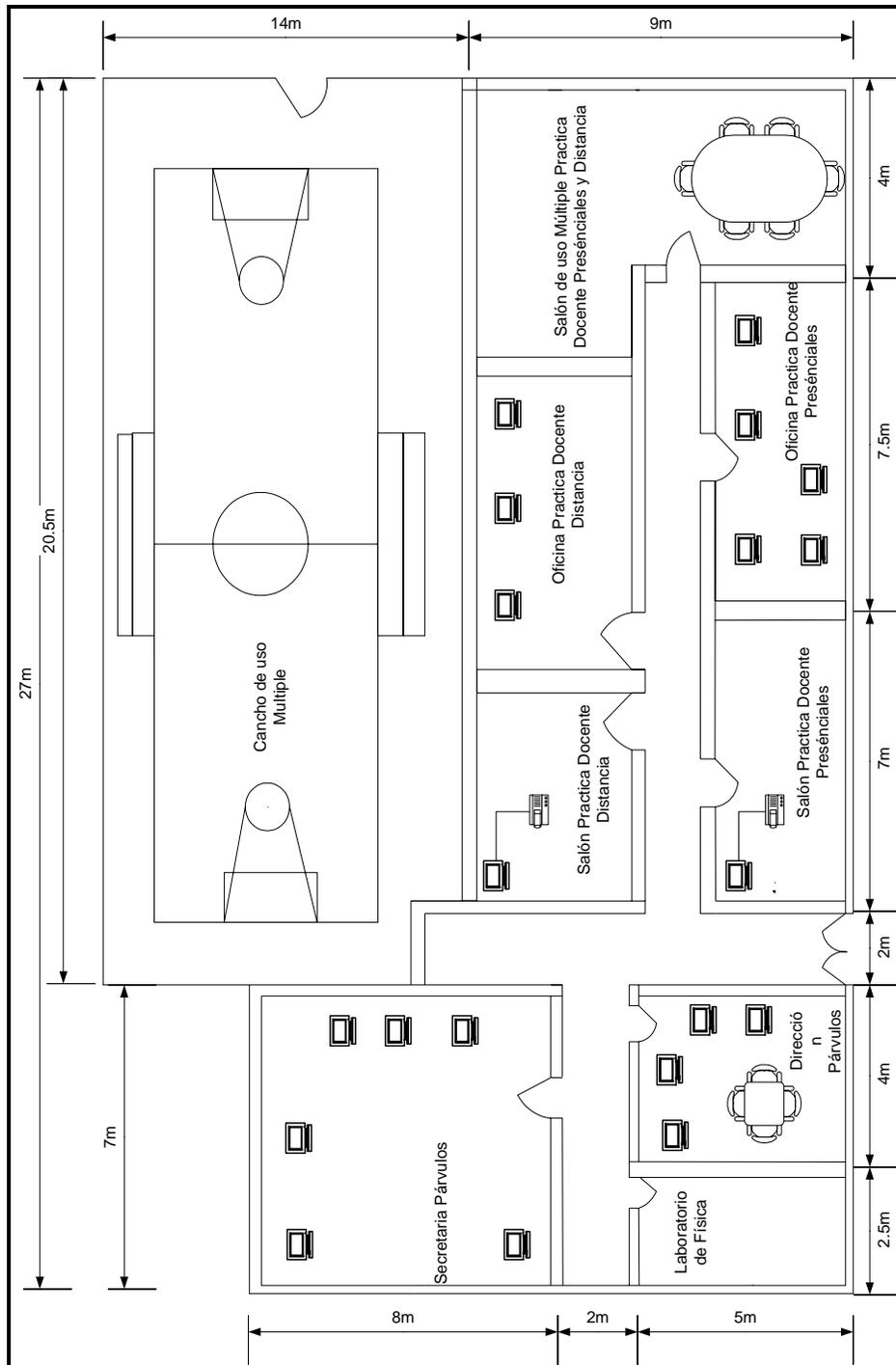


Fig. 5.16 Plano Digital Planta Baja - Edificio de Párvulos

### 5.1.3.3 EDIFICIO COMERCIO EXTERIOR

Este edificio tiene como oficinas principales en su planta baja, la oficina de la Secretaria de Educación a Distancia, Financiero Educación a Distancia y

Auditorio/Sala de Profesores. Los cuales tienen implementado una red LAN, que no está conectada a la Intranet de la facultad.



Fig. 5.17 Edificio Comercio Exterior

El área de la secretaria de educación a distancia, como se muestra en la figura 5.18. No se encuentra con mobiliario de división para cada secretaria o funcionaria del departamento debido al poco espacio en relación al número de personas que laboran en esta área, por lo que se complica la ubicación de los puntos de red para una LAN ubicados en las paredes.



Fig. 5.18 Oficina de Secretaria de Educación a Distancia



Fig. 5.19 Oficina Financiero Educación a Distancia

En la Figura 5.19 se puede observar que de igual situación como en la secretaria de Educación a distancia. El área no se encuentra con mobiliario de divisiones por los cambio de ubicación en momentos de matriculación y registros de estudiantes.

En la Fig. 5.20 se puede apreciar el plano de la planta baja del edificio y la estructura física de la red LAN que se encuentra instalada.

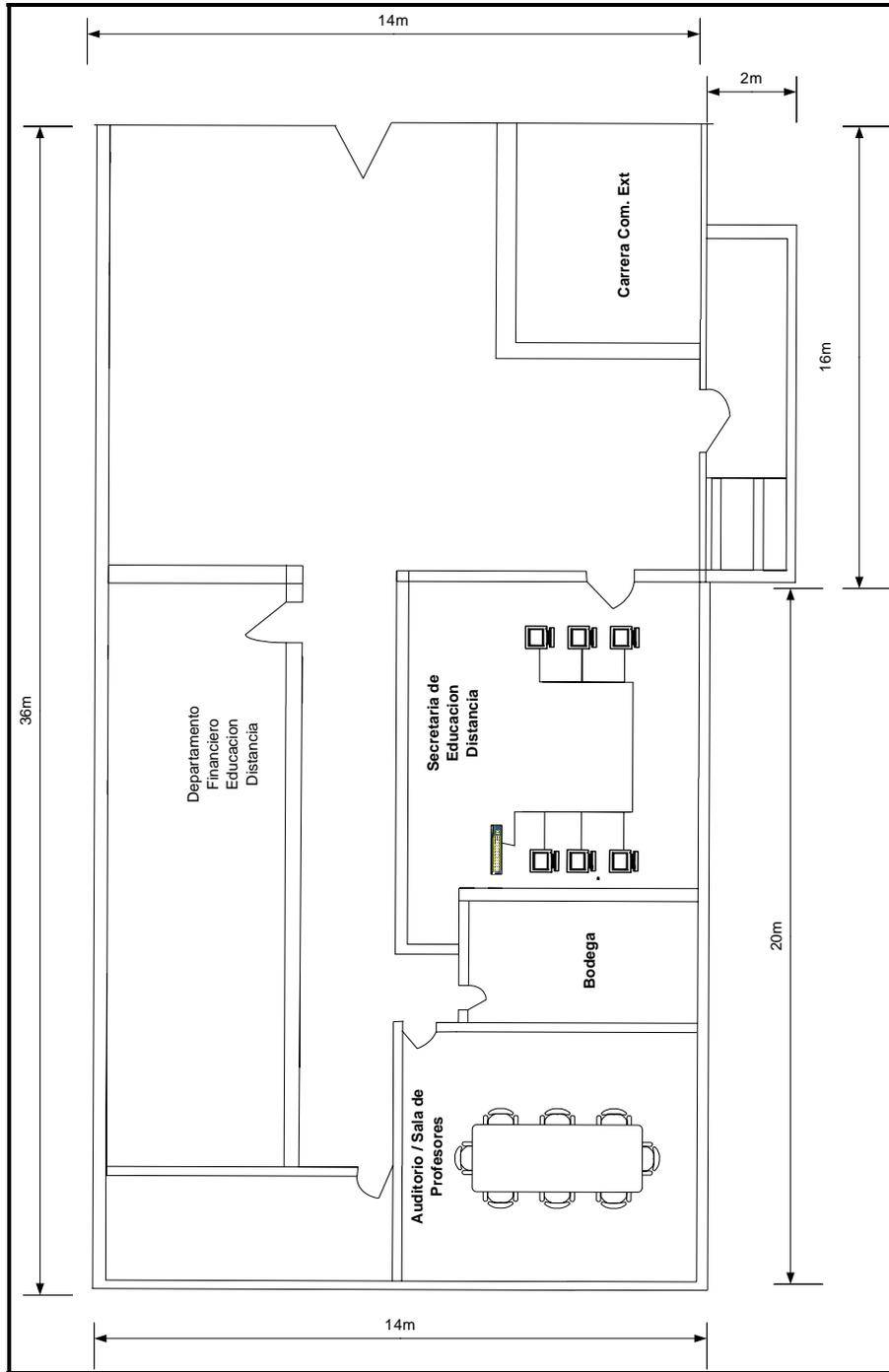


Fig. 5.20 Plano Digital Plana Baja - Edificio Comercio Exterior

#### **5.1.3.4 EDIFICIO LENGUAS**

Este edificio tiene como oficinas principales en su planta baja, la oficina de la secretaria de lenguas, auditorio/sala de profesores y dos salas

audiovisuales. En el primer piso tiene como oficinas principales la asociación de la escuela de lenguas, centro de información y documentación, y un laboratorio.

Este edificio cuenta con dos pequeñas redes LAN independientes, una en la secretaria de Lenguas y otra en el Laboratorio, pero no están conectadas a la Intranet de la facultad.



Fig. 5.21 Edificio de Lenguas

En la figura 5.21 se puede observar una vista panorámica del edificio de lenguas, en la figura 5.22, 5.23, 5.24, 5.25 se puede observar las oficinas principales del edificio de lenguas.



Fig. 5.22 Oficina de la Secretaria de Lenguas



Fig. 5.23 Sala de Profesores



Fig. 5.24 Centro de Información y Documentación



Fig. 5.25 Laboratorio

En la figura 5.26 se muestra el plano digital de la planta baja y en la 5.27 el plano digital del primer piso.

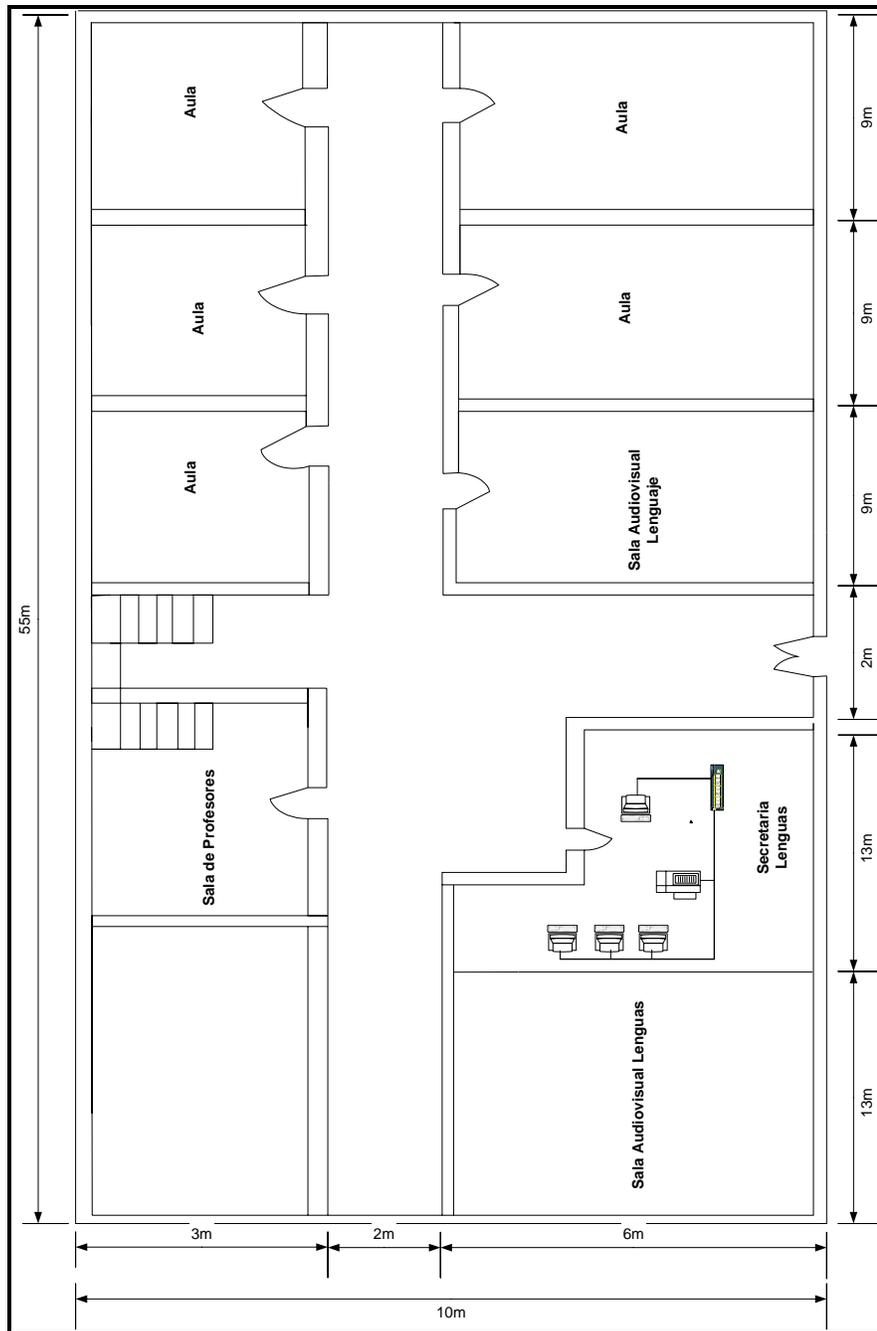


Fig. 5.26 Plano Digital Planta Baja - Edificio Lenguas

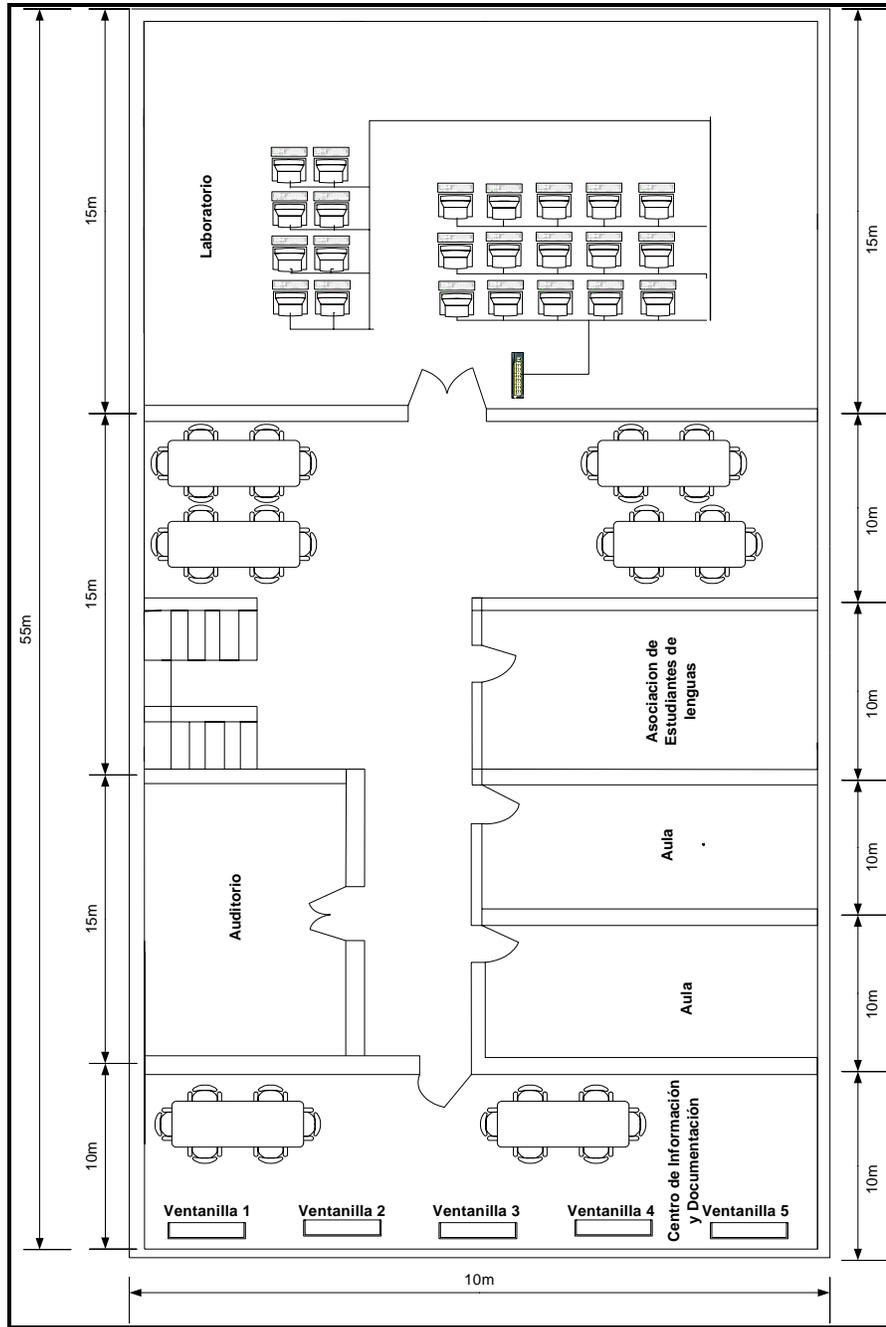


Fig. 5.27 Plano Digital Primer Piso - Edificio Lenguas

### 5.1.3.4 PLANO CONJUNTO DE LOS EDIFICIOS

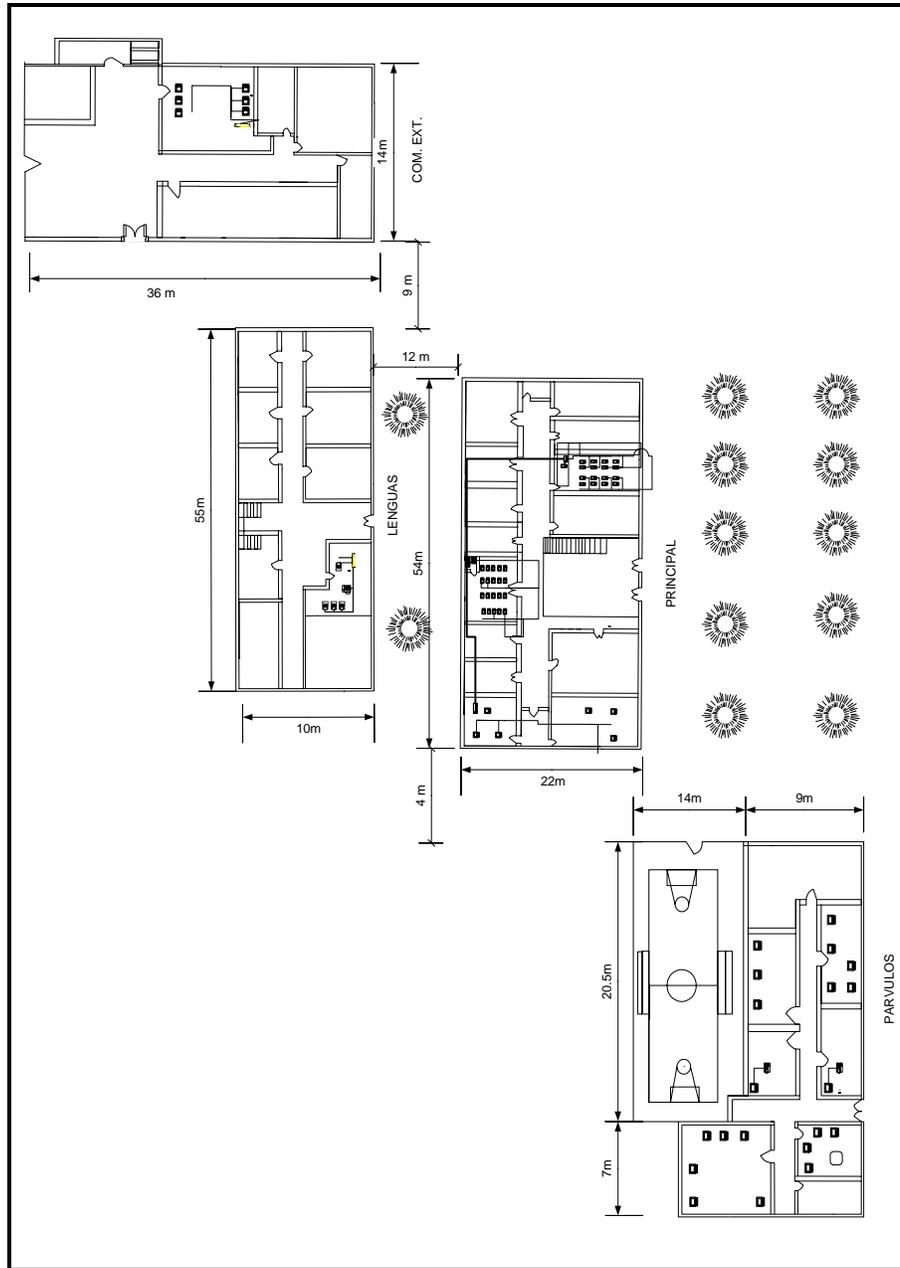


Fig. 5.28 Plano Conjunto de los Edificios

## CAPITULO 6

### 6. ESTUDIO DE INGENIERÍA PARA EL DISEÑO

## **6.1 POR QUE SE ESCOGIÓ UN SISTEMA INALÁMBRICO SPREAD SPECTRUM**

Es un nuevo sistema en nuestro medio que servirá para la interconexión de redes de una manera móvil y como herramienta pedagógica y andragógica para la enseñanza a los estudiantes de nuevas tecnologías.

Se puede implementar este sistema sin dañar físicamente la estructura y aprovechar los espacios a donde no se puede llegar con una red cableada. Las salas de reuniones, auditorios, sala de profesores y aulas de post grado son también lugares importantes donde el usuario necesita tener total conectividad y flexibilidad dentro de la intranet.

### **6.1.1 BENEFICIOS COMERCIALES Y TÉCNICOS PARA LA INSTITUCIÓN**

Las redes inalámbricas permiten a los usuarios acceder a información y recursos en tiempo real sin necesidad de estar físicamente conectado a través de un cable UTP a la red. Con WLANs la red por sí misma es móvil, elimina la necesidad de usar cables y establece nuevas aplicaciones añadiendo flexibilidad a la red y lo más importante incrementa la productividad y eficiencia en las actividades diarias de la facultad. Un usuario dentro de la red

inalámbrica podrá transmitir y recibir voz, datos y video dentro de edificios, entre edificios o entre las facultades de la universidad.

Muchos de los fabricantes de computadoras y equipos de comunicaciones como PDAs (Personal Digital Assistants), módems, microprocesadores inalámbricos, lectores de punto de venta y otros dispositivos están introduciendo aplicaciones en soporte a las comunicaciones inalámbricas. Las nuevas posibilidades que ofrecen las WLANs son permitir una fácil incorporación de nuevos usuarios a la red, alternativas de bajo costo a los sistemas cableados y además de la posibilidad de acceder a cualquier aplicación localizada dentro de la red.

### **6.1.2 SERVICIOS QUE PRESTA LA RED CON EL USO DE SISTEMAS INALÁMBRICOS SPREAD SPECTRUM**

Se tiene estimado que la capacidad del sistema dará cobertura a 319 usuarios, los cuales estarán divididos en los diferentes puntos de acceso instalados en los cuatro edificios con los que cuenta la Facultad de Filosofía. Cada punto de acceso dará cobertura a 60 usuarios aproximadamente, este estimado puede variar dependiendo de la demanda que se presente a posterior, gracias a la facilidad del sistema de poder incrementar su capacidad cuando se lo requiera, sin tener que involucrar la funcionalidad total del sistema.

Entre los principales servicios que se ofrecen al usuario tenemos:

- Servicio de paquetes de datos (IP) a velocidades de hasta 54 Mbps.
- Conectividad a computadores portátiles y demás equipos inalámbricos.
- Servicios de valor agregado (Internet, e-mail, sistema académico, file Server, videoconferencia).

## **6.2 ÁREA DE COBERTURA**

La Facultad cuenta con un área de 10044 metros cuadrados outdoor, lo cual incluye el edificio Principal, edificio de Párvulos, edificio de Comercio Exterior y el Edificio de Lenguas. Como se muestra en la figura 6.1

Para las áreas indoor que serán cubiertas por los Access Points se debe tener en cuenta los siguientes factores a considerar:

- Las dimensiones del área (longitud, ancho, alto).
- Ubicación del Acces Point y de los clientes wireless.
- El ambiente de radio frecuencia (RF), paredes, materiales (obstrucciones que contengan metal y que causen interferencia como gabinetes para protección de equipos, microondas, copiadoras y elevadores).

Un edificio es usualmente un cuadrado o un rectángulo. Una celda sin embargo es un círculo. El radio de este círculo es la distancia entre la base y la estación inalámbrica más lejana que pueda comunicarse con ella satisfactoriamente. Mientras más despejado es el área o entorno de la celda, mas es su cobertura o alcance.

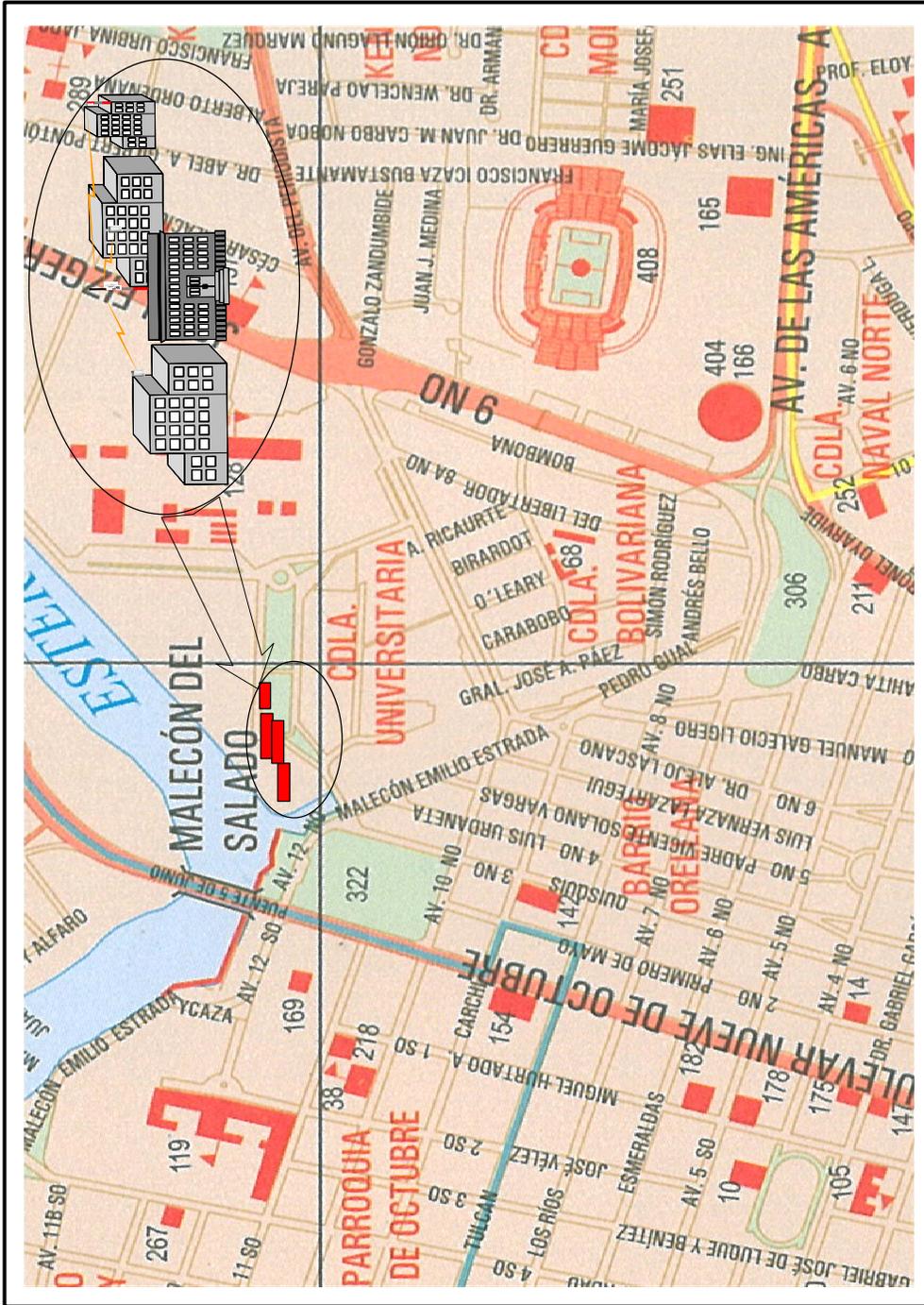


Fig. 6.1 Plano de vista aérea de los edificios de la Facultad de Filosofía

FACULTAD DE FILOSOFIA

LENGUAS

COM. EXT.

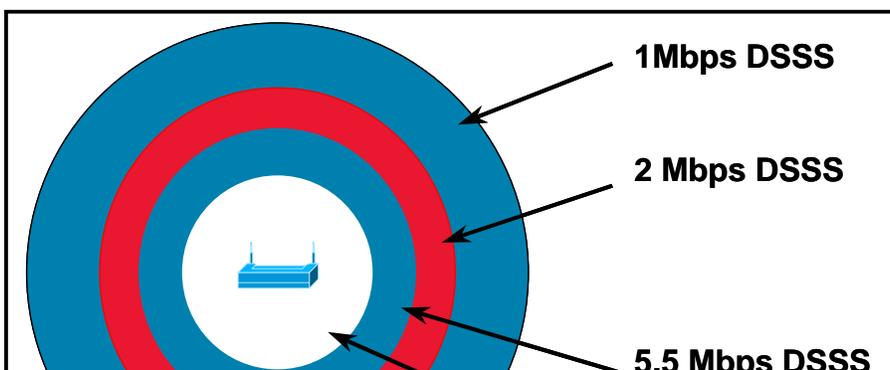


Fig. 6.2.- Área de cobertura y velocidad de un AP

Las transmisiones a altas velocidades no cubren la misma distancia que las transmisiones a bajas velocidades y a medida que se requiere cubrir una mayor distancia la velocidad de transmisión disminuye dependiendo del tipo de entorno en el que nos encontramos. En este caso no se requiere cubrir una gran área debido a que se trabajará en un entorno cerrado dando una velocidad de transmisión de 11 Mbps para equipos 802.11b y de 54 Mbps para equipos 802.11g, solo se necesitaría que las áreas como sala de reuniones, laboratorios y parte del backbone estén interconectadas con esta tecnología. Las ondas de radio en el espectro utilizado por las redes inalámbricas pueden pasar a través de obstáculos no metálicos tales como paredes y muebles. Los obstáculos sin embargo, absorben y reflejan parte de la señal de radio.

El grado de reflexión y adsorción depende del material con que estén hechos los obstáculos. Objetos tales como madera, vidrio, ladrillo o plástico dejan que pase una gran parte de la señal. El agua y objetos que contengan una gran cantidad de humedad absorben una parte significativa de la señal de radio. Adicionalmente los objetos metálicos son altamente reflectivos y no dejan

pasar las señales de radio. De acuerdo a todas estas consideraciones los access points se colocarán tomando en cuenta las dimensiones de los edificios, densidad de las paredes para dar cobertura a corredores, sala de reuniones, sala de profesores, laboratorios, aulas etc. Mientras que para los enlaces de radios se toma en cuenta la línea de vista, zonal de Fresnel y obstrucciones hacia el edificio principal y así unir las redes internas de los edificios.

### **6.3 TOPOLOGIA UTILIZADA PARA ENLACES INALÁMBRICOS ENTRE EDIFICIOS.**

El diseño de enlaces entre edificios está basado en una topología estrella (Punto a Multipunto), centralizando todo en el edificio principal debido a que toda la información académica y servicios ofrecidos por la red deben ser proporcionados y controlados de una forma centralizada, en la figura 6.3 se muestra el esquema en estrella que se tiene proyectado para este proyecto.

La instalación de una antena omnidireccional de 5.2 dBi en una torre de 6 metros de altura en el edificio Principal permitirá alcanzar una buena línea de vista y potencia hacia los edificios de Lenguas, Párvulos y Comercio Exterior donde se colocarán antenas tipos direccionales debido a la topología escogida. En el edificio de Com. Ext. se instalara una torre de 6m ,debido a que el edificio principal y el de Com. Ext. son de la misma altura.

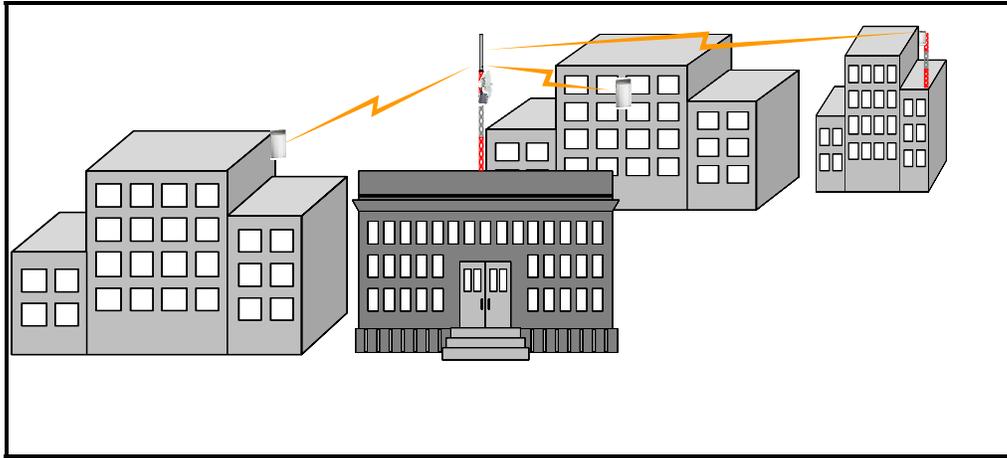


Fig. 6.3 Enlace Punto Multipunto entre edificios de la Facultad

#### **6.4 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES PARA ENLACES ENTRE EDIFICIOS EN EL SISTEMA**

Dentro de la ciudadela universitaria y junto al Malecón del Salado se encuentra la Facultad de Filosofía que cuenta con cuatro edificios, que se enlazarán para compartir información entre ellos a través de radio enlaces, de los cuatro edificios el edificio Principal se encuentra en el medio de los demás edificios, Párvulos está ubicado diagonal a la parte frontal del edificio Principal, Lenguas se encuentra en la parte posterior y Comercio Exterior se encuentra ubicado diagonal a la parte posterior del edificio principal.

**PARVULOS**

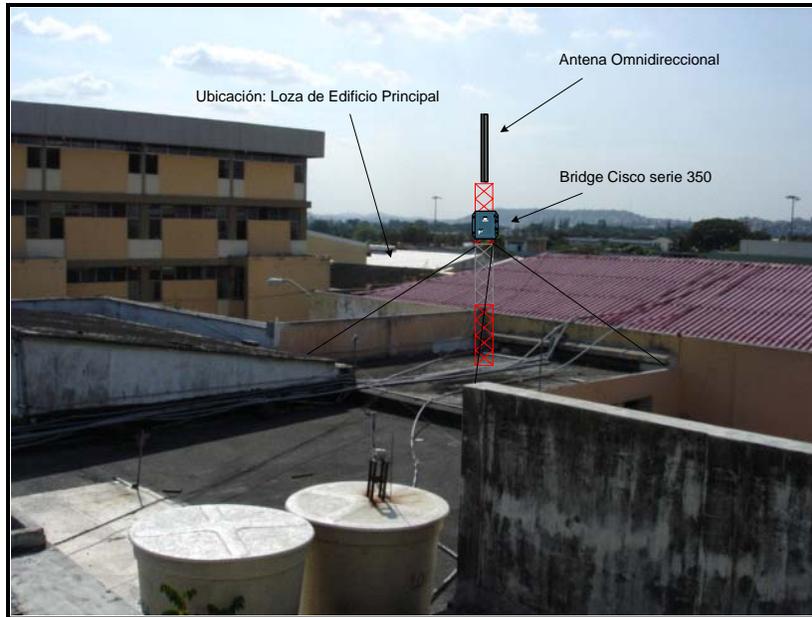


Fig. 6.4 Ubicación de Antena en Edificio Principal

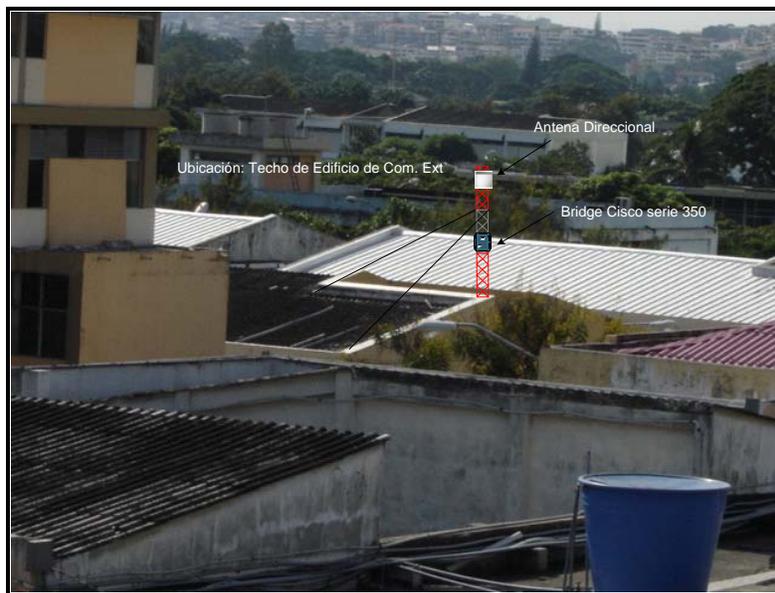


Fig. 6.5 Ubicación de Antena en Edificio Com. Ext.



Fig. 6.6 Ubicación de Antena en Edificio Lenguas

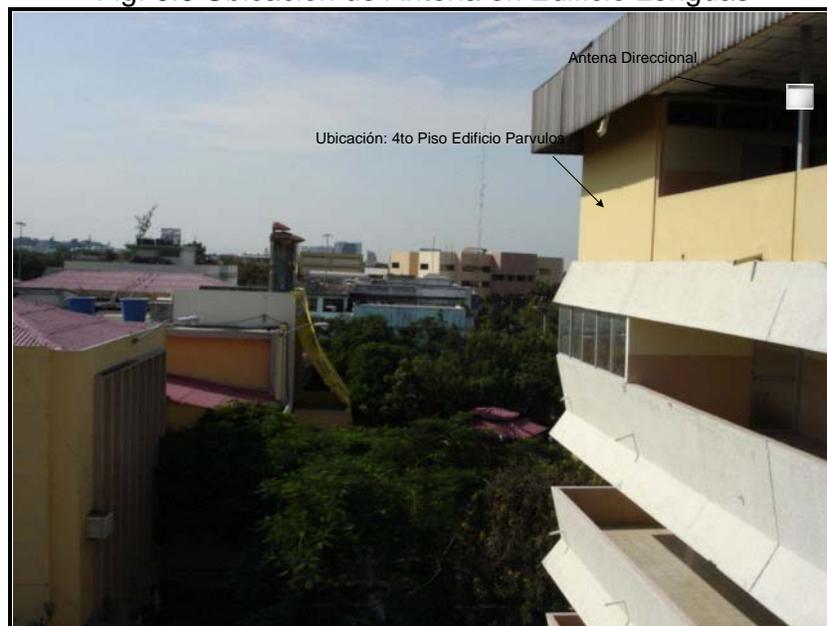


Fig. 6.7 Ubicación de Antena en Edificio Párvulos

## 6.5 SOLUCION DE BRIDGES INALAMBRICOS OUTDOOR PARA ENLACES ENTRE EDIFICIOS.

Para poder evaluar en cuanto a que tipo de marca y serie de equipo que utilizaremos en la implementación se deben tener en cuenta las siguientes características:

- Rango y cobertura-Capacidad para antena.
- Throughput
- Integridad y confiabilidad.
- Compatibilidad con la red existente.
- Interoperabilidad con otros dispositivos wireless.
- Interferencias y coexistencias.
- Licencias.
- Simplicidad y facilidad de uso.
- Seguridad.
- Escalabilidad.
- Vida util de baterias (Tipo de fuentes de poder)
- Tamaño del equipo.
- Estética.
- Disponibilidad del producto – Asesoría Técnica – Soporte (in Site)

Teniendo en cuenta todas estas características, se requiera de equipos altamente confiables y con una gran escalabilidad y flexibilidad, que protejan la inversion a la red Inalambrica Outdoor.

Teniendo en cuenta las premisas anteriores se tomo la decision de utilizar equipo de la marca CISCO serie Aironet 350.

## **6.5.1 CARACTERÍSTICAS Y CAPACIDADES DE LOS BRIDGES INALÁMBRICOS CISCO SERIE AIRONET 350**

La serie Aironet 350 de Cisco Systems es la gama más completa de equipos WLAN. Todos los equipos son compatibles con el estándar 802.11b (11 Mbps en la banda de 2.4 GHz) y permiten una potencia máxima de 100 mW. La configuración y monitoreo de los equipos se realiza vía Web, Telnet, consola o a través de un sistema de gestión SNMP. La seguridad está garantizada por medio de la encriptación WEP y los protocolos de autenticación 802.11x.

Diseñado para conectar dos o más redes (típicamente localizadas en diferentes edificios), el Bridge Cisco Aironet 350 entrega gran velocidad y superior rendimiento para la transmisión de datos en aplicaciones de línea de vista.

Puede ser configurado para conexiones punto a punto y punto a multipunto.



Fig. 6.8 Bridge Cisco 350

El alcance máximo de los radio enlaces esta por debajo del margen permitido. Según la normativa europea, que es de 5.5 Km. a 11Mbps y de 13 Km. a 1Mbps.

Soporta condiciones extremas gracias a su carcasa metálica y puede operar a temperaturas de entre -20 a 55 c°. El bridge es un equipo multifunción por lo que puede comportarse como Punto de Acceso, dando servicio a clientes inalámbricos o bridges de grupo de trabajo.

Los Bridges de Grupo de Trabajo o Workgroups Bridge, permiten el acceso compartido a una red inalámbrica en modo cliente de hasta 8 dispositivos mientras que los Puntos de Acceso permiten la creación de redes inalámbricas de acceso para dispositivos inalámbricos clientes.

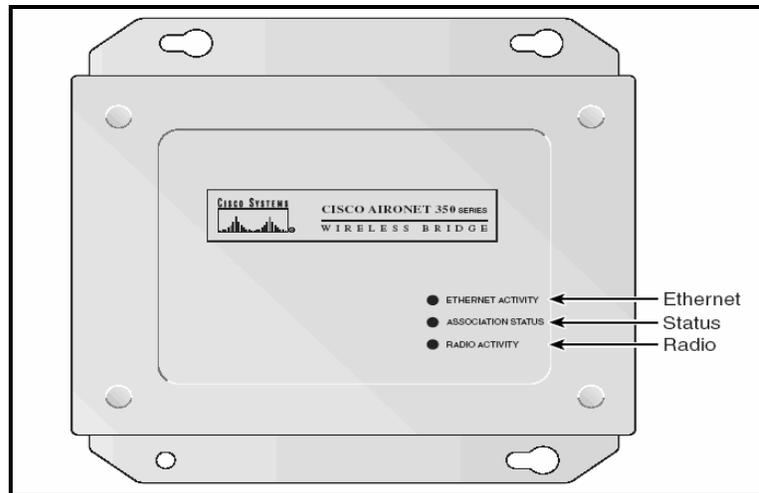


Fig. 6.9 Leds indicadores del bridge 350

Poseen leds indicadores de tráfico, estatus y radio cobertura:

- Indicador de tráfico en la red cableada Ethernet: cuando está encendido de color verde y parpadeando indica que un paquete es transmitido o recibido sobre la infraestructura de red.
- Indicador de Estatus operacional de la señal: si está parpadeando y encendido de color verde indica que el bridge está operando normalmente, pero no está asociado con ningún dispositivo inalámbrico. Si no parpadea y sigue encendido de color verde.
- Indicador de radio: cuando está en verde indica que el tráfico de radio está activo, la luz está normalmente apagada, pero parpadea siempre que en un paquete es recibido o transmitido sobre el radio del bridge

## 6.5.2 TIPOS DE CONFIGURACIONES DEL BRIDGES INALAMBRICOS CISCO SERIE 350

### 6.5.2.1 CONFIGURACION ROOT

La configuración típica consiste de dos o más bridges, un bridge es conectado directamente a la red Lan cableada principal (llamado como unidad root) y el otro bridge o bridges (llamados como unidades no root) son conectados al segmento Lan remoto (usualmente en diferentes edificios). Solo un bridge en la Lan inalámbrica puede ser seteado como root, los demás deben ser seteados a no roots, la figura muestra un bridge actuando como una unidad root en una Lan alambrada comunicándose con otros bridges no roots en Lan remotas.

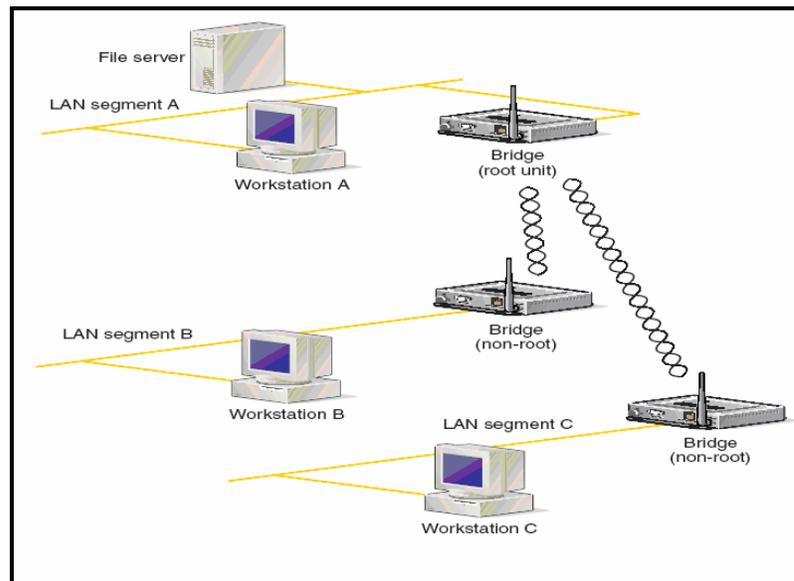


Fig. 6.10 Bridges interconectando LANs alambradas

### 6.5.2.2 CONFIGURACION ACCESS POINT ROOT

El bridge puede ser configurado como un Access Point root y conectado a la red alamburada. En esta configuración el bridge permite asociar dispositivos inalámbricos para acceder a los recursos en la red alamburada como lo harían con un access point. La figura 6.11 muestra un bridge operando como un Access Point.

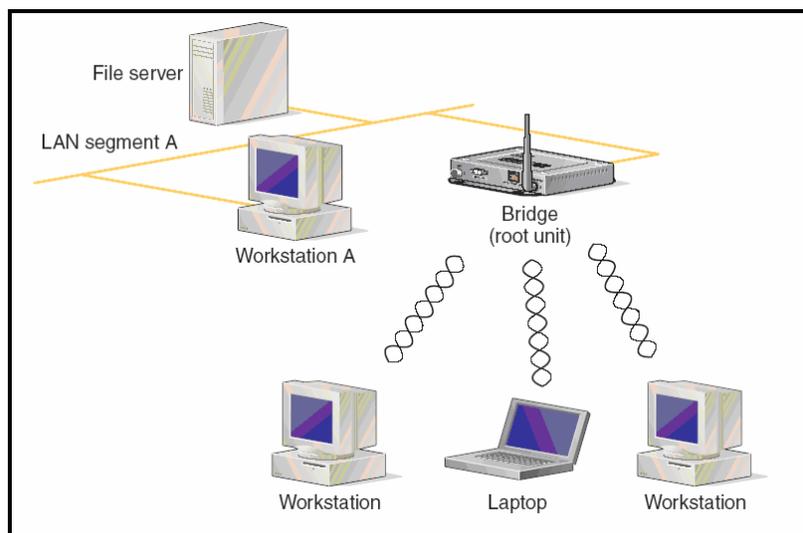


Fig. 6.11 El bridge puede operar como access point root

### 6.5.3 INSTALACION DEL BRIDGE CISCO AIRONET 350

Para conectar el cable de la antena al bridge, este provee en su parte posterior dos conectores TNC para diversas configuraciones con dos antenas. Cuando usamos una sola antena debemos conectarla al conector derecho primario (Right/Primary connector).

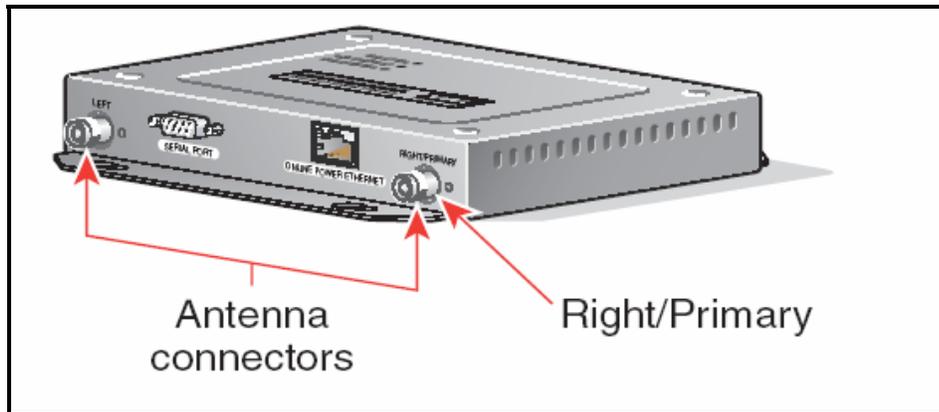


Fig. 6.12 Conectores para antena en el bridge

Hay que seguir los siguientes pasos para conectar directamente el cable ethernet categoría 5 y la fuente de poder al bridge:

Paso1.- Conectar el RJ-45 en el puerto ethernet al reverso del bridge.

Paso2.- Escoger la opción de poder del bridge, en este caso la serie 350 recibe potencia a través del cable ethernet que viene del power inyector, este es un dispositivo que envía a través de un solo cable, datos y corriente alterna sin problemas de superposición de ondas.

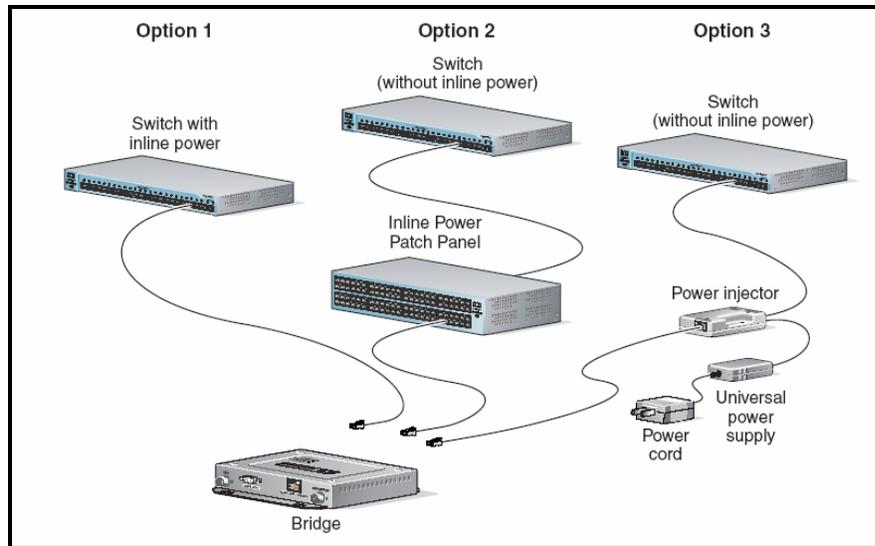


Fig. 6.13 Conexiones ethernet al bridge

## 6.6 SOLUCIONES DE PUNTOS DE ACCESO (AP's) PARA LA RED INALAMBRICA INDOOR EN LOS EDIFICIOS

De igual forma como fue la selección de la marca y serie a utilizar para los bridges inalámbricos y tomando las mismas consideraciones se decidió trabajar con equipos Cisco serie Aironet 1100 en la versión IEEE 802.11b, debido a que estos ofrecen a diferencia de las demás marcas la actualización vía software a la versión IEEE 802.11g con lo cual podemos obtener velocidades de hasta 54 Mbps.

### 6.6.1 CARACTERÍSTICAS Y CAPACIDADES DE LOS ACCESS POINT CISCO SERIE AIRONET 1100

Los puntos de acceso Cisco Aironet 1100 como el de la figura 6.14 ofrecen una solución Lan inalámbrica (WLAN) asequible y actualizable, admiten una única frecuencia de radio y está disponible en la versión IEEE 802.11g o en la versión IEEE 802.11b, que puede actualizarse por software a 802.11g.



Fig. 6.14 Cisco Aironet series 1100

La serie Cisco Aironet 1100 ofrece flexibilidad y protección de la inversión a las redes inalámbricas. Con la versión IEEE 802.11g, los usuarios pueden beneficiarse de velocidades de datos que llegan hasta los 54 Mbps y de una total compatibilidad con los dispositivos de la versión 802.11b.

Los administradores pueden configurar la serie Aironet 1100 para que admita clientes tanto de 802.11g como de 802.11b, con lo que se protege la

inversión, aunque si se desea aumentar el rendimiento, se los pueden configurar para que sólo admita clientes 802.11g.

En cuanto al número de usuarios, podemos indicar que un solo punto de acceso podría dar conectividad a todos, dado que la capacidad máxima de estos es de aprox. 60 usuarios conectados.

Para conexiones VLANs los AP's permiten segmentación de más de 16 grupos permitiendo al administrador segmentar el tráfico que viaja desde los estudiantes por la misma infraestructura, aumentando la manejabilidad y seguridad de la WLAN para lo cual el Access Point utiliza autenticación IEEE 802.1x para actuar como un servidor local RADIUS y autenticar a los clientes cuando el AAA Server no esté disponible.

En la tabla 7 se encuentra las principales características de los AP's 1100 de Cisco Series y una de las principales ventajas es la velocidad en la que trabajan.

	<b>Series Cisco Aironet 1100</b>
<b>Radio</b>	Un solo radio: 802.11b
<b>Antenas</b>	2.2 dBi, diversidad bipolar integrada para patrón de cobertura omni-direccional.
<b>Temperatura</b>	0° a 40° C para ambientes de oficina
<b>Upgrade</b>	A 802.11g
<b>Hardware mínimo de la Plataforma</b>	Procesador de 200 MHz PowerPc , 16 MB en RAM, 8 MB en Flash
<b>Software</b>	Cisco IOS Software
<b>Rango</b>	Con antenas de 2.2 dBi omni-direccionales 40 m - 11 Mbps 107 m - 1 Mbps

<b>Seguridad</b>	Conjunto de seguridades de Cisco: 802.1x WEP: Soporte claves estáticas y dinámicas de 40 y 128 bits TKIP WEP
------------------	--

Tabla 7.- Característica de Cisco Series Aironet 1100

Se ha escogido la serie 1100 debido a su bajo costo y posibilidad de actualización, trabaja a una frecuencia de radio de 2.4 GHz y posee un mini slot PCI y dos antenas integradas dipolares de 2.2 dBi. Es posible hacer un upgrade al mini PCI y las antenas para obtener más RF. El puerto ethernet de auto censado acepta un conector RJ-45, enlazando el AP a nuestra LAN 100Base-T. El AP puede recibir energía a través del cable ethernet desde el Power Inyector, switch, o el power patch panel. La dirección MAC Ethernet está impresa en una etiqueta que se encuentra en la parte posterior del AP.

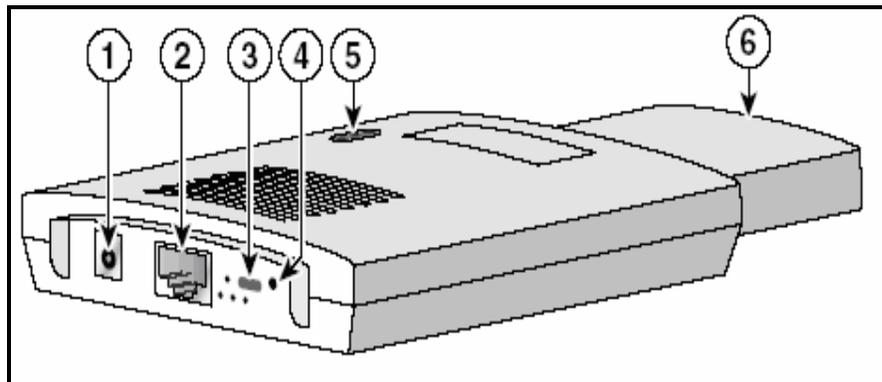


Fig. 6.15 Estructura del Access Point Cisco 1100

En la figura 6.15 se muestra la estructura física del cisco aironet 1100, posee punto de corriente directa, puerto ethernet, spot de seguridad, leds indicadores, antena y botón de modem como se lo puede apreciar en la tabla 8.

Ítem	Descripción
1	Puerto de Poder 48 VDC
2	Puerto Ethernet (RJ-45)
3	Slot de candado
4	Botón del Módem
5	Leds de Estatus
6	Antena

Tabla 8.- Estructura física de Cisco Aironet 1100

## **6.6.2 INSTALACION DE LOS ACCESS POINT CISCO SERIE AIRONET 1100**

El Access Point 1100 trabaja con 4.9 W de corriente DC y puede recibir energía desde un módulo de poder externo ó a través de una línea de poder usando el cable ethernet sin necesidad de tener un cable de poder separado para el access point, soporta una fuente de poder de entrada de 100–240 VAC, 50–60 Hz, salida 48 VDC, 0.2A mínimo.

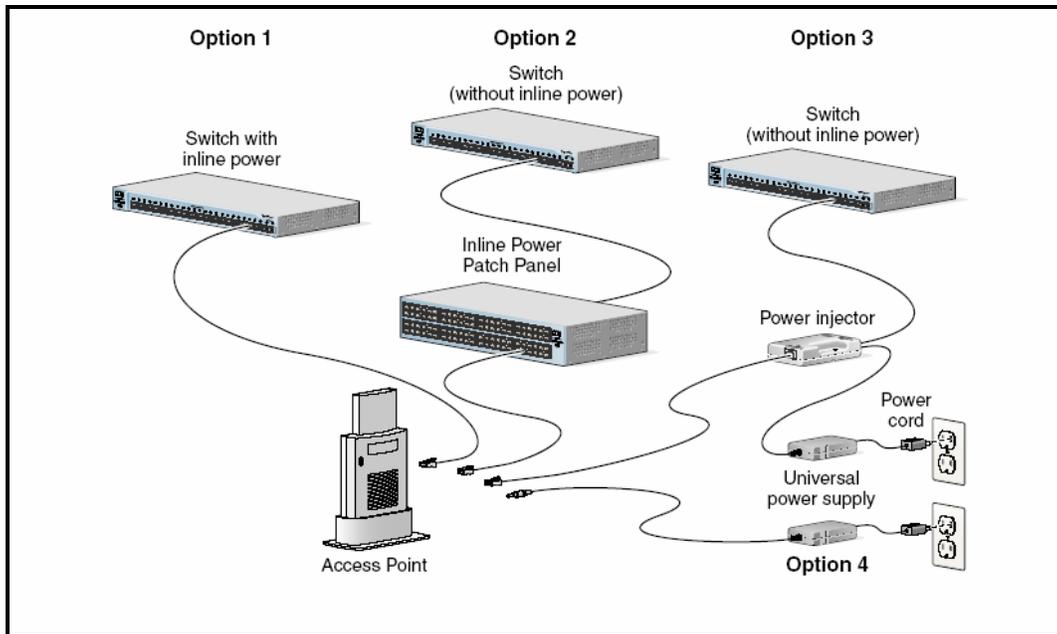


Fig. 6.16 Conexiones hacia el AP

Los tres leds indicadores de estatus reportan actividad ethernet, asociación y actividad de transmisión. El color normal es verde para cuando hay tráfico en la ethernet o en la LAN cableada es decir cuando se está enviando o recibiendo un paquete y están apagados cuando no hay actividad.

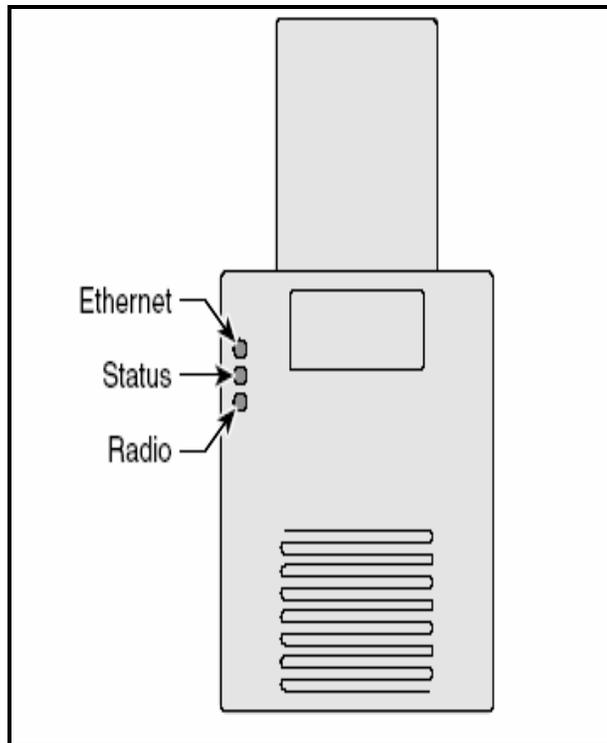


Fig. 6.17 Estatus de Leds del Access Point Cisco 1100

## 6.7 SOPORTE DE TRÁFICO DE LOS ACCESS POINTS

Cada punto de acceso o access point dispone de un ancho de banda de 11Mbps, actualizable por software hasta 54 Mbps. Pudiendo colocar hasta 3 puntos de acceso con canales que no se superpongan, para obtener hasta un total de 33Mbps de ancho de banda.

La primera consideración para evaluar el comportamiento de una red LAN inalámbrica requiere una estimación aproximada del número máximo de usuarios activos simultáneos y el tipo de aplicaciones mas usadas. Cada AP proporciona un ancho de banda determinado que es compartido por todos

los usuarios que se encuentran dentro del área de cobertura y están asociados a ese AP. La velocidad de datos mínima, requerida por cada usuario depende de las aplicaciones usadas.

Considerando los requerimientos de la red, la capacidad máxima de usuarios soportados por cada punto de acceso viene determinado por el uso que hagan éstos de la red:

- a) Usuarios que se encuentran inactivos a menudo y que solo acceden a su correo electrónico.
- b) Usuarios que hacen uso intensivo del correo electrónico, páginas Web y transmiten/reciben archivos de tamaño medio.
- c) Usuarios que hacen un uso constante de la red y transmiten/reciben archivos de gran tamaño.

En los requerimientos del cliente, se especifica un número de usuarios con acceso inalámbrico a la red, divididos por edificios y con una previsión de crecimiento a corto plazo. En la tabla 9 se resumen estas especificaciones.

	Principal	Com. Exterior	Lenguas	Párvulos
<b>Cobertura</b>	Centro de Cómputo, Laboratorios, Aulas, Decanato, Sala de Reuniones y oficinas	Laboratorios, Aulas, Sala de reuniones y oficinas	Sala de reuniones, Laboratorios, Aulas y Oficinas	Sala de reuniones, Laboratorios, Aulas y Oficinas
<b>Equipos inalámbricos</b>	25 (20 equipos portátiles + 5 equipos de sobremesa)	19 (14 equipos portátiles + 5 equipos de sobremesa)	10 (10 equipos portátiles)	10 (10 equipos portátiles)
<b>Previsión de crecimiento</b>	80% (+ 120) (100 equipos de sobremesa + 20 equipos portátiles)	100% (+55) (10 equipos portátiles + 45 equipos de sobremesa)	100% (+40) (10 equipos portátiles + 30 equipos de sobremesa)	100% (+40) (10 equipos portátiles + 30 equipos de sobremesa)
<b>Total dimensionamiento</b>	145 (105 equipos de sobremesa + 40 equipos portátiles)	74 (50 equipos de sobremesa + 24 equipos portátiles)	50 (20 equipos portátiles + 30 equipos de sobremesa)	50 (20 equipos portátiles + 30 equipos de sobremesa)

Tabla 9.- Especificación de los requerimientos del cliente

Por lo tanto los puntos de acceso que soportarán más tráfico estarán en el edificio Principal y recordemos que 25 Kbps de ancho de banda es más que suficiente para la aplicación de requerida por usuarios usando lectores de código de barras, mientras que una aplicación que requiere transferencia rápida de imágenes y gráficos podrían requerir un mínimo de 250Kbps.

Un Punto de Acceso (AP) 802.11b operando a 11 Mbps trabaja en una capacidad máxima efectiva de 5 a 6 Mbps debido a la sobrecarga inherente del protocolo 802.11b.

La disminución del número de usuarios que compiten por la capacidad total provista por un solo AP aumenta el ancho de banda disponible de cada

usuario. Este objetivo se puede lograr mediante la disminución del tamaño del área de cobertura o mediante la adición de un segundo AP sobre un canal no superpuesto en la misma área. Para reducir la capacidad de cobertura del AP, se debe reducir la potencia del AP o la ganancia de la antena, dando por lo tanto servicio a un número menor de usuarios.

Por lo tanto, las redes inalámbricas de alto rendimiento resultan en el aumento del número de AP's lo que resulta en mayores inversiones de capital durante la instalación y costos de operación más elevados.

El número de bases o puntos de acceso requerido se obtiene determinando las necesidades de cobertura de radio del área deseada. Para esto se consideran adicionalmente, tres tipos de entorno:

- Espacio cerrado: Tales como un grupo de habitaciones, un piso con oficinas individuales, o una casa.
- Espacio semi-cerrado: Tal como una oficina amplia con cubículos, una tienda, un almacén, etc.
- Espacio abierto tales como corredores, pasillos, etc.

En la tabla 10 se muestra las velocidades de transmisión para diferentes tipos los diferentes tipos de espacios o entornos considerados:

Ambiente/Velocidad	11 Mbps	5.5 Mbps	2 Mbps	1 Mbps
Entorno abierto	185 m	300 m	420 m	640 m

Entorno Semiabierto	55 m	80 m	100 m	115 m
Entorno cerrado	35 m	48 m	55 m	80 m

Tabla 10.- Cobertura en diferentes tipos de entornos para la norma 802.11b

## **6.8 ESTRUCTURA DE LOS CANALES DE RADIOFRECUENCIA PARA LOS ACCESS POINTS**

Catorce canales están definidos en el protocolo IEEE 802.11b Secuencia Directa (DS). Cada canal DS a ser transmitido está en el ancho de los 22MHz. Sin embargo, la separación del canal del centro es únicamente de 5 MHz. Esto conlleva a una superposición de los canales tal que las señales de los canales vecinos pueden interferir entre sí. En un sistema DS de 14 canales solo tres no hacen superposición (los canales de 22 MHz como en la figura 6.18).

Este intervalo entre canales gobierna el uso y la asignación en un ambiente de múltiples access points como una oficina o un campus. Los access points normalmente se despliegan como una estación base celular pero dentro de una empresa donde los access points adyacentes se asignan sin superposición de canales. Alternativamente pueden colocarse usando los canales 1,6 y 11 para entregar 33 Mbps de ancho de banda a una sola área (pero únicamente 11 Mbps a un solo cliente).

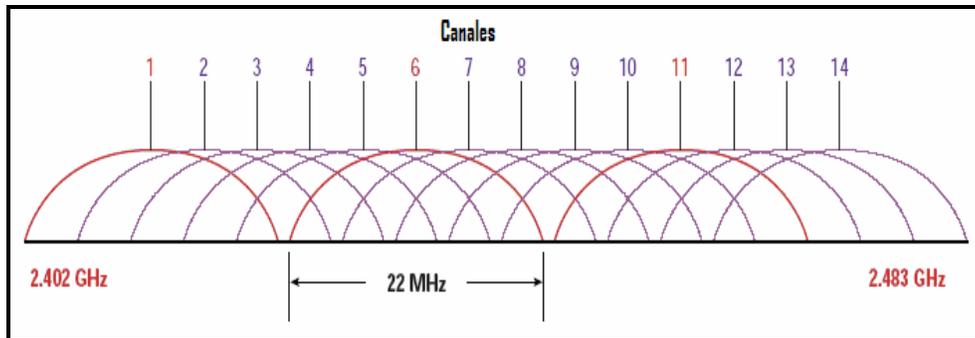


Fig. 6.18 Esquema de asignación de canales DSSS IEEE 802.11b

## 6.9 PROTOCOLO DE ACCESO AL MEDIO

Aunque hay muchos protocolos de acceso múltiple propuestos para redes inalámbricas, la más utilizadas son CSMA (CD y CA) y Polling (RAP y GRAP). Debido a la popularidad de Ethernet, CSMA es atractivo para los proveedores y fabricantes. Es miembro de la familia ALOHA, siendo la forma más sencilla de mejorar este tipo de protocolos. El éxito de CSMA/CD se basa en lo cómodo de la portadora a través de la medición de la corriente o voltaje en el cable. Sin embargo, su inestabilidad representa una limitación. Según investigaciones, presenta problemas de retardo, el cual se incrementa aproximadamente en la misma proporción que la carga. Para aumentar su confiabilidad, se adoptó una modificación del CSMA con colisión evitable CSMA/CA. El protocolo que representa el foco actual del comité IEEE 802.11 es DFW-MAC que usa CSMA/CA con cuatro formas de handshake.

El grupo de estudio IEEE 802.1 estableció algunos requerimientos para un buen protocolo de control de acceso al medio MAC, los cuales se mencionan a continuación:

- Eficiencia: Se refiere al comportamiento del protocolo en relación al ancho de banda utilizado y su efectividad en la transmisión de los datos.
- Retardo o Demora: Especialmente crítico para servicios dependientes del tiempo como el vídeo y aplicaciones multimedia.
- Transferencia para diferentes Capas Físicas: Una manera de conseguirlo, es tener una capa física dependiente, una capa física de convergencia y una interfase MAC-PHY apropiada en cada estación. Basada en esa arquitectura, actualmente adoptada por el comité IEEE 802.11 un simple MAC puede intercambiar información con diferentes capas físicas de forma transparente.
- Capacidad para manejar datos, voz y video: Dirigido al auge en el desarrollo de aplicaciones multimedia.
- Igualdad de acceso: Referido a las características de desvanecimiento dentro de los canales, lo que puede causar una potencia recibida desigual en la estación base originándose falsos accesos a la red.
- Máximo número de nodos.
- Handoff/Roaming entre áreas de servicio: esta movilidad es una característica especial de las Wireless Lan. Es importante tomar en cuenta el consumo de potencia en aquellas aplicaciones dependientes del tiempo.
- Conexión punto a punto sin conocimiento previo.

Igual que en una red Ethernet cableada 802.3, las estaciones en una red no cableada IEEE 802.11 deben coordinar sus accesos y el uso del medio de transmisión compartido, que en este caso es la frecuencia radio. El protocolo

IEEE 802.11 es un protocolo CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access) con Prevención de Colisión. Un protocolo CSMA consiste en que una estación antes de enviar una trama, verifica si el medio está ocupado. En la especificación 802.11, el nivel físico monitoriza el nivel de energía de la frecuencia de radio con el fin de determinar si hay otra estación transmitiendo y además suministra la información de detección de portadora al protocolo del subnivel MAC correspondiente. Si el medio está libre durante un tiempo igual o mayor que el DIFS (Distributed Inter frame Space), entonces una estación está autorizada a transmitir. Como en el caso de un protocolo de acceso aleatorio, la trama será recibida correctamente en la estación de destino si no ha habido interferencias durante la transmisión desde la estación origen.

Cuando una estación receptora ha recibido correctamente y completamente una trama de la cual era el destinatario, a continuación espera un corto período de tiempo, conocido como SIFS (Short Inter Frame Spacing) y luego envía una trama de reconocimiento explícito al transmisor. Este reconocimiento a nivel de enlace de datos permite al transmisor saber si el receptor ha recibido verdaderamente y correctamente la trama de datos enviada al receptor.

Este reconocimiento explícito es necesario porque, a diferencia del Ethernet cableado, el transmisor inalámbrico no puede determinar por si mismo si la transmisión de la trama fue recibida satisfactoriamente en destino.

La transmisión de la trama por la estación transmisora y su reconocimiento subsiguiente por la estación destino se representa en la figura 6.19.

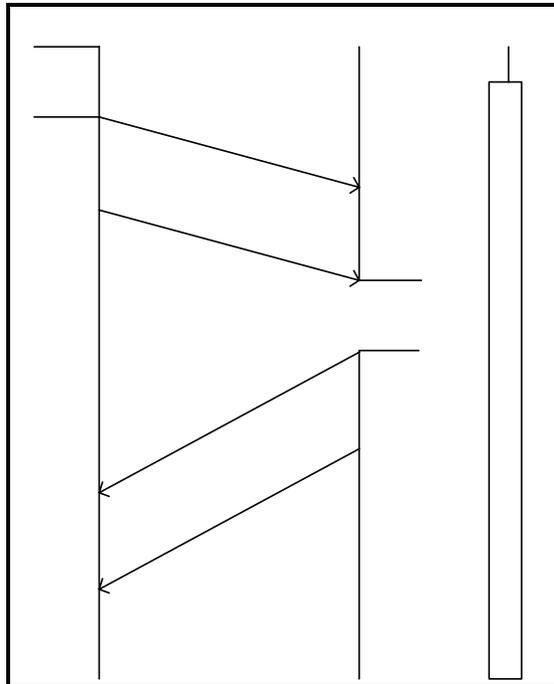


Fig. 6.19 Transmisión de la trama CSMA/CD

En esta figura se ilustra el caso cuando el transmisor escucha el medio para verificar si está vacío. ¿Qué sucede si el medio está ocupado? En este caso, la estación realiza un proceso de backoff similar al del protocolo Ethernet. En el caso de que la estación detecte que el medio está ocupado, demorará su acceso hasta que el medio esté vacío. Una vez detecta que el medio está vacío durante un tiempo igual o mayor que el DIFS, la estación espera un tiempo adicional de backoff. Una vez ha transcurrido el tiempo de backoff, la estación

transmite la trama. Como en el caso Ethernet, el temporizador aleatorio de backoff sirve para evitar el inicio simultáneo de transmisión de varias estaciones, es decir, con el fin de evitar sucesivas colisiones después de un tiempo de inactividad DIFS. Como en el caso Ethernet, el tiempo de backoff es el doble cada vez que la transmisión de una trama experimenta una colisión.

A diferencia del protocolo Ethernet 802.3, el protocolo 802.11 no implementa la detección de colisiones. Hay dos razones para ello:

- La posibilidad de detectar colisiones requiere la posibilidad de enviar y recibir al mismo tiempo, cosa que no sucede en el protocolo 802.11. No puede enviar su propia señal y recibir otra simultáneamente con el fin de determinar si las transmisiones de otra estación están interfiriendo con la propia transmisión.
- Más importante aún, si una estación tuviese detección de colisión y no la detectara cuando envía, puede haber una colisión en el receptor y no detectarla. Esta situación resulta que es una de las características del medio inalámbrico.

Supongamos que la estación A está transmitiendo a la estación B y que también al mismo tiempo la estación C está transmitiendo a la estación B. En el caso de que estemos frente al problema de la estación escondida (hidden terminal), las obstrucciones físicas en el entorno pueden hacer que A y C no

se puedan escuchar las transmisiones del otro, aunque las transmisiones de A y C con destino a B se estén interfiriendo entre ellas.

Una segunda situación en el que no es posible detectar las colisiones en el receptor es el “fading” o atenuación de la señal a medida que se propaga a través del medio inalámbrico.

Dadas estas dificultades para detectar las colisiones en el receptor, los diseñadores del IEEE 802.11 desarrollaron un protocolo de acceso al medio para evitar las colisiones (CSMA/CA), en vez de detectar y recuperarse de las colisiones (CSMA/CD). Primero la trama IEEE 802.11 contiene un campo de duración en que la estación transmisora indica explícitamente la cantidad de tiempo que su trama será transmitida en el medio. Este valor permite a las demás estaciones determinar la cantidad mínima de tiempo, llamado NAV (Network Allocation Vector), durante el cual retrasarán su acceso al medio.

El protocolo 802.11 también puede usar una trama corta de control RTS (Request To Send) y una trama corta CTS (Clear To Send) para reservar el acceso al medio.

Cuando un transmisor quiere enviar una trama, puede enviar primero una trama RTS al receptor, indicando la duración del paquete de datos y el

paquete ACK. Un receptor que recibe una trama RTS responde con una trama CTS, dando un permiso explícito al transmisor para enviar. Entonces todas las demás estaciones que oyen el RTS y el CTS, saben que hay una transmisión pendiente de datos y así pueden evitar la interferencia con estas transmisiones. Un transmisor IEEE 802.11 puede operar usando las tramas de control RTS/CTS, o simplemente enviando sus datos sin usar antes la trama de control RTS.

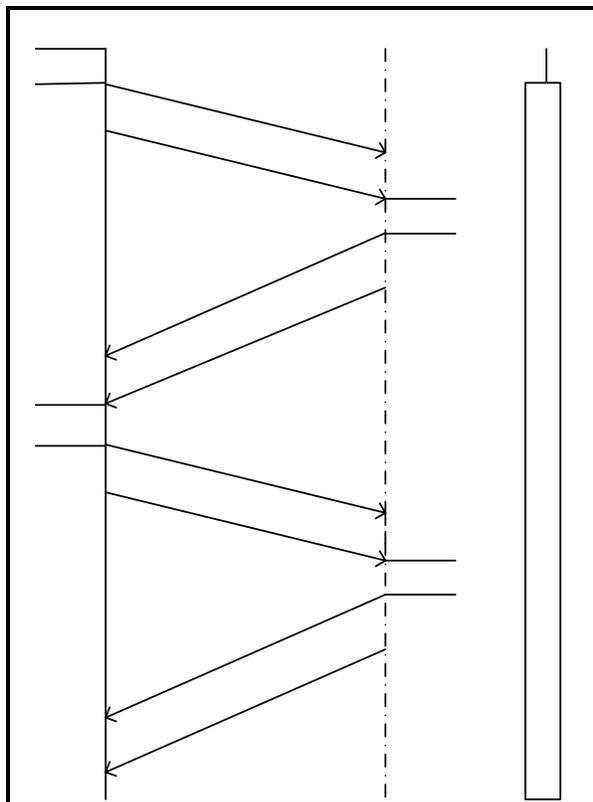


Fig. 6.20 Transmisión de la trama CSMA/CA

El uso de las tramas RTS y CTS ayudan a evitar colisiones de dos maneras:

- Debido a que la trama CTS transmitida por el receptor será oída por todas las estaciones dentro del radio de acción del receptor, la trama CTS ayuda a evitar el problema de las estaciones escondidas y el problema de la atenuación o “fading”.
- Debido a que las tramas RTS y CTS son cortas, una colisión de una trama RTS o CTS durará un tiempo muy pequeño. Fijémonos que cuando las tramas RTS y CTS se transmiten correctamente, es seguro que en la transmisión de datos subsiguiente y de la trama ACK no hay colisiones.

## **6.10 ESTUDIO DE PROPAGACION**

Consiste en analizar las consideraciones que se hace en un estudio de ingeniería para realizar el radio enlace en nuestra frecuencia de trabajo UHF (Ultra High Frequency).

Parámetros tales como la señal ruido, nivel de desvanecimiento, respuesta de frecuencia, pérdidas de transmisión, etc., son de mucha importancia en este estudio.

### 6.10.1 CALCULO DE LA PERDIDA DE PROPAGACION

La energía es expresada en Watts o en las unidades relativas a Decibel comparadas con milliwatts (dBm).

La conversión de Watts (W) a decibeles "milliwatts" (dBm):

$$\text{dBm} = 10 * \log_{10} (P / 0.001)$$

La pérdida de espacio libre en 2.45 GHz, es la pérdida de energía de recorrido de onda en espacio libre (sin obstáculos) o pérdida de ganancia de espacio libre (expresada en dB) a una determinada distancia. Una señal se degrada al moverse a través del aire y mientras más largo es el camino más pérdida experimenta, este es un factor en el cálculo de la viabilidad del enlace y es calculable mediante la siguiente fórmula:

$$L_p = 32.6 + 20 \log D + 20 \log F$$

Donde:

$L_p$  = Propagación (Pérdida del camino libre entre antenas (en dB))

$F$  = Frecuencia en MHz

$D$  = Distancia entre las antenas en Kilómetros

Por lo tanto para los enlaces entre edificios se tiene como resultado la tabla 11.

<b>Enlaces</b>	<b>Distancia entre Enlaces D(Km)</b>	<b>Pérdida de Propagación en Espacio Libre (Valor Negativo) Lp (dB)</b>
Principal- Párvulos	0.043	73.06
Principal-Lenguas	0.023	67.63
Principal-Com. Ext.	0.052	74.72

Tabla 11.- Resultado de los enlaces entre edificios

### **6.10.2 GANANCIA DE LA ANTENA**

La ganancia de la antena está normalmente 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 el mismo poder). Algunas antenas tienen su ganancia expresada en [dBd], es la ganancia comparada con una antena dipolo. En este caso se debe sumar 2.14 para obtener la ganancia correspondiente en [dBi]. Cuanta más ganancia tenga la antena, mayor es la directiva (energía enviada en una dirección preferida). Las antenas que vienen con kits WLAN generalmente no tienen mucha ganancia (2.14 dBi).

La serie Cisco provee diferentes diseños de antenas para una variedad de entornos. Las antenas que se usarán en los enlaces inalámbricos entre edificios tienen los siguientes valores de ganancia:

- Antena Omnidireccional AIR-ANT2506, y sus características se describen en la tabla 12.

	<b>AIR-ANT2506</b>
<b>Descripción</b>	Omnidireccional montable en mástiles
<b>Aplicación</b>	Outdoor de corto alcance y aplicaciones punto a multipunto
<b>Ganancia</b>	5.2 dBi
<b>Rango aproximado a 2 Mbps</b>	5.31 km
<b>Rango aproximado a 11 Mbps</b>	2.66 km
<b>Rango aproximado a 54 Mbps</b>	0.34 km
<b>Ancho del espectro</b>	360°H, 38°V
<b>Longitud del cable</b>	0.91 m
<b>Dimensiones</b>	Largo: 33 cm Diámetro: 2.5 cm
<b>Peso</b>	170 g

Tabla 12.- Características de antena para edificio principal

- Antena Patch Direccional AIR-ANT1729, y sus características se describen en la tabla 13.

	<b>AIR-ANT1729</b>
<b>Descripción</b>	Patch direccional montable en mástiles
<b>Aplicación</b>	Indoor/Outdoor de medio alcance puede ser usado como antena de bridge
<b>Ganancia</b>	6 dBi
<b>Frecuencia</b>	2.4 GHz
<b>Rango aproximado a 6 Mbps</b>	0.123 Km
<b>Rango aproximado a 54 Mbps</b>	0.037 km
<b>Ancho del espectro</b>	75°H, 65°V
<b>Longitud del cable</b>	0.91 m
<b>Dimensiones</b>	10 x 13 cm
<b>Peso</b>	170 g

Tabla 13.- Características de antena para resto de edificios

### 6.10.3 PÉRDIDA DEL CABLE

Cisco ofrece dos tipos de cables para usarlos con los productos de 2.4 GHz, de baja pérdida y de ultra baja pérdida. Estos cables proveen un muy bajo factor de pérdida que los cables estándares y pueden ser usados cuando la antena es puesta a mucha distancia de los dispositivos de radio.

Se diferencian por su longitud: LMR600 que posee una longitud de 100 a 150 pies mientras que el LMR400 posee longitud de 20 a 50 pies. Cuentan con una impedancia de 50 Ohm y conectores RP-TNC. Un mal cableado puede introducir pérdidas en el sistema, negándole ganancia a la antena y reduciendo el rango de cobertura RF.

La pérdida del cable depende de sus características y la longitud entre el bridge y la antena, según los datos proporcionados por el fabricante existen distintos tipos de cables compatibles con los productos Cisco cuyos valores de pérdidas de transmisión y longitud lo muestra la tabla 14.

	AIR-CAB020LL-R	AIR-CAB050LL-R	AIR-CAB100ULL-R	AIR-CAB150ULL-R
Longitud del Cable	6 m	15 m	30 m	46 m
Pérdida de Transmisión a 2.4 GHz	1.3 dB	3.4 dB	4.4 dB	6.6 dB

Tabla 14.- Característica de los cables para antenas

#### 6.10.4 CÁLCULO DE LA ENERGÍA IRRADIADA

La energía irradiada (energía enviada por la antena) puede ser fácilmente computada (en dBm):

$$E_i = E_t + P_c + G_a$$

Donde:

$E_i$ = Energía irradiada [dBm]

$E_t$ = Energía de transmisor [dBm]

$P_c$ = Pérdida de cable [dB]

$G_a$ = Ganancia de antena [dBi]

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

Para la sensibilidad, el receptor tiene un umbral mínimo de energía recibida (en el conector de la tarjeta) para el que la señal tiene que alcanzar un cierto bit rate. Si la energía de la señal es más baja que el bit rate máximo alcanzable será decrementada o se decrementará el performance.

El edificio principal contará con dos antenas: Una Omnidireccional para la conexión de la Intranet WLAN y otra Direccional para conectarnos hacia Internet y el resto de la Universidad es decir la red WAN:

- Antena Omnidireccional Cisco AIR-ANT2506 (Edificio Principal)

$E_t = 20 \text{ dBm}$                        $G_a = 5.2 \text{ dBi}$

Cable Air Cab020LL-R (6m)

$P_c = 1.3 \text{ dB}$

- Antena Direccional Cisco AIR-ANT1729 (Resto de Edificios)

$E_t = 20$                        $G_a = 6 \text{ dBi}$

Cable Air Cab020LL-R (6m)

$P_c = 1.3 \text{ dB}$

Edificio	Et (dBm)	Pc (dB)	Ga (dBi)	Ei (dB)
Principal	20	1.3	5.2	23.9
Párvulos	20	1.3	6	24.7
Com. Ext.	20	1.3	6	24.7
Lenguas	20	1.3	6	24.7

Tabla 15.- Energía irradiada por las antenas

### 6.10.5 CALCULO DE ENLACES (LINK BUDGET)

Para poder determinar la viabilidad de los enlaces calcularemos el Link budget que es la suma de toda la cadena de transmisión:

- **Transmisión [dBm]:** energía de transmisor [dBm] -pérdida de cable [dB]+ ganancia de antena [dBi]
- **Propagación [dB]:** pérdida de Espacio Libre [dB].
- **Receptor [dBm]:** ganancia de antena[dBi]- pérdida de cable [dB]- sensibilidad de receptor [dBm]

La condición de funcionamiento del enlace es que el total: Total Transmisor + Total Propagación + Total Receptor debe ser mayor que 0. El resto da el margen del sistema.

Estas reglas son teóricas. Representa el máximo alcanzable para un sistema. En realidad tendremos interferencias (otras redes WLAN, bluetooth), ruido industrial (hornos a microondas), pérdidas atmosféricas (humedad del aire, dispersión, refracción), antena mal orientada y reflexiones que afectarán el rendimiento. Por lo tanto es necesario tomar un suficiente margen de seguridad (5-6 dB o más en distancias grandes).

#### 6.10.6 CALCULO ENLACE EDIF. PRINCIPAL – EDIF. PARVULOS

<b>Transmisor</b>	Energía output del transmisor (dBm):	20
	Pérdida de cable (valor negativo!)( dB):	-1,30
	Ganancia de antena (dBi) :	5,2
<b>Propagación</b>	Pérdida de espacio libre (valor negativo!) (dB) :	-73,1
<b>Recepción</b>	Ganancia de antena (dBi) :	6
	Pérdida de cable (valor negativo!) (dB):	-1,3
	Sensitividad del receptor (generalmente valor negativo) (dBm):	-85
<b>Total</b>	Margen de debilitamiento (dB):	40,54

Tabla 16.- Enlace Edif. Principal – Párvulos

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 16 el margen de debilitamiento es de 40.54 dB, lo cual nos indica que tenemos una energía recibida de 40.54 dB mas alta que el umbral de recepción del bridge receptor. Por lo que el enlace funcionaria sin ninguna perdida de paquetes debido a que el margen mínimo necesario para un enlace es de 20dB.

### 6.10.7 CALCULO ENLACE EDIF. PRINCIPAL – EDIF. LENGUAS

<b>Transmisor</b>	Energía output del transmisor (dBm):	20
	Pérdida de cable (valor negativo!)( dB):	-1,30
	Ganancia de antena (dBi) :	5,2
<b>Propagación</b>	Pérdida de espacio libre (valor negativo!) (dB) :	-67.63
<b>Recepción</b>	Ganancia de antena (dBi) :	6
	Pérdida de cable (valor negativo!) (dB):	-1,3
	Sensitividad del receptor (generalmente valor negativo) (dBm):	-85
<b>Total</b>	Margen de debilitamiento (dB):	45,97

Tabla 17.- Enlace Edif. Principal – Lenguas

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 17 el margen de debilitamiento es de 45.97 dB, lo cual nos indica que tenemos una energía recibida de 45.97 dB mas alta que el umbral de recepción del bridge receptor. Por lo que el enlace funcionaria sin ninguna perdida de paquetes debido a que el margen mínimo necesario para un enlace es de 20dB.

#### 6.10.8 CALCULO ENLACE EDIF. PRINCIPAL – EDIF. COM. EXT.

<b>Transmisor</b>	Energía output del transmisor (dBm):	20
	Pérdida de cable (valor negativo!)( dB):	-1,30
	Ganancia de antena (dBi) :	5,2
<b>Propagación</b>	Pérdida de espacio libre (valor negativo!) (dB) :	-74.72
<b>Recepción</b>	Ganancia de antena (dBi) :	6
	Pérdida de cable (valor negativo!) (dB):	-1,3
	Sensitividad del receptor (generalmente valor negativo) (dBm):	-85
<b>Total</b>	Margen de debilitamiento (dB):	38.88

Tabla 18.- Enlace Edif. Principal – Com. Ext.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 18 el margen de debilitamiento es de 38.88, lo cual nos indica que tenemos una energía recibida de 38.88 dB mas alta que el umbral de recepción del bridge receptor. Por lo que el enlace funcionaria sin ninguna perdida de paquetes debido a que el margen mínimo necesario para un enlace es de 20dB.

#### **6.10.9 ZONA DE FRESNEL**

Las características de una señal de radio causan un elipsoide llamada zona de Fresnel, por lo que para evitar pérdidas no debería haber obstáculos dentro de esta zona porque un obstáculo alterará el flujo de energía.

Por ejemplo, si la antena no tiene una buena línea de vista, habrá una pérdida de energía de señal, en la figura 6.21 se muestra el elipsoide o zona de Fresnel.

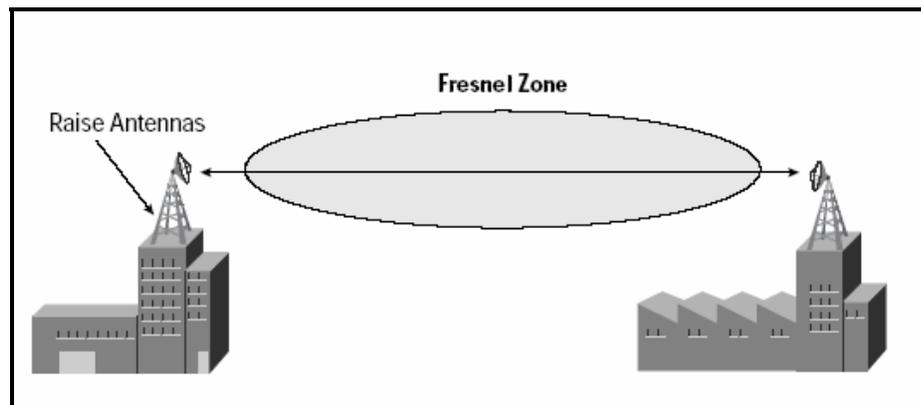


Fig. 6.21 Zona de Fresnel

En la figura 6.12 se puede observar una buena línea de vista para los enlaces entre los edificio por lo cual no existe obstáculo entre los enlaces.

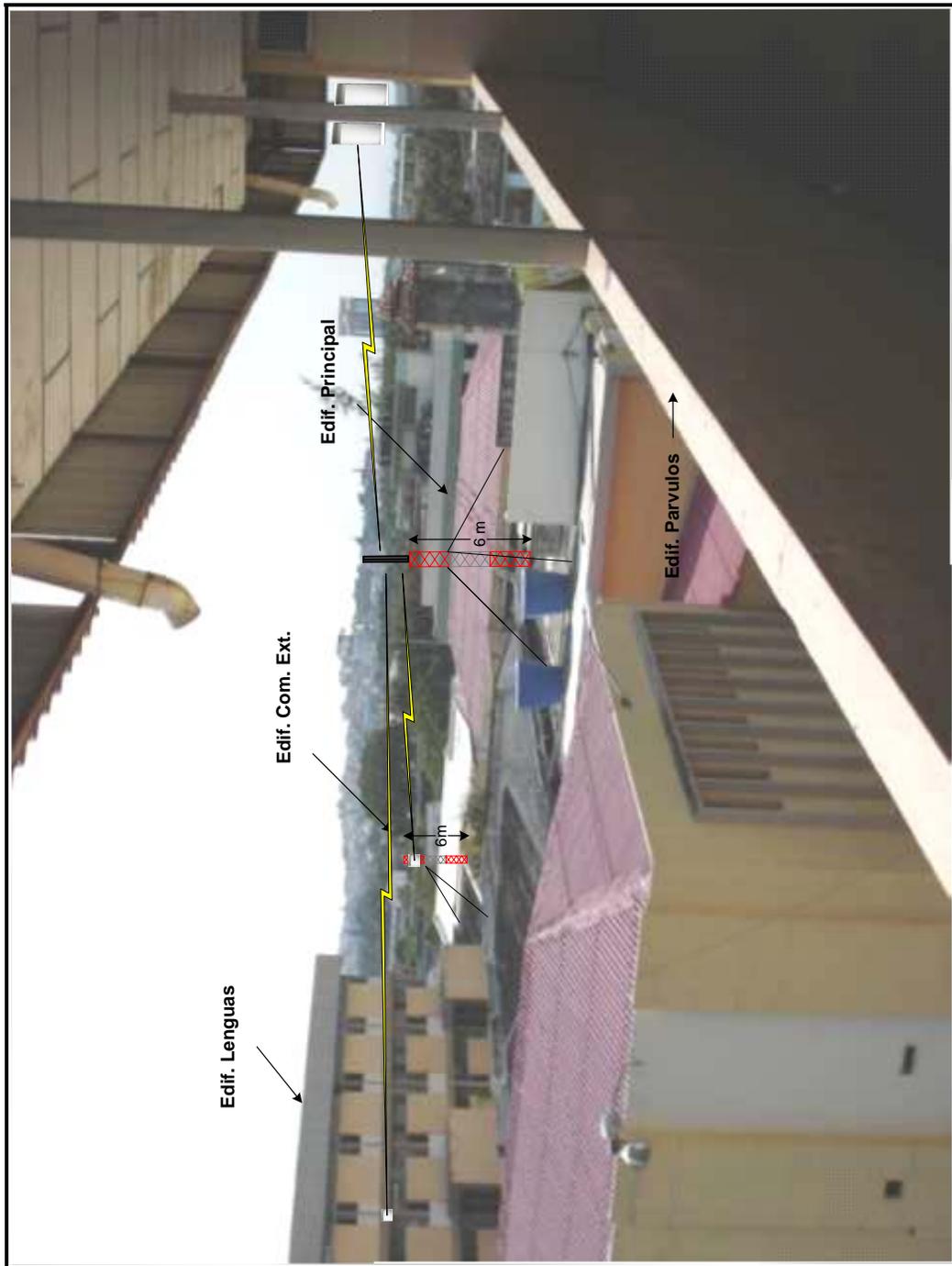


Fig 6.22 Línea de vista para enlaces entre edificios

## 6.11 DIFRACCIÓN

Cuando un obstáculo está ubicado entre el transmisor y el receptor sigue pasando un poco de energía a través gracias al fenómeno de difracción en el borde superior del obstáculo. Cuanta más alta la frecuencia de la transmisión más alta será la pérdida.

## 6.12 POLARIZACIÓN

La polarización de onda está dada por el tipo de antena y su orientación (elemento radiador) respectivamente al suelo. Por ejemplo una antena whip dará una onda polarizada vertical cuando esté verticalmente (|) y polarización horizontal cuando esté horizontal (--). Lo mismo para antenas Yagi (|-|-|). Las antenas helicoidales no producen polarización ni vertical ni horizontal sino polarización circular. La polarización circular puede girar a la derecha o a la izquierda normalmente.

Prácticamente en un sistema de transmisión de transmisor y receptor las antenas deberían tener la misma polarización para mejor performance. (Ya que la polarización cambia con difracciones y reflexión esta regla no siempre permanece). La polarización vertical es preferida para transmisiones a larga distancia porque el efecto del suelo atenúa el poder de la señal para el caso de polarización horizontal y un sistema de transmisión con antenas

de polarización circular es una buena forma para atenuar el efecto de reflexiones.

### **6.13 REFLEXIONES Y DELAY SPREAD (DISTORSIÓN DE RETARDO)**

Las ondas de radio se reflejan en los obstáculos que encuentran. En el lado del receptor agarramos al mismo tiempo la onda directa (si está en línea de vista) y ondas reflejadas. Esto conduce a energía cancelada en ciertas frecuencias y también una diferencia de tiempo entre los diferentes componentes que hacen que la señal recibida se difunda en el dominio de tiempo.

La consecuencia en el sistema es dañina y lleva a decrementar el desempeño (errores de transmisión). Para reducir este efecto el receptor tiene lo que llamamos un ecualizador que contrarresta esta falla. De todas formas esto tiene una capacidad limitada y los fabricantes dan el límite de delay spread para alcanzar un nivel de error mínimo en una cierta proporción de datos. En la tabla 19 se muestran los valores recomendado por Cisco.

Velocidad (Mbps)	Delay Spread (ns)
1	500
2	400
5,5	300
10	140

Tabla 19.- Valores de Delay Spread recomendados para Cisco 350

# CAPITULO 7

## 7 DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

### 7.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA.

Cuando una WLAN utiliza puntos de acceso (AP, Access Points) se dice que esta trabajando en modo de infraestructura. En este modo, el usuario envía y recibe información a través de los AP. Los AP deben situarse estratégicamente para proporcionar la mayor cobertura posible a los usuarios. Se pueden utilizar múltiples APs para proporcionar una mayor zona de cobertura. Los APs serán conectados también a su vez a una LAN cableada permitiendo enviar y recibir información a través de ella.

Cuando una WLAN no utiliza puntos de acceso (AP, Access Points) se dice que esta trabajando en peer-to-peer (Ad-Hoc) mode, en este modo los usuarios envían y reciben información sin utilizar los AP, este tipo de redes WLAN solo tienen clientes y es útil cuando se quiere crear una pequeña red en casa, en una oficina pequeña, o establecer una red de comunicaciones temporal durante una reunión de trabajo.

Dos o más puntos de acceso se pueden configurar para que establezcan un enlace inalámbrico entre ellos, por ejemplo, para extender la cobertura de una red inalámbrica utilizando puntos de acceso. Es lo que se conoce como configuración en WLAP Mode.

Como se muestra en la figura 7.1 el bloque más pequeño que constituye una red inalámbrica local es el Basic Service Set (BSS), el cual consiste de algunas estaciones ejecutando el mismo protocolo MAC y compitiendo por acceso al mismo medio compartido. El bloque intermedio que constituye el sistema de interconexión de BSS es el Distribution System (DS) y el conjunto de BSS interconectadas a través del DS se denomina Extended Service Set (ESS).

Un BSS puede estar aislado o puede estar conectado a un backbone a través de un acceso distribuido o controlado por una función de coordinación central que se encuentra en el punto de acceso. El BSS generalmente corresponde a lo que es referido como una celda. El estándar define 3 tipos de estaciones basado en movilidad:

- Sin transmisión: Una estación de este tipo es estacionaria o se mueve solo dentro del rango de las estaciones que se comunican dentro del BSS.

- Transición de BSS: Este es definido como una estación que se mueve de un BSS a otro dentro del mismo ESS. En este caso, la entrega de datos a la estación requiere que la capacidad de direccionamiento sea capaz de reconocer la nueva localización de a estación.
- Transición ESS: Este es definido como una estación que se mueve de un BSS dentro de un ESS a otro BSS dentro de otro ESS. Este caso es soportado solo en el sentido de que la estación se puede mover. El mantenimiento de las capas superiores del 802.11 no puede ser garantizado

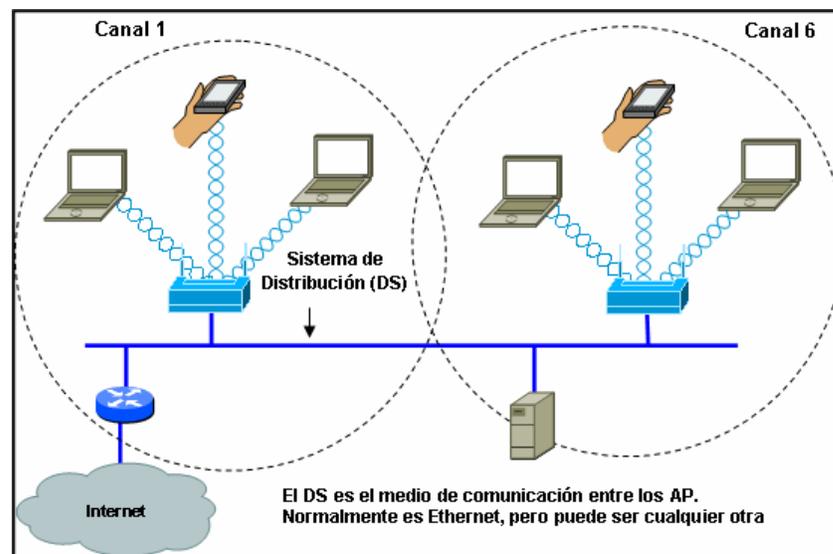


Fig.7.1 Topología en un ESS (Extended Service Set)

Todos los dispositivos que pertenecen a una WLAN (Adaptadores de Red y Puntos de Acceso) utilizan un nombre de red (SSID, ESSID, IBSSID) para identificarse. Todos los dispositivos que quieren pertenecer a la misma WLAN deben utilizar el mismo nombre, y solo se podrá establecer comunicación con aquellos dispositivos que tengan asignado este mismo nombre o pertenezcan a la misma WLAN.

Debido a que los dispositivos de una red WLAN transmiten la información a través del aire, si no se toman las medidas de seguridad adecuadas, puede resultar sencillo que una persona no autorizada pueda interceptar la información. Una técnica común para dotar de seguridad a la WLAN consiste en utilizar encriptación. Un cliente o un AP, antes de enviar la información la encripta utilizando un algoritmo público y una clave secreta de encriptación. El receptor utilizará el mismo algoritmo público y la misma clave secreta para desencriptar la información, de forma que los únicos dispositivos de red que compartan la misma clave secreta podrán interpretar la información recibida. En el estándar IEEE 802.11b se especifica el algoritmo de encriptación WEP (Wired Equivalent Privacy).

Los dispositivos de red de la norma IEEE 802.11b utilizan señales de radio en FM para transmitir y recibir la información. Se establecen enlaces de radio para comunicarse entre clientes directamente, entre un cliente y un AP

o entre AP's. Los dispositivos de red transmiten en la banda de frecuencias de uso libre sin necesidad de licencia de los 2.4 a 2.5 GHz. El rango exacto depende de cada país.

## **7.2 DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DEL EDIFICIO PRINCIPAL**

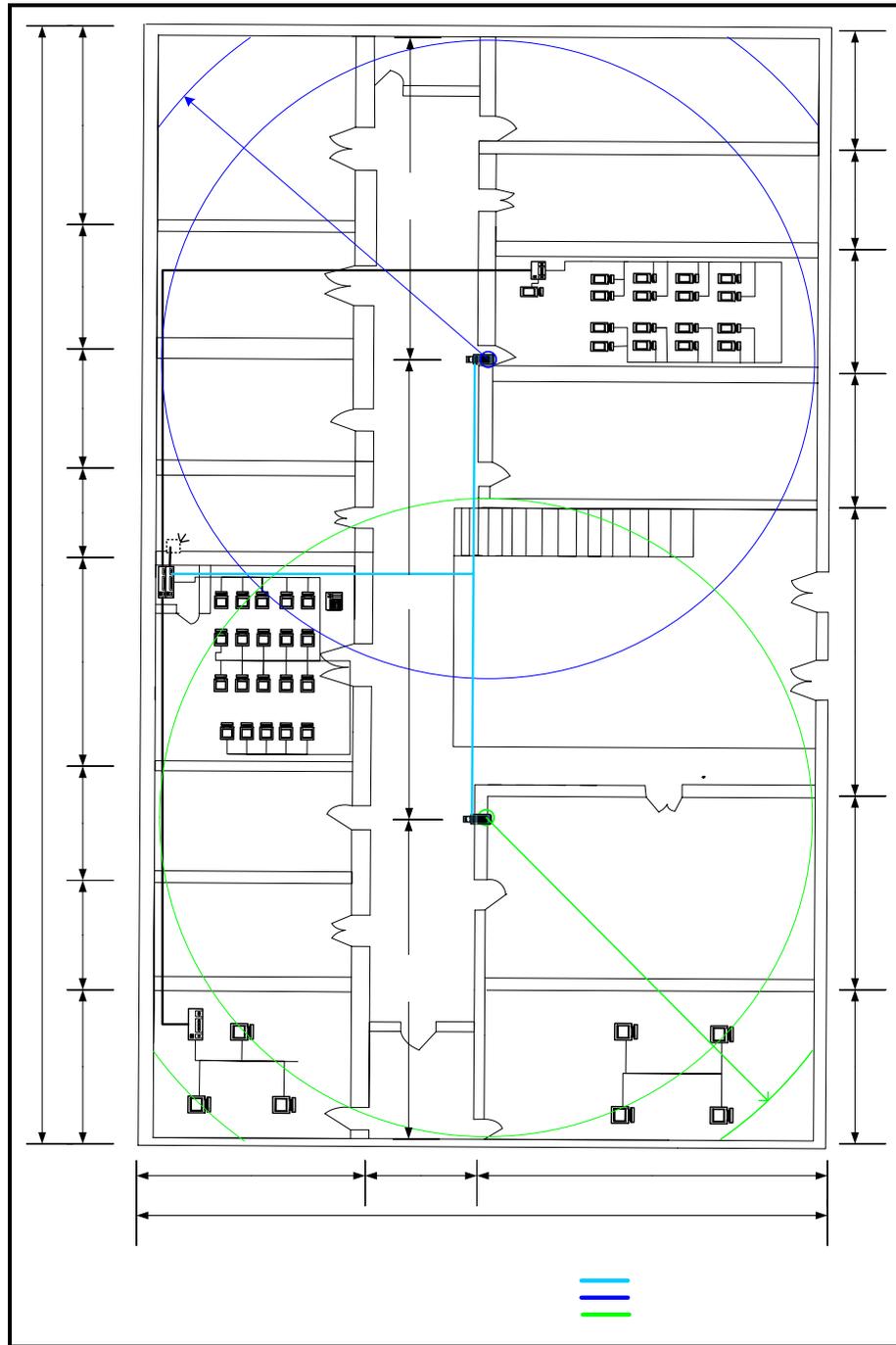
El edificio principal consta de 4 plantas incluido un Mezanine, en las que se ha diseñado la red inalámbrica tomando en cuenta las dimensiones del lugar, el radio de cobertura de los puntos de acceso inalámbricos y la estructura de los canales de radiofrecuencia.

Basándonos en las recomendaciones del fabricante consideraremos un radio de cobertura máximo de 20m por cada access point para alcanzar sin problemas velocidades de 11 Mbps, y los canales de radiofrecuencia 1, 6 y 11 para no tener problemas de adyacencias.

Atendiendo a los requerimientos del cliente se estima un crecimiento a corto plazo de la red inalámbrica. En principio se ha planificado la instalación de access point para dar cobertura a los laboratorios de informática, oficinas y salas de reuniones, y a futuro se proyecta cobertura en todas las aulas de clases.

Los access point se ubicarán de la siguiente manera:

- Planta Baja.- Contiene el centro de cómputo y un laboratorio de informática, interconectados a través de una red lan, con dos access points (AP-1, AP-2) instalados en los corredores, se cubre la sala de servidores, los laboratorios y hacia las escaleras, para interconectar el centro de computo con los demás pisos se realiza mediante cable UTP hacia los switch principales de cada piso. La figura 7.2 es el diseño de la red WLAN en la planta baja.
- Primer Piso.- El diseño de la red inalámbrica del primer piso consiste en la instalación de 3 access point de la siguiente manera: El AP-1 en la sala de profesores que daría cobertura a 2 laboratorios de informática, escaleras y parte del auditorio, el AP-2 que cubriría el resto de los laboratorios, parte de las escaleras, parte de la secretaría y aulas de clases como se muestra en la figura. 7.3.
- Mezanine.- Cuenta con las oficinas de Decanato y salas de reuniones, con un solo access point cubrimos todas estas áreas incluido hacia las escaleras como se muestra en la figura 7.4.
- Segundo Piso.- Se instalarán dos access points en los corredores de tal forma que cada uno cubra la mitad de esta planta sin tener problemas con el espesor de las paredes del área ni con ninguna interferencia. La figura 7.5 muestra la red WLAN del segundo piso.



12m

7m

5m

Fig. 7.2 Plano de la red WLAN de la planta baja del edificio Principal

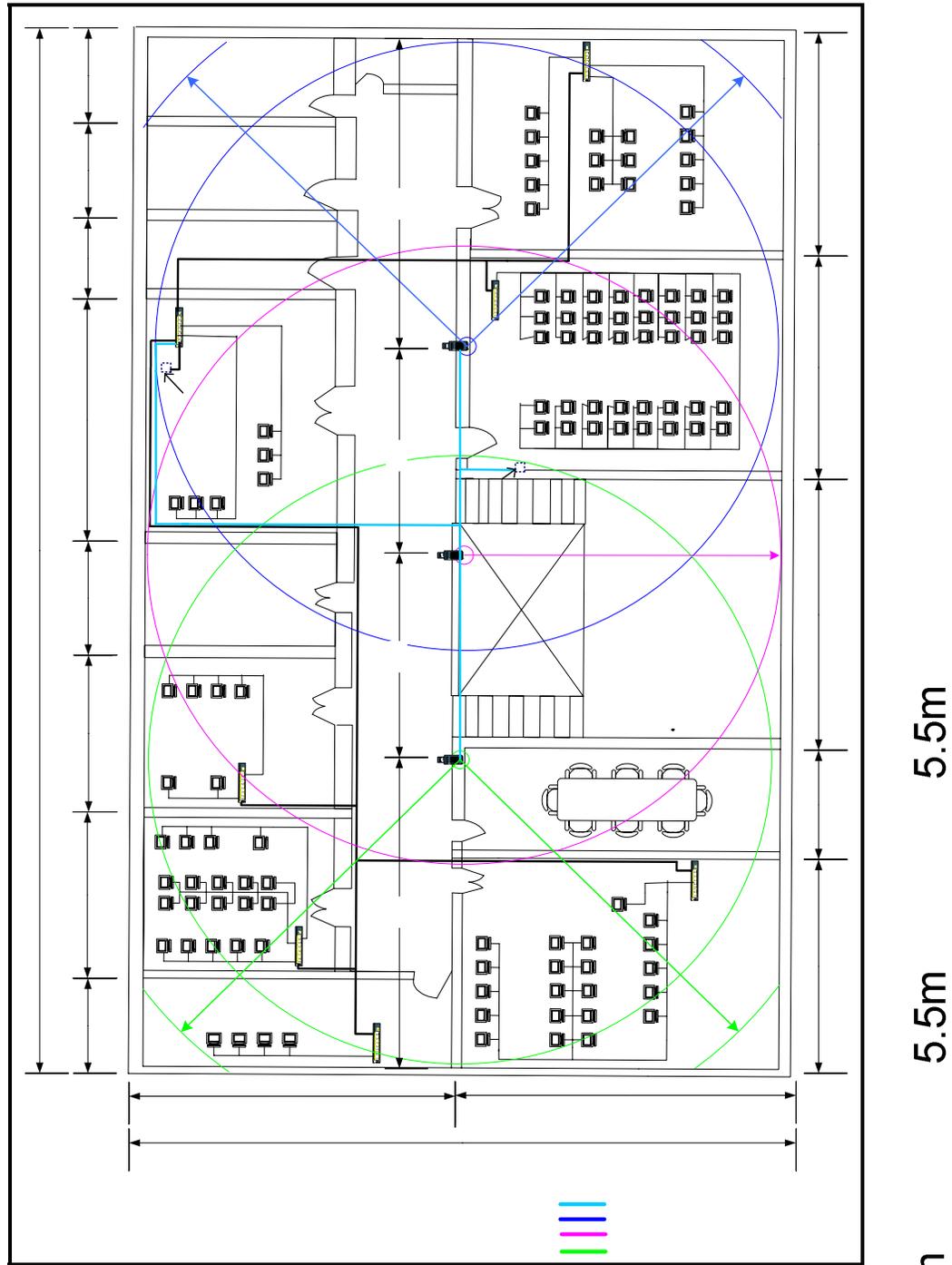


Fig. 7.3 Plano de la red inalámbrica del 1er piso del edificio Principal

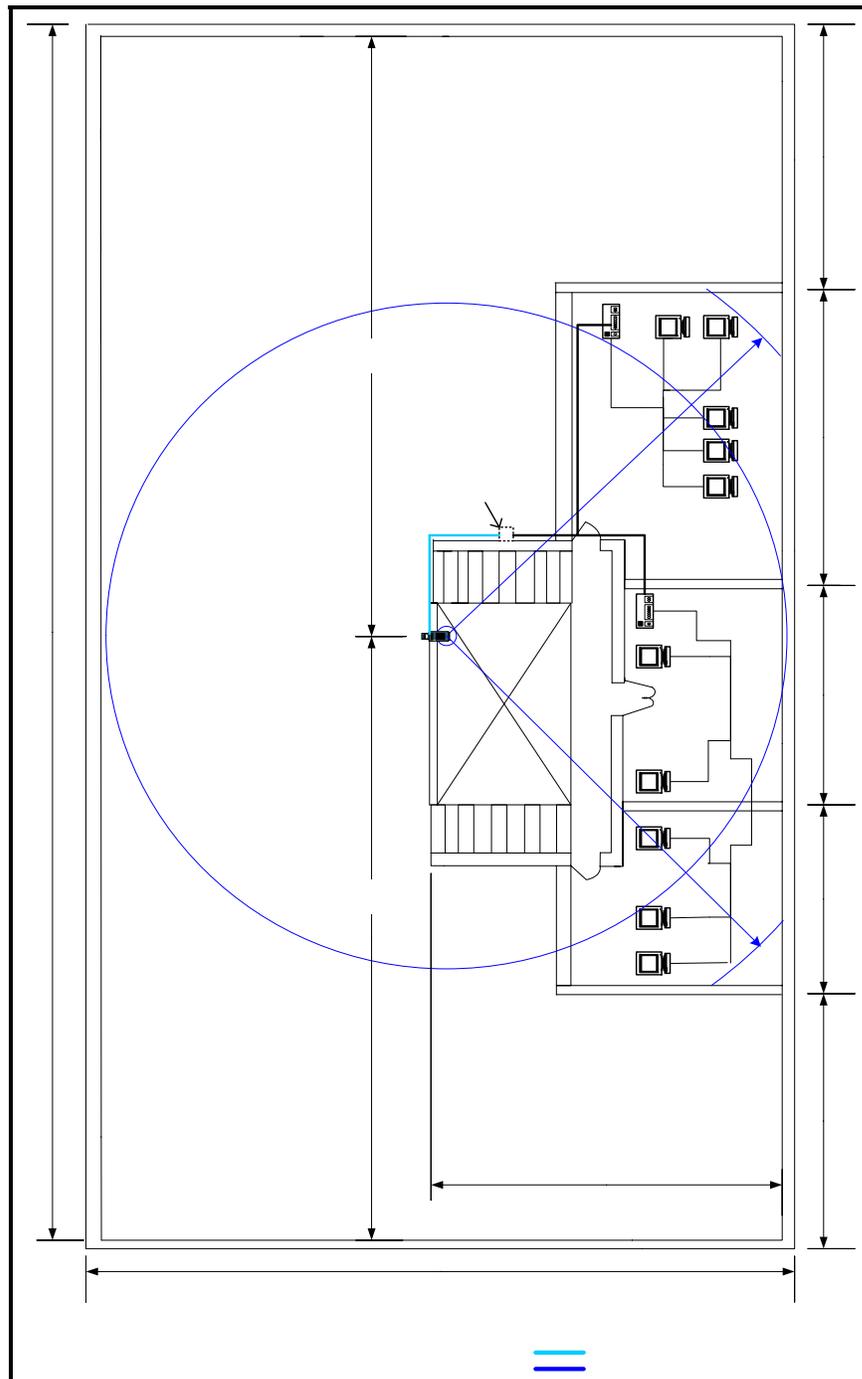


Fig. 7.4 Plano de la red inalámbrica en el Mezanine del edificio Principal

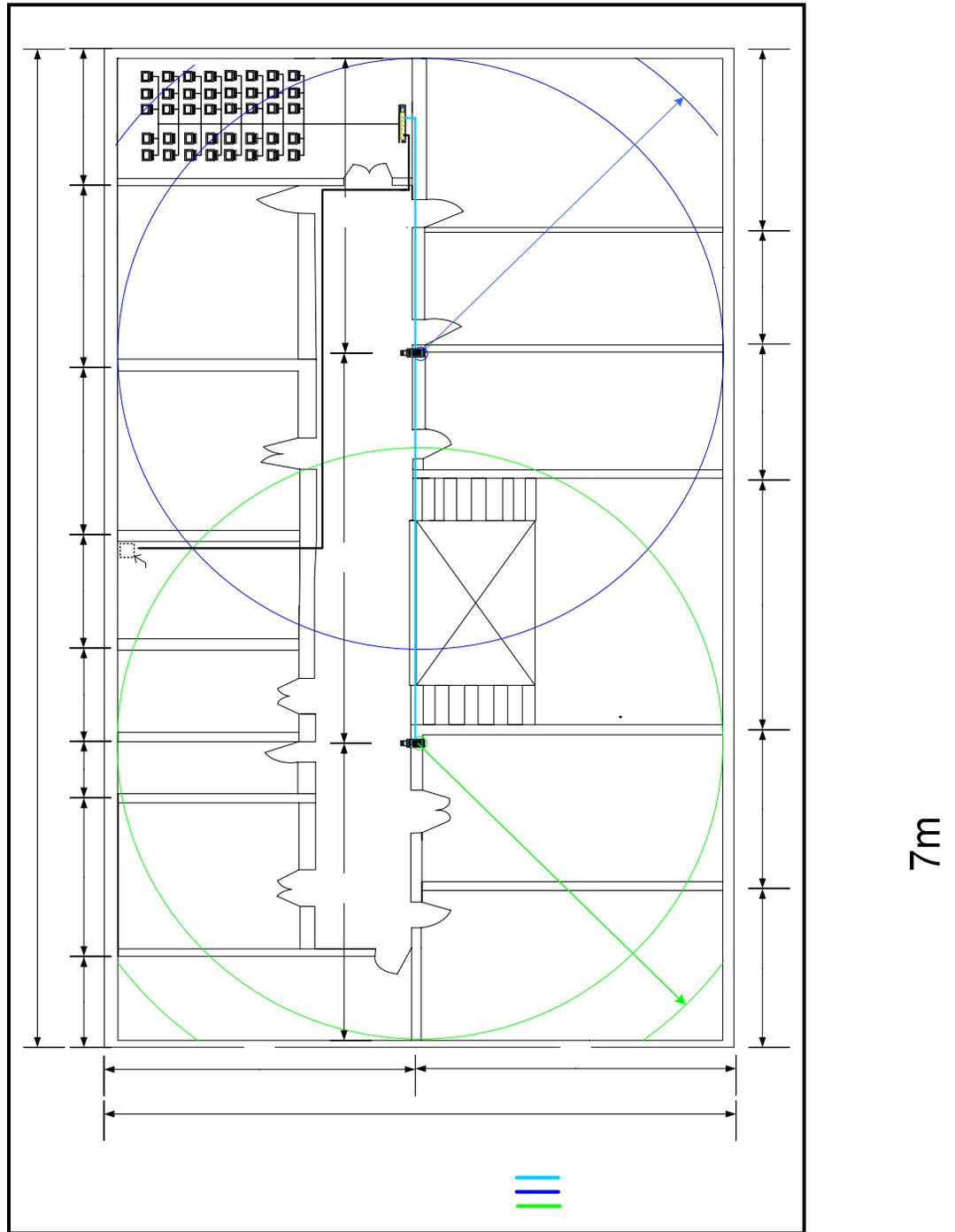


Fig. 7.5 Plano de la red inalámbrica del 2do piso del edificio Principal

12m

Como resultado del diseño, en la tabla 20 se muestran los parámetros necesarios para red inalámbrica del edificio Principal, canal de frecuencia, distancia entre AP's y las ganancias de las antenas.

Diseño	Planta Baja		Primer Piso			Mezanine	Segundo Piso	
	AP-1	AP-2	AP-1	AP-2	AP-3	AP-1	AP-1	AP-2
<b>Canal</b>	1	6	1	6	11	11	1	6
<b>Ubicación</b>	Pasillo	Pasillo	Sala de Profesores	Auditorio	Laboratorio	Decanato	Pasillo	Pasillo
<b>Radio de Cobertura a 11 Mps</b>	20m	20m	20m	20m	20m	20m	20m	20m
<b>Distancia al AP próximo</b>	18m	18m	10m	10m	10m	No existe	19m	19m
<b>Conexiones a red LAN actual</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Ganancia de la antena Integrada indoor</b>	2.2 dBi	2.2 dBi	2.2 dBi	2.2 dBi	2.2 dBi	2.2 dBi	2.2 dBi	2.2 dBi
<b>Protocolo de Acceso al medio de comunicación</b>	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA
<b>Modulación a 11 Mbps</b>	CCK	CCK	CCK	CCK	CCK	CCK	CCK	CCK
<b>Sensibilidad Recibida</b>	-85 dBm	-85 dBm	-85 dBm	-85 dBm	-85 dBm	-85 dBm	-85 dBm	-85 dBm
<b>Medio Inalámbrico</b>	DSSS	DSSS	DSSS	DSSS	DSSS	DSSS	DSSS	DSSS

Tabla 20.- Parámetros de la red inalámbrica del Edif. Principal

## 7.2.1 INTEGRACION A LA RED LAN

En la figura 7.6 se muestra la integración de la red LAN al sistema inalámbrico que consiste en instalación de Access Points en puntos de gran demanda de movilidad y necesidad de acceso a los recursos de la red, observamos además como el sistema de antenas y las redes ethernet estarán integradas.

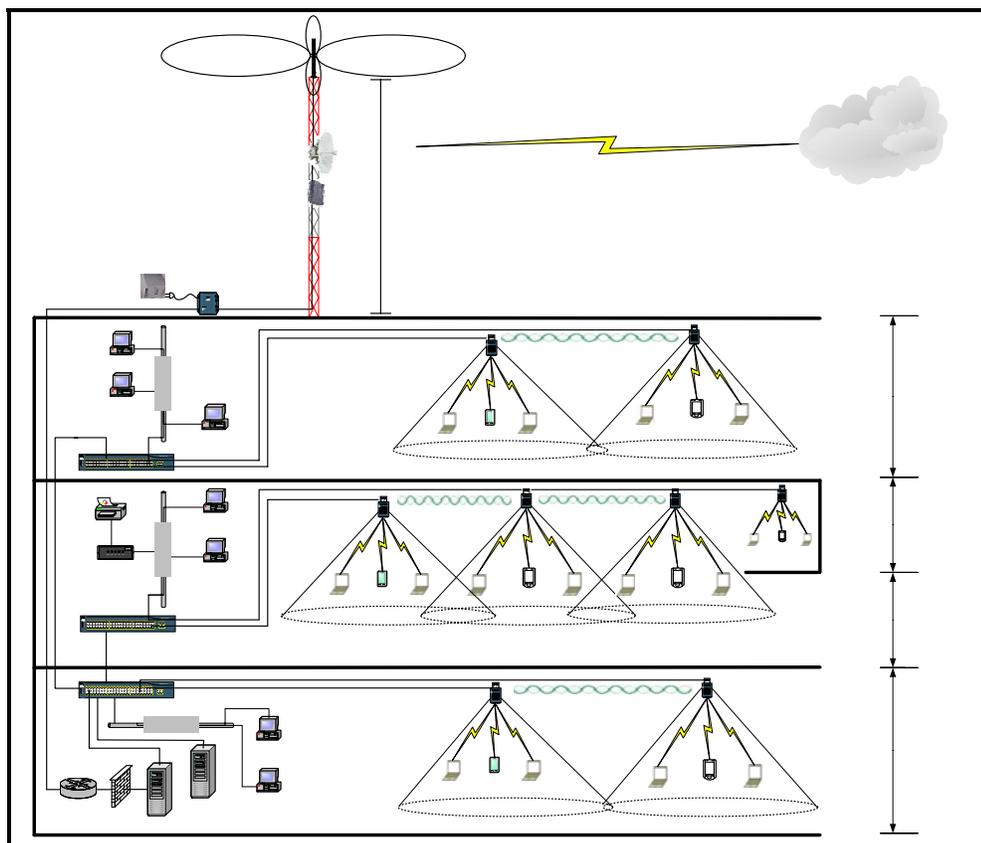


Fig. 7.6 Vista de corte del edificio Principal para el diseño de la red WLAN

Como lo mencionamos anteriormente vamos a aprovechar la actual infraestructura ethernet debido a que reduciremos costos y tendremos un sistema de backup en base a una red mixta, para esta integración e interoperabilidad se dispone actualmente de una red cableada Ethernet.

Los concentradores o hubs se encuentran situados en las salas de máquinas de cada piso y existe una troncal que comunica ambos pisos. Al conectar los puntos de acceso de cada piso con los hubs correspondientes, se podrán compartir los recursos existentes de la red cableada: servidores de archivos, correo electrónico, servidor web, impresoras, etc.

Gracias a la interfaz Ethernet (10Mbps) disponible en los puntos de acceso Cisco, la interconexión entre la red inalámbrica y la red cableada es muy sencilla. Además el producto viene provisto con un módulo Power BASE-T para alimentar el punto de acceso a través de la línea 10Base-T con tensión DC, por lo que se elimina la necesidad de disponer de una toma de AC cerca de su ubicación. La alimentación a través del cable Ethernet elimina el riesgo de posibles interferencias con la red de alterna.

Para la interconexión de la Ethernet A, B y C se trabaja con un grupo switches Cisco Catalyst 2950 debido a que estos son administrables y de alto performance. Los puntos de acceso se colocarán en los techos de cada

planta lejos de la red de corriente alterna. El cable 10BaseT se instalara por el techo falso hasta los racks en la sala de equipos de cada planta donde irá conectado a un puerto 10/100 de un switch.

Los Access Points instalados se interconectan entre si por medio de la red ethernet cableada y para la interconexión con los clientes inalámbricos será asignada una dirección IP xxx.xxx.xxx.xxx estática siendo el servidor DHCP usado para clientes inalámbricos móviles y fijos

En el caso de maquinas fijas que se les instale tarjetas inalámbricas, se debe configurar la IP de dichas máquinas como estática, dado que la misma no se va a mover en principio de posición, está conectada siempre a la misma red IP. En maquinas móviles (portátiles), se considera la configuración de direcciones IP dinámicas, dado que la mismas si se van a mover de posición y estarán conectada a diferentes redes IP.

Debemos tomar en consideración que cuando una máquina conectada a una red IP, se traslada físicamente a otra red IP separada mediante un router ocurre lo siguiente: La máquina móvil cambia su punto de acceso a la red (otra red IP distinta) sin cambiar su configuración TCP/IP provocando la perdida de conexión a la red, mientras se cambia la configuración TCP/IP perdemos la conectividad.

## **7.2.2 ESTRUCTURA DEL CENTRO DE COMPUTO (NODO PRINCIPAL)**

El Centro de Cómputo es la estructura principal que maneja el sistema informático de la Facultad y está compuesto por un rack de servidores en el que se encuentra el AAA Server, el DHCP Server, Mail Server y un SQL Server para bases de datos, además cuenta con un rack de comunicaciones y un sistema de UPS como respaldo de energía.

El rack de comunicaciones contará con 3 switches CISCO serie catalyst 2950 rackeables y administrables que reemplazaran a los hubs 3COM e IBM, se integrará un router para interconectar la intranet con las demás redes de la Universidad y un firewall para protegernos contra intrusos que quieran hackear la intranet.

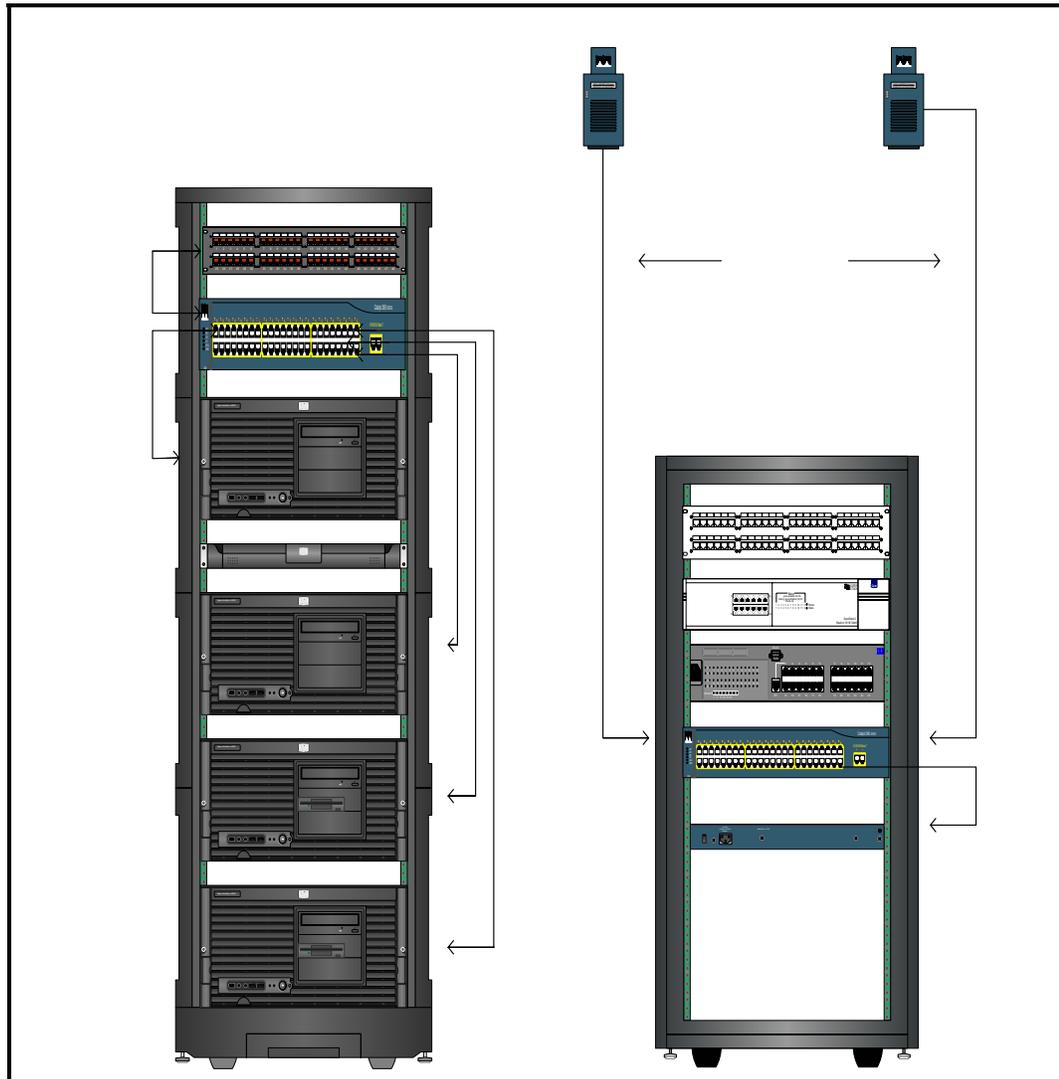


Fig. 7.7 Racks de Servidores y Comunicaciones en el Centro de Cómputo

## Patch Panel

### 7.2.3 ESTRUCTURA DE LOS SWITCHES

Los Switches Cisco tienen la habilidad de representar una LAN virtual (VLAN) por cada puerto ó agrupación de puertos. Son diseñados para redes

SW Cisco 2950

cableadas con usuarios estacionarios, no son configurables para manipular usuarios móviles.

Si el switch observa cada puerto como una VLAN y en cada puerto están AP's, el switch no va a manipular usuarios moviéndose de una VLAN a otra. Los AP's Aironet de Cisco están preparados para recibir las limitaciones de un switch.

Cuando un cliente hace roaming de un AP1 a un AP2, el AP2 enviará un paquete dirigido al AP1 permitiéndole conocer que ese cliente se ha registrado en el AP2. El AP1 entonces puede reenviar cualquier paquete que tenga para el cliente al AP2.

En el caso del uso de DHCP el switch tendrá que ser configurado para manejar los requerimientos DHCP, estos son tipos de paquetes de broadcast y puede ser detenido por el switch. Si el switch no está configurado apropiadamente los clientes serán incapaces de obtener una dirección IP.

## 7.2.4 ESTRUCTURA DEL ROUTER

Los Routers presentan consideraciones similares a los switches debido a que no permiten el broadcast de paquetes y esto puede presentar un problema para las aplicaciones y los usuarios que traten de usar DHCP.

El router les va a indicar que intenten usar un host remoto. Y si este es el caso, puede ser necesario entrar una ruta estática en el routeador. Se ha escogido el router Cisco 1760, porque proporciona capacidad para voz y datos "VOIP" que a futuro podría ser implementada en la red, además posee las siguientes características:

- Posee puerto Fast Ethernet, que opera en modo full duplex o half duplex y soporta auto censado para operaciones de 10 a 100 Mbps.
- Posee dos slots, ambos para tarjetas de interfase WAN (WICs) o tarjetas de interfase de voz.
- Puerto auxiliar para conexiones de modem el cual puede ser configurado y administrado desde un lugar remoto.
- Es administrable y configurable conectando un Terminal o PC al puerto de consola.
- Soporta SNMP (Protocolo de Administración de Red).
- Es totalmente rackeable, y adaptable al rack de comunicaciones.

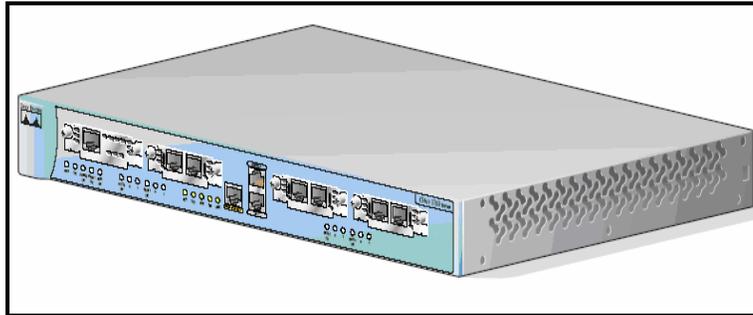


Fig. 7.8 Router Cisco1760, rackeable

### **7.2.5 ESTRUCTURA DEL FIREWALL**

La razón principal por la que hemos escogido instalar un firewall en la red se debe a que la Facultad cuenta con conexión a Internet y tienen proyectado aplicarla a todos los laboratorios, aulas, oficinas, etc. , es debido a esto que necesitamos tener una protección a cualquier tipo de ataques de hackers o intrusos que intenten penetrar la red.

### **7.2.6 ESTRUCTURA DE LOS SERVIDORES**

Para el caso de la red es recomendable usar servidores de última generación que manejen aplicaciones de tipo autenticación, base de datos, mail, monitoreo y administración. En el mercado se encuentran marcas como HP, IBM, SUN, las que nos garantizan un manejo rápido de los procesos e información.

En este caso la intranet usará un servidor SQL para manejar las aplicaciones de base de datos como el sistema de calificaciones académico, manejo del sistema de pago a los empleados y el sistema de consultas a través de puntos con computadores integrados en el que habrá una interfase tipo WEB donde el alumno podrá acceder a consultas de su horarios de clases, fechas de exámenes, calificaciones, etc.

En el caso de localización de un cliente inalámbrico los servidores pueden manejar una arquitectura que está basada en traps SNMP que se compone de cinco entidades lógicas:

- Usuario móvil: dispositivo con interfaz de red 802.11b/g cuya dirección física se conoce y que se desplaza por el área de un ESS (Extended Service Set).
- AP: punto de acceso de los usuarios móviles a la red de área local. Estos dispositivos deben ser capaces de generar traps SNMP ante eventos de conexión o desconexión de usuarios.
- Servidor de localización (SLOC): proceso que recibirá traps SNMP y que guardará su información en un fichero log o en una base de datos.
- Log: fichero o base de datos donde se almacena la información recibida de los traps SNMP. La información que incluyen los traps SNMP que recibe el servidor de localización consta de dirección IP y física (MAC) del AP que ha

detectado el evento, direcciones físicas (MAC) del cliente, el estado del cual ha cambiado es decir su nuevo estado (enganchado, desenganchado, etc.).

- Servidor de aplicaciones (SAP): proceso que lee e interpreta la información del log para mostrarla a los usuarios de la aplicación de localización.

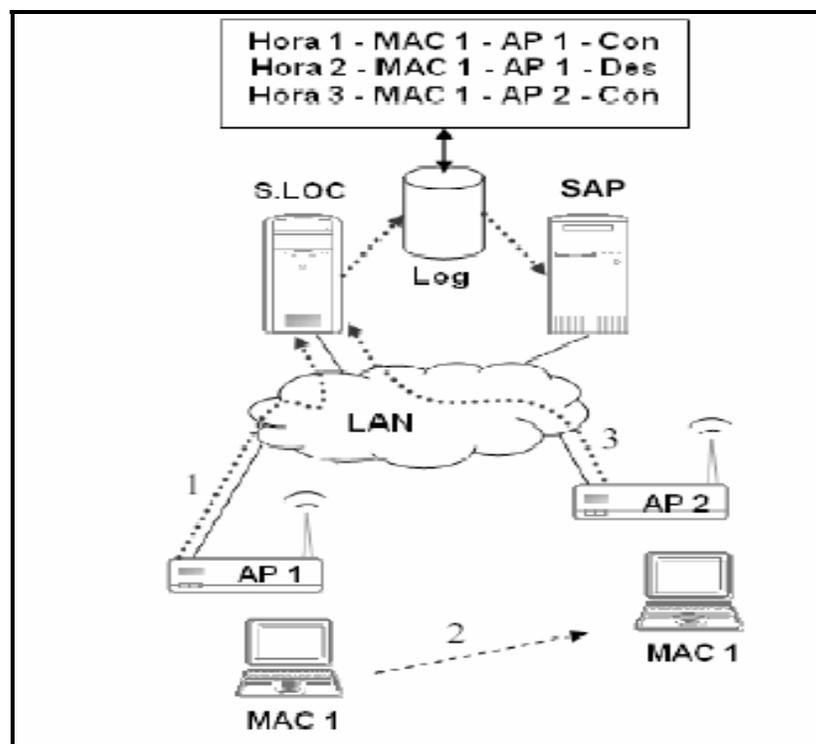


Fig. 7.9 Arquitectura para el Sistema de Movilización

### **7.3 DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DEL EDIFICIO DE PARVULOS**

El edificio de Párvulos consta de 5 plantas, de las cuales se ha escogido como prioridad diseñar la red inalámbrica en la planta baja, considerando que las necesidades son:

- Los constantes cambios en la ubicación de mobiliario en las áreas administrativas, salas de reuniones, y oficinas en general.
- Secretaría debe conectarse al Centro de Cómputo para poder enviar información de las cuotas de matrículas diferenciadas al banco.

Los pisos restantes son aulas de clases y no cuentan con ningún sistema de red instalado, por lo que se debe dimensionar la red para que soporte a futuro el tráfico que genere el alumnado. Para cubrir la necesidad de conectividad hacia el Centro de Cómputo la solución es instalar un enlace Spread Spectrum con una antena direccional de 6 dBi de ganancia colocada en el cuarto piso, donde tenemos línea de vista al edificio Principal. Para la red inalámbrica indoor nos basamos en las recomendaciones del fabricante y consideraremos un radio de cobertura máximo de 20m por cada access point para alcanzar sin problemas velocidades de 11 Mbps, y los canales de radiofrecuencia 1 y 6 para no tener problemas de adyacencias.

La figura 7.10 muestra los access point en la planta baja interconectados con el bridge inalámbrico a través del Switch principal mediante cable UTP.

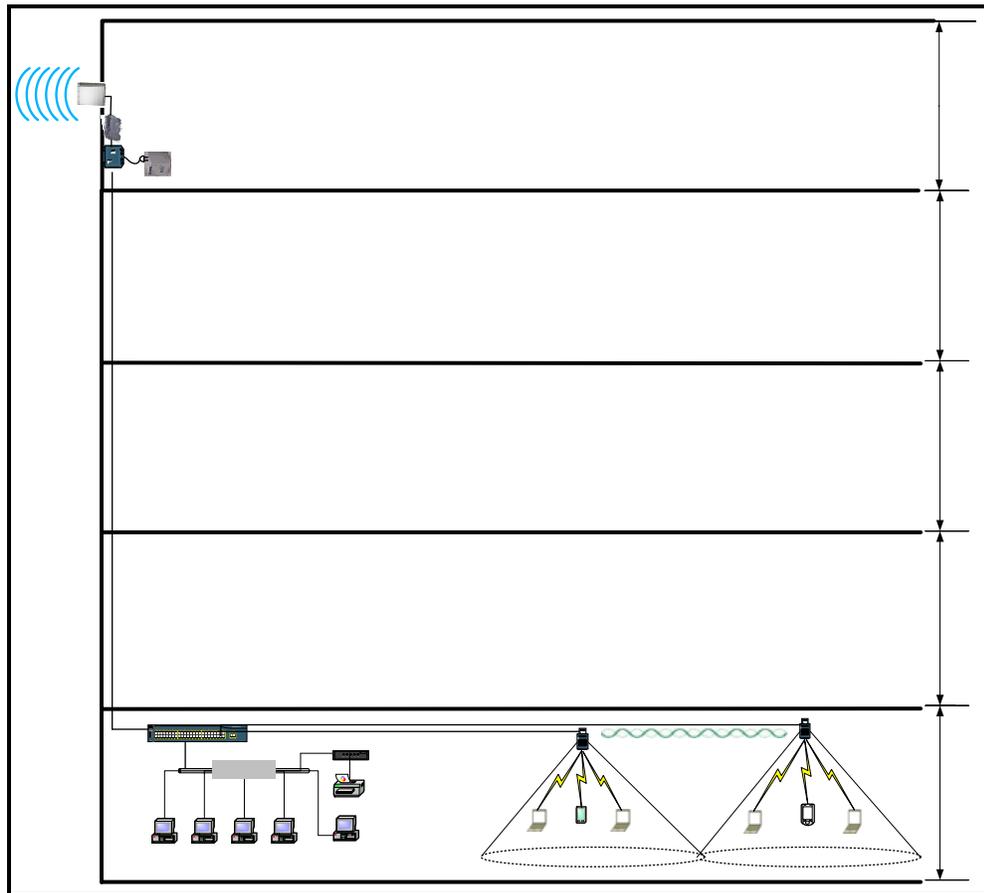


Fig. 7.10 Vista de corte para la red WLAN del edificio de Párvulos

Dos puntos de acceso darán la cobertura a toda la planta baja considerando que las dimensiones del edificio son 27,5m de largo por 23m de ancho, con los equipos se alcanza a cubrir un radio de 20m o diámetro de 40m para generar cobertura a 11 Mbps. Como resultado del diseño en la tabla 21 se agregan los parámetros necesarios para la red inalámbrica del edificio Principal, se observa el canal de frecuencia, distancia entre AP's y las ganancias de la antena indoor. La figura 7.11 muestra la ubicación de los puntos de acceso en la planta baja del edificio de Párvulos, sus mapas de cobertura y la interconexión de ellos.

<b>Diseño</b>	<b>Planta Baja</b>	
	<b>AP-1</b>	<b>AP-2</b>
<b>Canal</b>	1	6
<b>Ubicación</b>	Pasillo	Pasillo
<b>Radio de Cobertura a 11 Mps</b>	20m	20m
<b>Distancia al AP próximo</b>	13.5m	13.5m
<b>Conexiones a red LAN actual</b>	Sí	Sí
<b>Ganancia de la antena Integrada Indoor</b>	2.2 dBi	2.2 dBi
<b>Protocolo de Acceso al medio de comunicación</b>	CSMA/CA	CSMA/CA
<b>Modulación a 11 Mbps</b>	CCK	CCK
<b>Sensitividad Recibida</b>	-85 dBm	-85 dBm
<b>Medio Inalámbrico</b>	DSSS	DSSS

Tabla 21.- Parámetros de la red inalámbrica del Edif. Párvulos

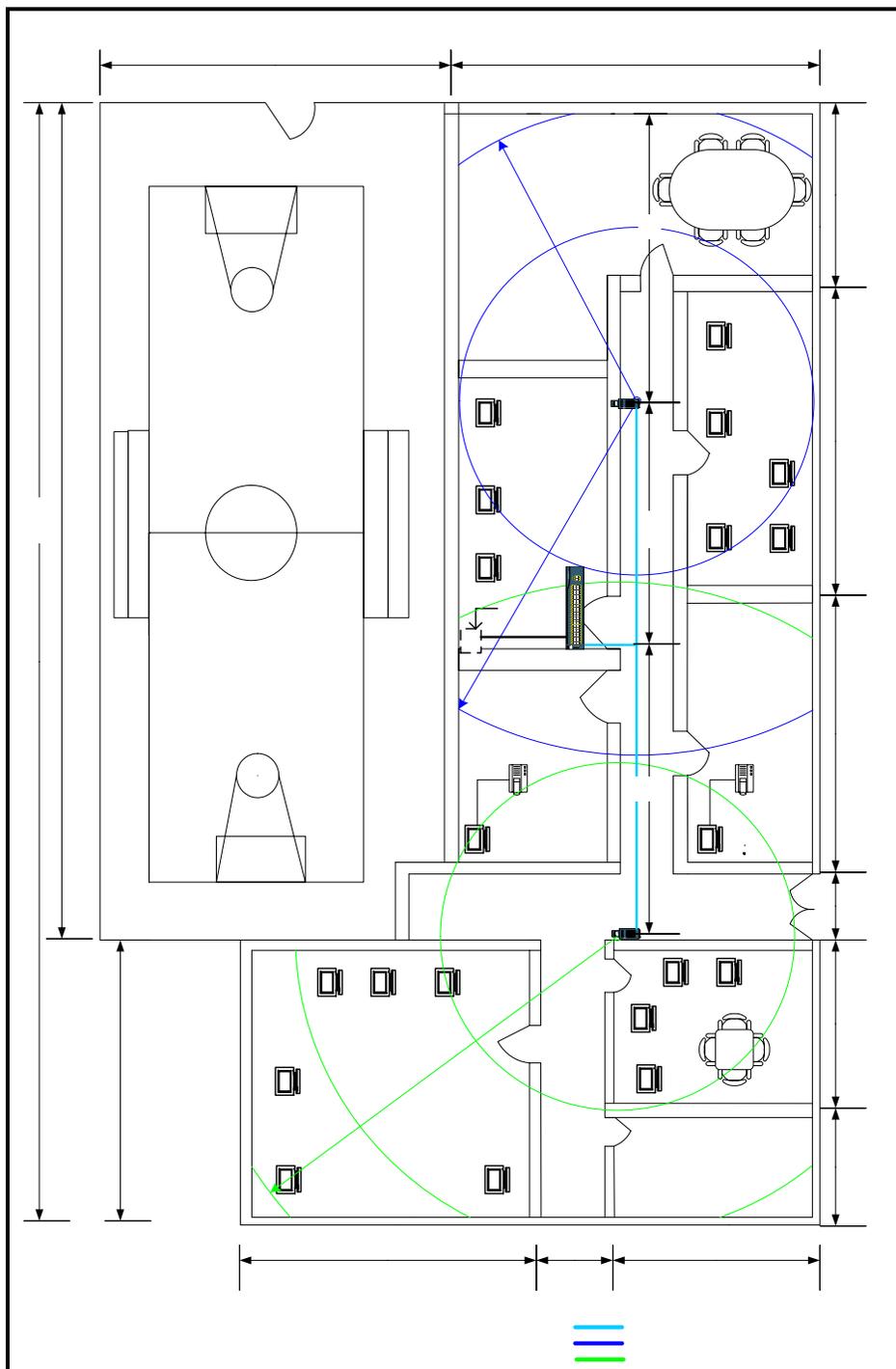


Fig. 7.11 Plano de la red WLAN de la planta baja del edificio de Párvulos

## **7.4 DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DEL EDIFICIO DE COMERCIO EXTERIOR**

El edificio de Comercio Exterior consta de 4 plantas, de las cuales se ha escogido como prioridad diseñar la red inalámbrica en la planta baja, considerando que las necesidades son:

- Cambios en la ubicación de mobiliario en las áreas de Secretaria de Educación a Distancia, Financiero Educación a Distancia y Auditorio/Sala de Profesores.
- Conectividad al Edificio Principal para poder enviar información a entidades bancarias,

Los pisos restantes son aulas de clases, no cuentan con ningún sistema de red instalado. Para cubrir la necesidad de conectividad hacia el edificio Principal la solución es instalar un enlace Spread Spectrum con una antena direccional de 6 dBi de ganancia colocada en una torre de 6m en el techo de la parte frontal de éste edificio.

La red inalámbrica indoor se basa en las recomendaciones del fabricante y consideraremos un radio de cobertura máximo de 20m para que el Access Point alcance sin problemas una velocidad de 11 Mbps, trabajando sin problemas de adyacencias en el canal de radiofrecuencia 1.

La figura 7.12 muestra el access point interconectado con el bridge inalámbrico a través del switch principal mediante cable UTP.

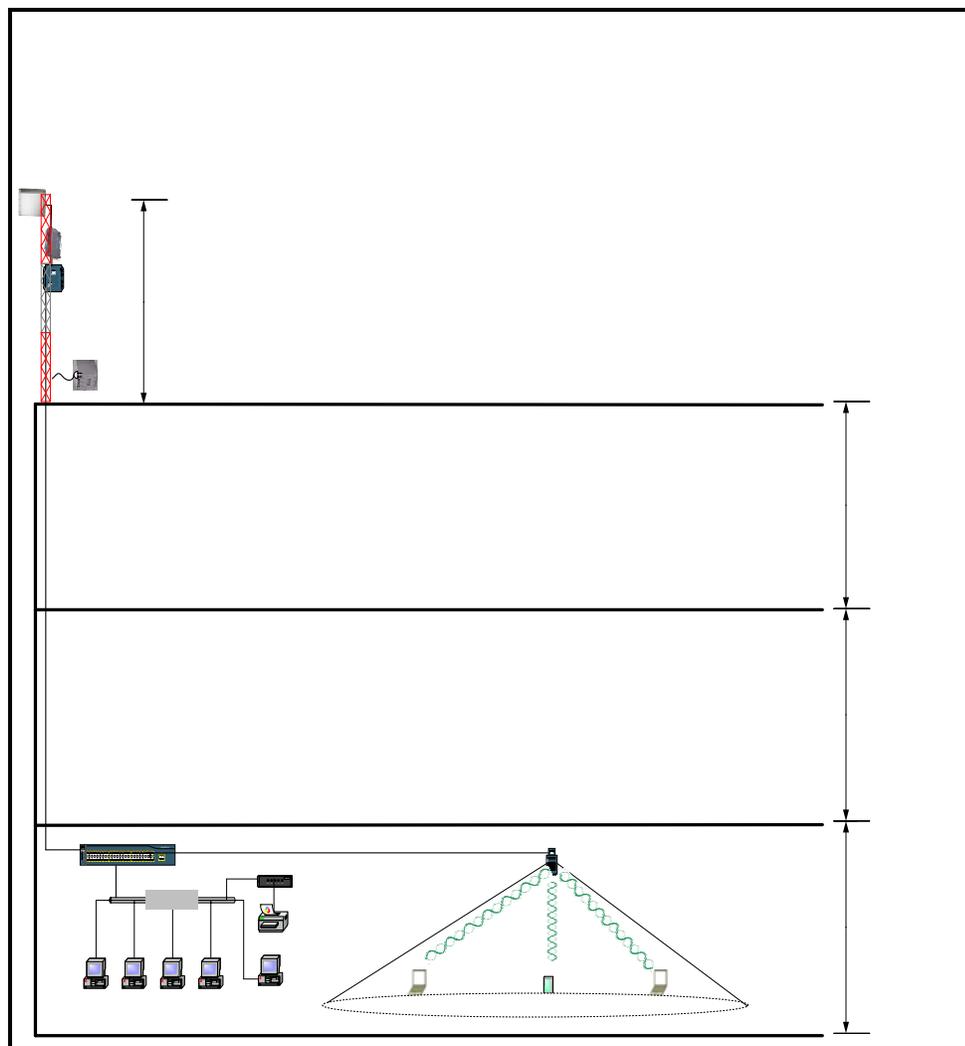


Fig. 7.12 Vista de corte para la red WLAN del edificio de Com. Ext.

Un solo punto de acceso dará cobertura a toda la planta baja, considerando que las dimensiones del edificio son 36m de largo por 14m de ancho el Access Point alcanzará a cubrir un radio de 20m o un diámetro de 40m para generar cobertura a 11Mbps, como resultado del diseño de la red inalámbrica del edificio, se observa en la tabla 22 el canal de frecuencia, distancia entre AP's y la ganancia de la antena indoor.

<b>Diseño</b>	<b>Planta Baja</b>
	<b>AP-1</b>
<b>Canal</b>	1
<b>Ubicación</b>	Pasillo
<b>Radio de Cobertura a 11 Mps</b>	20m
<b>Conexiones a red LAN actual</b>	Sí
<b>Ganancia de la antena Integrada dipolar</b>	2.2 dBi
<b>Protocolo de Acceso al medio de comunicación</b>	CSMA/CA
<b>Modulación a 11 Mbps</b>	CCK
<b>Sensitividad Recibida</b>	-85 dBm
<b>Medio Inalámbrico</b>	DSSS

Tabla 22.- Parámetros de la red inalámbrica del Edif. Com. Ext.

La figura 7.13 muestra la ubicación del Access Points en la planta baja del edificio de Com. Ext., su mapa de cobertura y la interconexión con el switch principal mediante un cable UTP

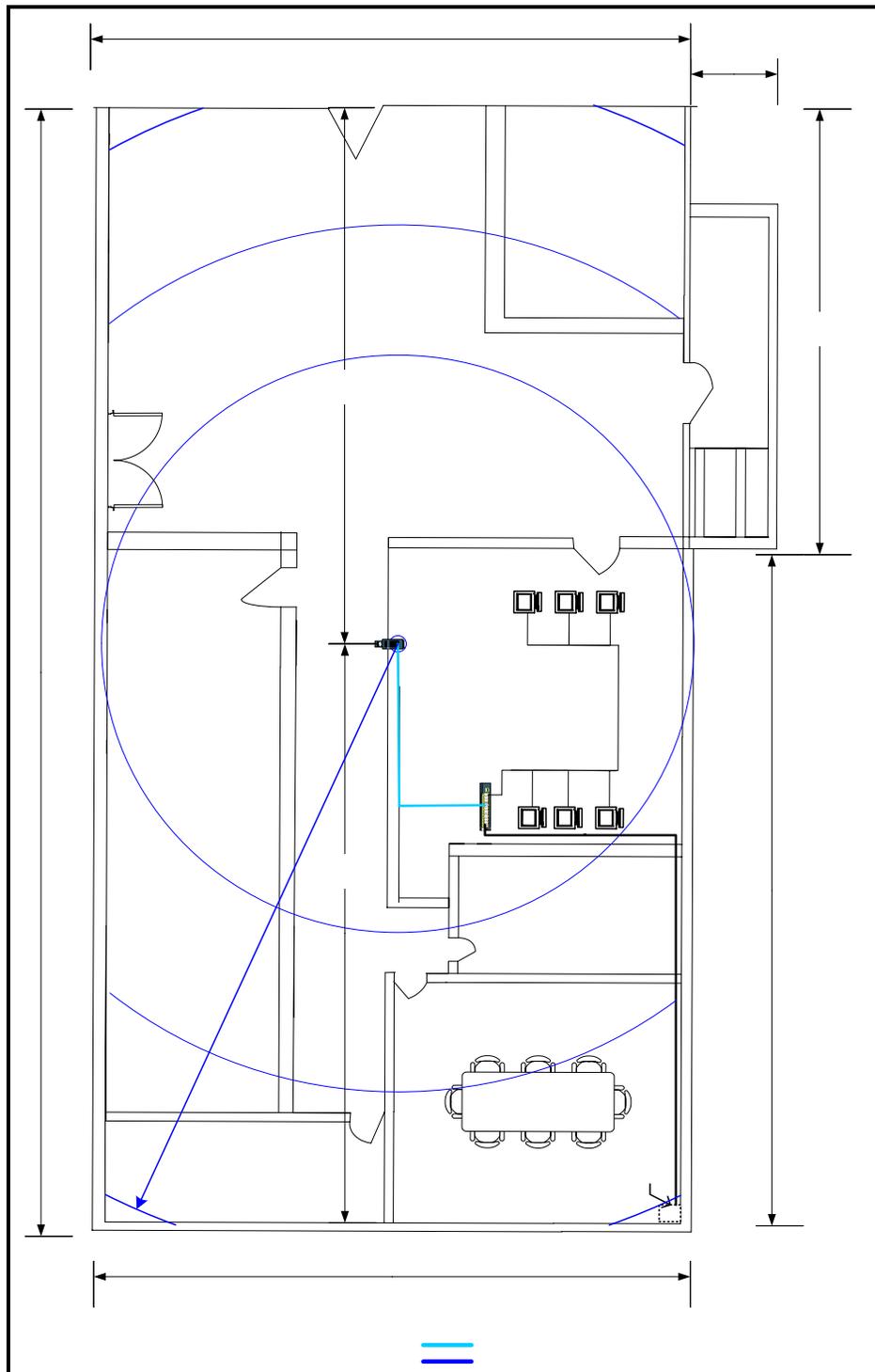


Fig. 7.13 Cobertura inalámbrica en edificio de Com. Ext.

## **7.5 DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DEL EDIFICIO DE LENGUAS**

El edificio de Lenguas consta de 5 plantas, de las cuales se ha escogido como prioridad diseñar la red inalámbrica en la planta baja y el primer piso, considerando necesario cubrir las siguientes áreas:

- Oficinas de secretaria de lenguas, auditorio, sala de profesores y dos salas audiovisuales, ubicadas en la planta baja.
- Asociación de la escuela de lenguas, centro de información y documentación, y un laboratorio, ubicadas en el primer piso.

Los pisos restantes son aulas de clases y no cuentan con ningún sistema de red instalado, por lo que se debe dimensionar la red de tal manera que soporte a futuro el tráfico que genere el alumnado. Para cubrir la necesidad de conectividad hacia el Centro de Cómputo la solución es instalar un enlace Spred Spectrum con una antena direccional de 6 dBi de ganancia colocada entre el tercer y cuarto piso, debido a que tenemos línea de vista al edificio Principal. Para la red inalámbrica indoor nos basamos en las recomendaciones del fabricante y consideraremos un radio de cobertura máximo de 20m por cada access point para alcanzar sin problemas velocidades de 11 Mbps, y los canales de radiofrecuencia 1 y 6 para no tener problemas de adyacencias.

La figura 7.14 muestra los access point de la planta baja y primer piso interconectados con el bridge inalámbrico a través del Switch principal.

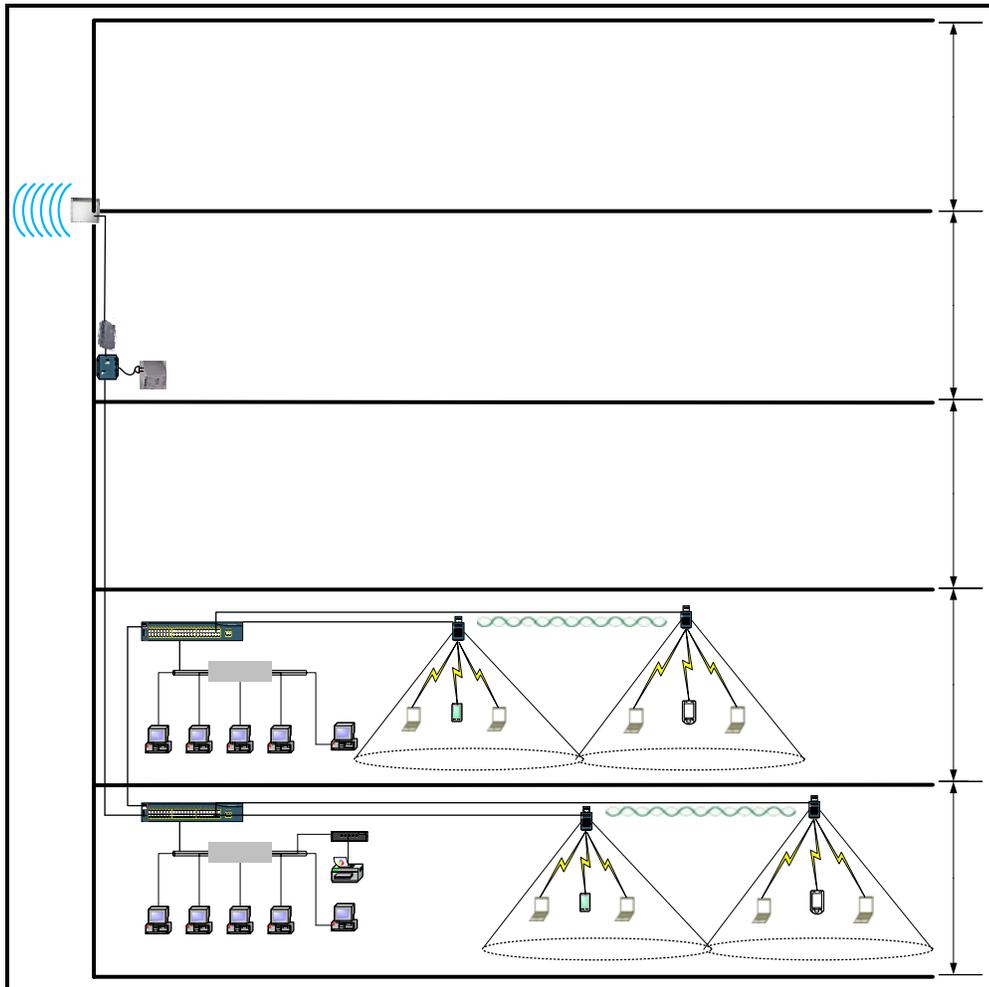


Fig. 7.14 Vista de corte para la red WLAN del edificio de Lenguas

Considerando que las dimensiones del edificio de 55m de largo por 10m de ancho, dos puntos de acceso pueden dar cobertura a toda la planta baja colocados de manera simétrica, debido a que su radio de cobertura es 20m a una velocidad de 11 Mbps.

Para la cobertura del primer piso también se consideran las mismas dimensiones que en la planta baja, por lo tanto colocaremos el mismo número de access point, los cuales serán integrados a la red LAN.

La interconexión entre el switch principal de la planta baja y el del primer piso se realiza mediante cable UTP, con lo cual se integraría toda la red del edificio de lenguas

Como resultado del diseño en la tabla 23 se muestran los parámetros necesarios para la red inalámbrica del edificio de Lenguas, canal de frecuencia, distancia entre AP's y las ganancias de la antena indoor.

Diseño	Planta Baja		Primer Piso	
	AP-1	AP-2	AP-1	AP-2
<b>Canal</b>	1	6	1	6
<b>Ubicación</b>	Pasillo	Pasillo	Pasillo	Pasillo
<b>Radio de Cobertura a 11 Mps</b>	20m	20m	20m	20m
<b>Distancia al AP próximo</b>	20m	20m	32m	32m
<b>Conexiones a red LAN actual</b>	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Ganancia de la antena Integrada Indoor</b>	2.2 dBi	2.2 dBi	2.2 dBi	2.2 dBi
<b>Protocolo de Acceso al medio de comunicación</b>	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA
<b>Modulación a 11 Mbps</b>	CCK	CCK	CCK	CCK
<b>Sensibilidad Recibida</b>	-85 dBm	-85 dBm	-85 dBm	-85 dBm
<b>Medio Inalámbrico</b>	DSSS	DSSS	DSSS	DSSS

Tabla 23.- Parámetros de la red inalámbrica del Edif. Lenguas

En la figura 7.15 y 7.16 se muestra la ubicación de los puntos de acceso en la planta baja y el primer piso respectivamente del edificio de Lenguas, sus mapas de cobertura (círculos concéntricos) y la interconexión entre ellos mediante un cable UTP.

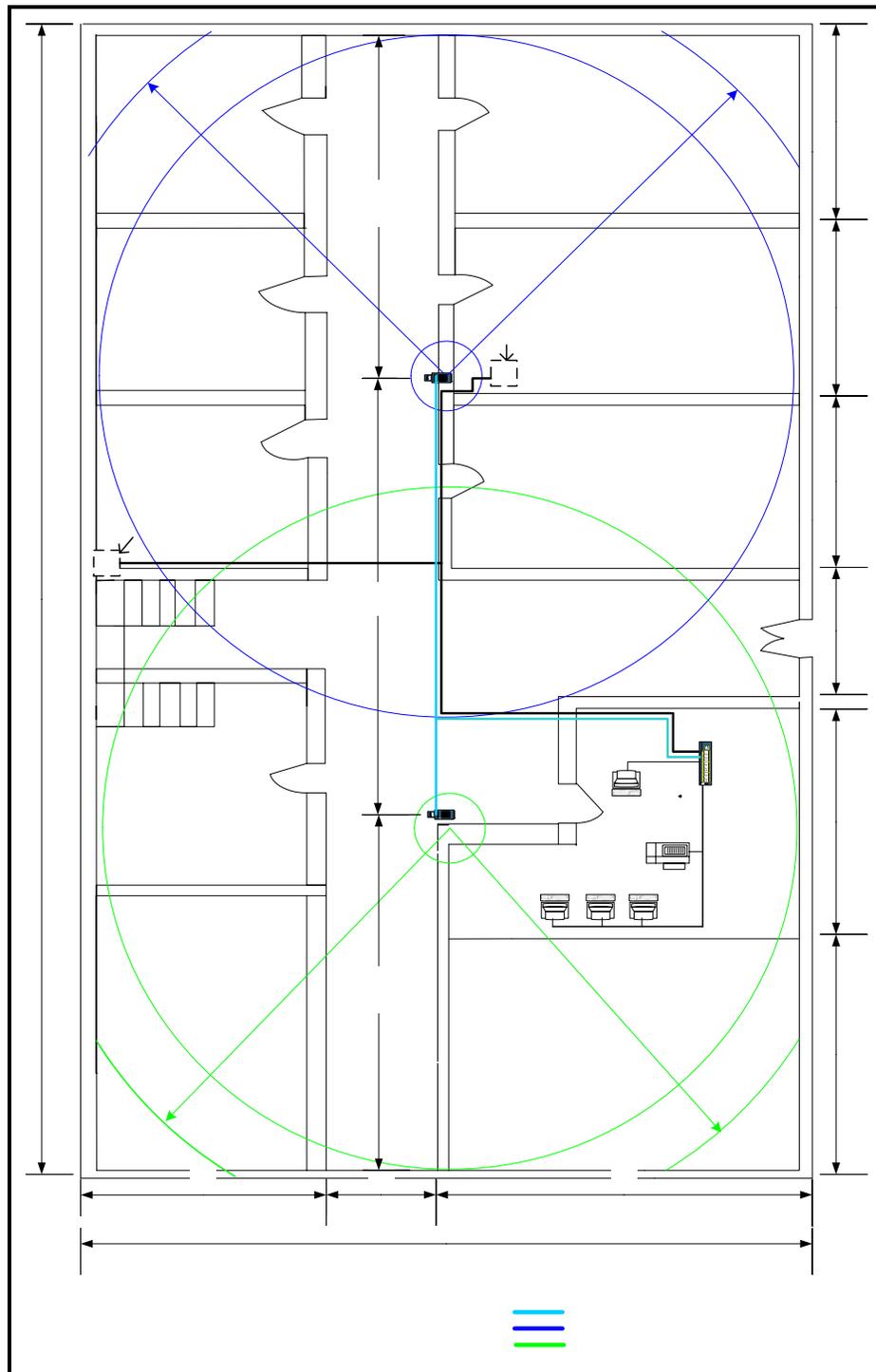


Fig. 7.15 Cobertura inalámbrica en la Planta baja del edificio de Lenguas

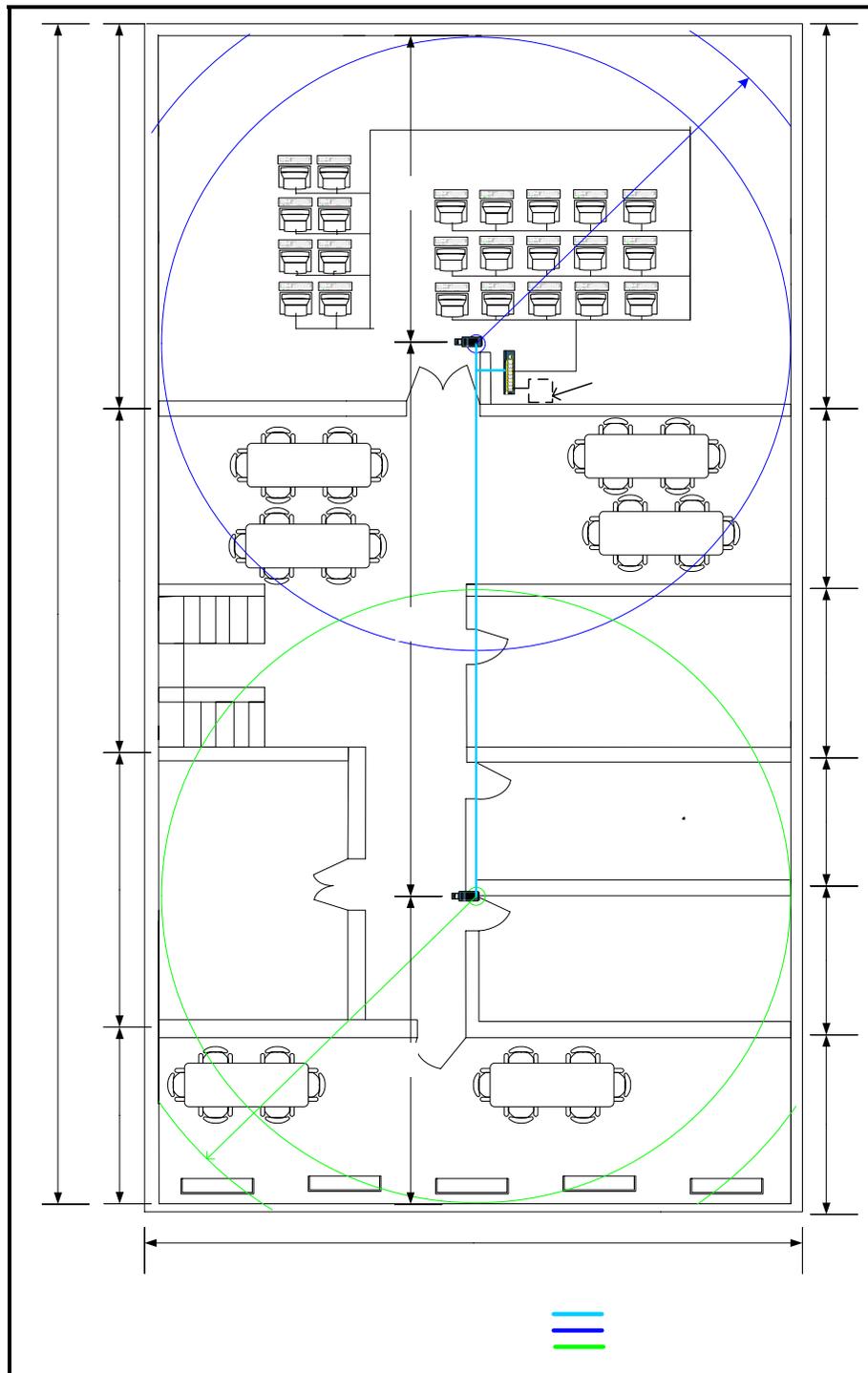


Fig. 7.16 Cobertura inalámbrica del Primer piso del edificio de Lenguas

15m

## **7.6 SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CONTRA INTRUSOS**

Para poder considerar la red inalámbrica como segura, debemos cumplir con los siguientes requisitos:

- Las ondas de radio deben confinarse tanto como sea posible empleando antenas direccionales y configurando adecuadamente la potencia de transmisión de los puntos de acceso.
- Debe existir algún mecanismo de autenticación en doble vía, que permita al cliente verificar que se está conectando a la red correcta, y a la red constatar que el cliente está autorizado para acceder a ella.
- Los datos deben viajar cifrados por el aire, para evitar que equipos ajenos a la red puedan capturar datos mediante escucha pasiva.

Existen varios métodos para lograr la configuración segura de la red inalámbrica; cada método logra un nivel diferente de seguridad y presenta ciertas ventajas y desventajas:

### **7.6.1 FILTRADO DE DIRECCIONES MAC**

Este método consiste en la creación de una tabla de datos en cada uno de los puntos de acceso a la red inalámbrica. Dicha tabla contiene las direcciones MAC (Media Access Control) de las tarjetas de red inalámbricas

que se pueden conectar al punto de acceso. Como toda tarjeta de red posee una dirección MAC única, se logra autenticar el equipo. Este método tiene como ventaja su sencillez, por lo cual se puede usar para redes caseras o pequeñas. Sin embargo, posee muchas desventajas que lo hacen impráctico para uso en redes medianas o grandes:

- No escala bien, porque cada vez que se desee autorizar o dar de baja un equipo, es necesario editar las tablas de direcciones de todos los puntos de acceso. Después de cierto número de equipos o de puntos de acceso, la situación se torna inmanejable.
- El formato de una dirección MAC no es amigable (normalmente se escriben como 6 bytes en hexadecimal), lo que puede llevar a cometer errores en la manipulación de las listas.
- Las direcciones MAC viajan sin cifrar por el aire. Un atacante podría capturar direcciones MAC de tarjetas registradas en la red empleando un sniffer, y luego asignarle una de estas direcciones capturadas a la tarjeta de su computador, empleando programas tales como AirJack o WellenReiter, entre otros. De este modo, el atacante puede hacerse pasar por un cliente válido.
- En caso de robo de un equipo inalámbrico, el ladrón dispondrá de un dispositivo que la red reconoce como válido. En caso de que el elemento robado sea un punto de acceso el problema es más serio, porque el punto

de acceso contiene toda la tabla de direcciones válidas en su memoria de configuración. Debe notarse además, que este método no garantiza la confidencialidad de la información transmitida, porque no prevé ningún mecanismo de cifrado.

### **7.6.2 ALGORITMO WEP**

El algoritmo WEP forma parte de la especificación 802.11, y se diseñó con el fin de proteger los datos que se transmiten en una conexión inalámbrica mediante cifrados. WEP opera a nivel 2 del modelo OSI y es soportado por la gran mayoría de fabricantes de soluciones inalámbricas.

Se escoge una clave secreta compartida entre emisor y receptor para evitar conflictos la llave debe contener 40 bits encriptados, sin embargo muchos vendedores han desarrollado hasta 128 bits. WEP puede ser fácilmente crackeado en ambos casos usando herramientas disponibles en Internet lo que es una gran desventaja para la red.

Para el caso de estudio se ha descartado esta opción de seguridad, puesto que WEP no ofrece servicio de autenticación, es decir el cliente no puede autenticar a la red, ni al contrario; basta con que el equipo móvil y el

punto de acceso compartan la clave WEP para que la comunicación pueda llevarse a cabo.

### **7.6.3 PROTOCOLO 802.1X**

802.1x es un protocolo de control de acceso y autenticación basado en la arquitectura cliente/servidor, que restringe la conexión de equipos no autorizados a una red. El protocolo fue inicialmente creado por la IEEE para uso en redes de área local alambradas, pero se ha extendido también a las redes inalámbricas. Muchos de los puntos de acceso que se fabrican en la actualidad son compatibles con 802.1x. El protocolo 802.1x involucra tres cosas:

- El equipo del cliente que desea conectarse con la red.
- El servidor de autorización/autenticación RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service), que contiene toda la información necesaria para saber cuáles equipos y/o usuarios están autorizados para acceder a la red. Estos servidores fueron creados inicialmente para autenticar el acceso de usuarios remotos por conexión vía telefónica; dada su popularidad se optó por emplearlos también para autenticación en las LAN.

- El autenticador, que es el equipo de red (switch, enrutador, servidor de acceso remoto...) que recibe la conexión del usuario. El autenticador actúa como intermediario entre el usuario y el servidor de autenticación, y solamente permite el acceso del usuario a la red cuando el servidor de autenticación así lo autoriza.

## **7.7 AUTENTICACIÓN Y ADMINISTRACIÓN.**

Cisco soporta autenticación 802.1x para LANs 802.11 con la introducción del protocolo LEAP (Lightweight Extensible Authentication Protocol), 802.1x usa mensajes RADIUS para comunicarse entre el access point y el servidor de autenticación. Estos mensajes usan el protocolo de datagrama de usuarios (UDP), es posible que durante una congestión de un enlace LAN los paquetes RADIUS tengan retardo o caídas. Esto puede causar delays o timeouts en la autenticación de los usuarios al intentar autenticarse a un access point, o cuando hacen roaming a un diferente access point.

Este problema se supera dándole prioridad a los paquetes RADIUS en ambas transmisiones desde el access point al RADIUS server y desde el RADIUS server al access point.

### 7.7.1 AUTENTICACIÓN

Funciona de la siguiente manera:

El usuario comienza estando activo en el medio y se asocia a un access point este lo detecta, le habilita un puerto y forza a este puerto a ponerse dentro de un estado de inautorizado, en ese momento únicamente está circulando el tráfico 802.1x. Tráfico como DHCP, HTTP, FTP, SMTP, POP3, etc. Son bloqueados. El usuario puede enviar un mensaje EAP-Start aunque la iniciación del cliente no sea requerida como se observa en la figura 7.16

El access point responde con un mensaje de EAP- Request Identity al usuario para obtener su identificación y el paquete EAP-Response que contiene la información del usuario es enviado al servidor de autenticación. El Server está configurado para autenticar clientes con un algoritmo de autenticación específico. Generalmente el 802.1x para LANs 802.11 no estipula el uso de un algoritmo específico, pero porque estamos enfocados en LEAP, la asunción es que la verificación de la credencial LEAP tome su lugar.

El resultado final es un paquete de ACCEPT o REJECT desde el servidor de autenticación hacia el access point. Al recibir el paquete ACCEPT el access point hace una transición al puerto del cliente a un estado de autorizado, y el tráfico es enviado.

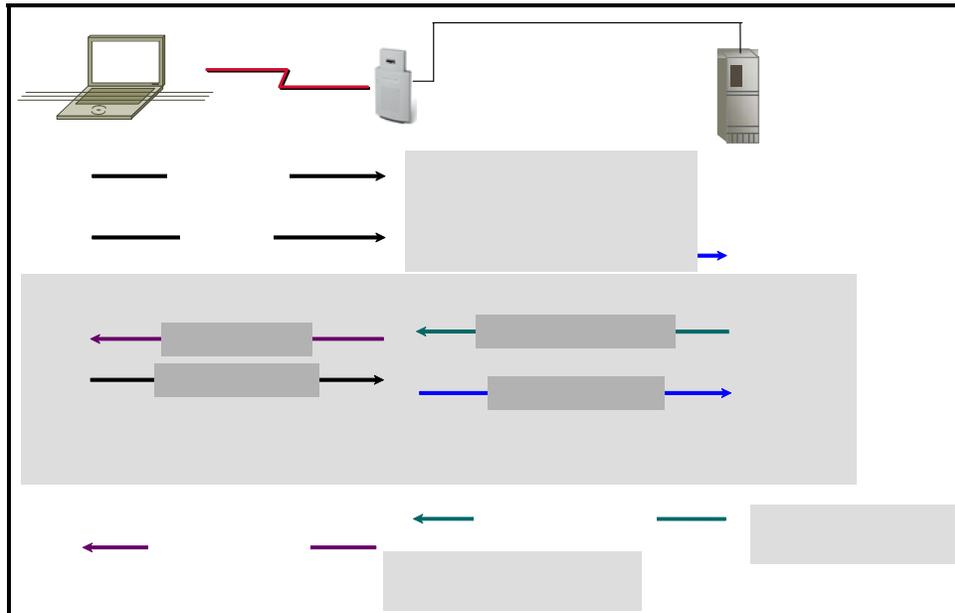


Fig. 7.17 Proceso de Autenticación 802.1x en WLANs

## 7.8 FIABILIDAD DE LA RED

Atendiendo al concepto de fiabilidad de la red debemos tener en cuenta las siguientes situaciones de riesgo:

Plantas superiores:

1. Fallo de una tarjeta inalámbrica en un equipo cliente: Dada la topología en estrella de la red inalámbrica en las planta superiores, al averiarse una tarjeta inalámbrica (PCI o PC Card) solo éste equipo dejará de tener conectividad, no afectando al resto de los usuarios. Para solucionar este problema procedemos al recambio o arreglo de la

**Autentic**

tarjeta averiada, pudiendo en cualquier caso acceder a la red mediante cable.

2. Fallo de uno de los puntos de acceso en una planta: Al disponer de varios puntos de acceso, si estos se disponen de tal manera que cubran el total de la superficie de cada planta, al caer uno de ellos los usuarios conectados a él, se vincularán al punto de acceso operativo de manera automática. Dada la capacidad máxima de 64 usuarios por punto de acceso, el dispositivo que quedase operativo podría soportar a todos los usuarios inalámbricos en su planta, aunque las prestaciones de la red quedarían disminuidas.
3. Fallo de dos puntos de acceso en una misma planta: Si dos o más puntos de acceso quedasen averiados se perdería la cobertura inalámbrica en casi toda la planta. Al disponer de dos puntos de acceso en forma paralela la probabilidad de fallo total es inferior a la probabilidad de fallo de un único punto de acceso.

#### Planta Baja:

1. Fallo de una tarjeta inalámbrica en un equipo cliente: Al igual que en las plantas superiores, la avería de una tarjeta inalámbrica (PCI o PC

Card solo implica la pérdida de conectividad de dicho equipo, no afectando a los demás usuarios.

2. Fallo del punto de acceso: Al disponer de un único punto de acceso, si este sufriese algún tipo de avería, perderíamos la cobertura inalámbrica en la planta inferior. Esta situación es especialmente crítica debido a que la red perdería conectividad a el centro de cómputo para solucionar este problema nos vemos en la necesidad de instalar un segundo punto de acceso y así disminuiríamos la probabilidad de fallo del sistema. Este segundo punto de acceso, además de reducir la probabilidad de fallo total, permitirá el balanceo de carga para incrementar las prestaciones de la red inalámbrica.

Una de las ventajas derivadas de disponer muchos puntos de acceso en el edificio, surge en el caso poco probable de que se averíen puntos de acceso de cualquier planta. En esta situación, dada la facilidad de instalación de los puntos de acceso, es viable el reemplazo del dispositivo averiado por uno de los puntos de acceso operativos en otra planta. De esta manera todos los usuarios inalámbricos mantendrían su conectividad a la red a costa de un menor rendimiento de ésta. Esta disposición se mantendría a la espera del arreglo o reemplazo del equipo dañado.

# **CAPITULO 8**

## **8. COSTOS Y RECUPERACIÓN DE CAPITAL**

### **8.1 COSTOS DE IMPLEMENTACION**

Dentro del estudio realizado se pudo contactar con la empresa que provee este tipo de equipos con el fin de obtener un mejor aproximado de los costos reales de implementación de este sistema.

Se ha tomado en consideración los costos que representan la autorización y las licencias que el Estado Ecuatoriano proporciona por el uso de la frecuencia en la que se quiere trabajar, también se incluye las interconexiones entre edificios y el equipamiento de cada uno de ellos además se considerara un número limitado de usuarios al inicio del proyecto.

## 8.1.1 COSTO TOTAL DEL SISTEMA INALAMBRICO SPREAD SPECTRUM

Equipos	Cant.	Cost Unit	Cost Total
Cisco Aironet 350 (AIR-SSB350-A-K9) Wireless Bridge	4	\$ 900,00	\$ 3.600,00
Cisco Aironet 1100 (AIR-AP1120B-A-K9) Wireless Access Point	23	\$ 600,00	\$ 13.800,00
Cisco 1760 Router (CISCO1760)	1	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
Cisco Catalyst 2950 (WS-C2950-12) 12x10/100 Mbps Networking Switch	8	\$ 670,00	\$ 5.360,00
Cisco Aironet (AIR-CB21AG-A-K9) 802.11a, 802.11g/b Wireless Adapter	215	\$ 110,00	\$ 23.650,00
Cisco Aironet (AIR-PI21AG-A-K9) 802.11a, 802.11g/b Wireless Adapter PCI	104	\$ 160,00	\$ 16.640,00
6 dbi Antena Patch Direccional AIR-ANT1729	3	\$ 150,00	\$ 450,00
5.2 dbi Antena Onmidireccional AIR-ANT2506	1	\$ 110,00	\$ 110,00
<b>Costo total de equipamiento</b>			<b>\$ 65.110,00</b>

Tabla 24.- Costo Total del Sistema

### 8.1.2 COSTO DE EQUIPAMIENTO DEL EDIFICIO PRINCIPAL

A continuación se detalla la inversión para cada uno de los elementos que conforman el edificio principal. (Concentrador de Acceso)

Equipos	Cant.	Cost Unit	Cost Total
Cisco Aironet 350 (AIR-SSB350-A-K9) Wireless Bridge	1	\$ 900,00	\$ 900,00
Cisco Aironet 1100 (AIR-AP1120B-A-K9) Wireless Access Point	8	\$ 600,00	\$ 4.800,00
Cisco 1760 Router (CISCO1760)	1	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
Cisco Catalyst 2950 (WS-C2950-12) 12x10/100 Mbps Networking Switch	4	\$ 670,00	\$ 2.680,00
5.2 dbi Antena Onmidireccional AIR-ANT2506	1	\$ 110,00	\$ 110,00
<b>Costo total de equipamiento</b>			<b>\$ 9.990,00</b>

Tabla 25.- Costo del Concentrador de Acceso

### 8.1.3 COSTO DE EQUIPAMIENTO DE LOS EDIFICIOS LENGUAS, PÁRVULOS Y COM. EXT.

A continuación se detalla la inversión para cada uno de los elementos que conforman los edificios lenguas, Párvulos y Com. Ext. (Estaciones Bases).

<b>Equipos</b>	<b>Cant.</b>	<b>Cost Unit</b>	<b>Cost Total</b>
Cisco Aironet 350 (AIR-SSB350-A-K9) Wireless Bridge	4	\$ 900,00	\$ 3.600,00
Cisco Aironet 1100 (AIR-AP1120B-A-K9) Wireless Access Point	7	\$ 600,00	\$ 4.200,00
Cisco Catalyst 2950 (WS-C2950-12) 12x10/100 Mbps Networking Switch	4	\$ 670,00	\$ 2.680,00
6 dbi Antena Patch Direccional AIR-ANT1729	3	\$ 150,00	\$ 450,00
<b>Costo total de equipamiento</b>			\$ 10.930,00

Tabla 26.- Costos de la Estación Base

#### 8.1.4 COSTO DEL EQUIPAMIENTO DE LOS USUARIOS

A continuación se detalla la inversión para cada uno de los elementos que conforman la terminal del suscriptor.

<b>Equipos</b>	<b>Cant.</b>	<b>Cost Unit</b>	<b>Cost Total</b>
Cisco Aironet (AIR-CB21AG-A-K9) 802.11a, 802.11g/b Wireless Adapter	215	\$ 110,00	\$ 23.650,00
Cisco Aironet (AIR-PI21AG-A-K9) 802.11a, 802.11g/b Wireless Adapter PCI	104	\$ 160,00	\$ 16.640,00
<b>Costo total de equipamiento</b>			\$ 40.290,00

Tabla 27.-Costos de las Terminales del Suscriptor

## 8.2 PROYECCIÓN DE LOS BENEFICIOS

El sistema spread spectrum ofrece una gama amplia de servicios de alta calidad y proporciona conexiones en ambientes desafiantes, estos son unos de los motivos que hacen del sistema inalámbrico una inversión completamente rentable.

La plataforma de comunicación inalámbrica spread spectrum es conveniente para áreas donde las redes de cobre o de fibra óptica pueden ser extremadamente costosas o por condiciones geográficas y físicas sean poco prácticas de implementar.

La meta es ofrecer a los posibles clientes un servicio de comunicación inalámbrica altamente confiable y de gran capacidad.

La implementación del sistema inalámbrico ofrece como se mostrará a continuación productividad, conveniencia y ventajas en cuanto a costos sobre las tradicionales redes alambradas:

- Los sistemas móviles WLAN's pueden proveer a los usuarios de la LAN acceso a la información en tiempo real en cualquier momento. Esta movilidad permite dar servicios que no son posibles con redes alambradas.

- La velocidad y simplicidad en la instalación puede eliminar la necesidad de colocar cable a través de paredes y techos.
- La flexibilidad en la instalación permite a la red llegar donde el sistema de cableado no puede.
- Reduce los costos de infraestructura, la inversión inicial requerida para el hardware de la WLAN puede ser alta pero los costos totales de instalación así como los de ciclo de vida pueden ser significativamente más bajos que los generados por un sistema de cableado.
- El sistema WLAN ofrece escalabilidad y puede ser configurado en una gran variedad de topología. Las configuraciones son cambiadas de forma fácil.
- Disponibilidad de una red de gran velocidad y versatilidad en cada uno de los departamentos administrativos
- Conectividad entre edificios y departamentos administrativos para el intercambio de información estadística e historial de los alumnos.
- Conectividad de gran velocidad entre los departamentos administrativos de los diferentes edificios y la Base de datos ubicada en el edificio principal, lo cual produciría una mayor eficiencia de los recursos y agilidad para la atención a los estudiantes.
- Acceso al Internet y conectividad de los servidores para la matriculación online que proporciona una deseable y excelente

herramienta de marketing. Siendo la primera facultad en utilizar este sistema de matriculación

- Conectividad inalámbrica de gran velocidad en todos los laboratorios de computación y auditorios de los edificios para el acceso virtual de instructores en cada uno de ellos y oficina
- Acceso de la banda ancha al Internet para la colaboración educativa con otras universidades y proyectos de investigación.

### **8.3 VIDA OPERACIONAL**

El tiempo de vida operacional en un sistema Spread spectrum se estima que es de 10 años, esto hace que el sistema sea más rentable.

## CONCLUSIONES

Durante los últimos años, el crecimiento poblacional estudiantil se ha desarrollado en gran mayoría hacia las nuevas carreras técnicas ofrecidas por la Facultad de Filosofía de la Universidad de Guayaquil; además hemos observado que la mayoría de la infraestructura utilizada para estas carreras carece y necesita de servicios de comunicación de datos; lamentablemente la actual infraestructura en lo que se refiere a la red de transmisión de datos ( LAN ) no brinda la cobertura deseada o en otros casos no ofrecen un nivel de calidad aceptables.

También podemos observar que para cubrir las necesidades de transmisión de datos, como de Internet o de comunicación entre diferentes edificios de la facultad; en la actualidad se deben incurrir en altos costos para su implementación, eso sin contar con las dificultades que se presentan en el momento de levantar un sistema de comunicaciones de la forma convencional.

Es por eso que el sistema wireless cisco Aironet brinda una implementación rápida y rentable, que no solamente se cubren las necesidades de transmisión de datos entre edificios, sino que dependiendo

de las necesidades del usuario, es capaz de ofrecer servicio de internet, e-mail y VoIP( a futuro).

Debido a su característica de escalabilidad, el sistema wireless cisco Aironet permite el incremento de nuevos usuarios sin la necesidad de modificar totalmente su infraestructura, evitando retrasos en el momento de rediseñar, y lo mejor de todo no incurre en la suspensión del servicio a los anteriores usuarios.

El sistema wireless cisco Aironet nos permite ofrecer a nuestros posibles usuarios un servicio de comunicación de datos inalámbricos altamente confiables, de gran capacidad y escalabilidad.

## GLOSARIO

**ANSI:** American National Standards Institute. Organización que promueve el desarrollo de estándares en los Estados Unidos.

**AP, AP's:** Access Point.

**Aplicaciones Industriales, Científicas y Médicas (ICM):** Utilización de equipos destinados a producir y utilizar, en un espacio reducido, energía radioeléctrica con fines industriales, científicos y médicos, domésticos o similares, con exclusión de todas las aplicaciones de telecomunicaciones

**ATM (Asynchronous Transfer Mode):** Modo de Transferencia Asíncrona

**Backbone:** Troncal. Nivel más alto en una red jerárquica.

**Bandwidth:** Ancho de banda, expresa la cantidad de datos que pueden ser transmitidos en determinado lapso. En las redes se expresa en bps.

**Bridge:** Dispositivo hardware o software utilizado para conectar dos redes o dividir una red sobrecargada en dos ramas separadas.

**CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection):** Acceso múltiple por detección de portadora y colisión.

**DNS (Domain Name System):** El DNS es un servicio de búsqueda de datos de uso general, distribuido y multiplicado. Su utilidad principal es la búsqueda de direcciones IP de sistemas centrales (hosts) basándose en los nombres de éstos.

**DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol):** Protocolo de configuración dinámica del host.

**Ethernet:** Es un tipo de red a través de la cual se conectan varios computadores a una LAN (Local Area Network), red de área local. La arquitectura ETHERNET utiliza una topología líneal (en bus), es decir, la información pasa en todo momento por todos los puntos de conexión utilizando el método de acceso por detección de portadora con detección de colisiones (CSMA/CD). La velocidad de transmisión es de 10 Mbps.

**Fast Ethernet:** Su topología y forma de transmisión de la información es igual que Ethernet, su única diferencia es que la velocidad de transmisión es de 100 Mbps.

**FCC:** Federal Communications Comisión.

**Frecuencia asignada:** Centro de la banda de frecuencias asignadas a una estación.

**HUB:** Punto de conexión común para dispositivos dentro de una red, normalmente une a segmentos de una red.

**Roaming:** Movimiento de un nodo inalámbrico entre dos microcélulas, se da normalmente en infraestructuras de redes construidas con varios puntos de acceso.

**Switches:** Hub inteligente, recibe la información y la entrega sólo al puerto correcto con lo que aumenta el rendimiento global de la red.

**Intranet:** Es una red de computadores limitada a un número de usuarios determinados que generalmente están en un mismo edificio o empresa, aunque pueden estar más distanciados.

**IP:** Es el protocolo de envío de paquetes donde el paquete tiene una dirección destino, y éste se envía sin acuse de recibo.

**IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers.

**IEEE802.X:** Conjunto de especificaciones de la redes LAN dictadas por el IEEE.

**Kbps:** Kilobits por segundo. Se usa para expresar la velocidad de transmisión de datos en una red.

**LAN (Local Area Network):** Red de Area Local, red de datos para dar servicio a un área geográfica máxima de unos pocos kilómetros cuadrados.

**MAC:** Dirección de Control de Acceso a Medios, es una dirección de 6 bytes (48 bits) única para cada tarjeta de red (NIC) y se representa en notación hexadecimal.

**Protocolo:** Descripción formal de formatos de mensaje y de reglas que dos computadores deben seguir para intercambiar dichos mensajes.

**Potencia máxima de salida:** Corresponde a la potencia máxima en vatios que entrega el transmisor en el conector de antena, en cualquier condición de modulación.

**Punto de acceso:** Dispositivo que transporta datos entre una red inalámbrica y una red cableada (infraestructura).

**Red:** Una red es un conjunto de dos o más computadoras interconectadas a través de cables o conexiones inalámbricas con el fin de compartir información y recursos.

**TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol):** Sistema de protocolos en los que se basa en buena parte Internet. El primero se encarga de dividir la información en paquetes en origen, para luego recomponerla en el destino, mientras que el segundo se responsabiliza de dirigirla adecuadamente a través de la red.

**VPN (Virtual Private Network):** Red en la que al menos alguno de sus componentes utiliza la red Internet pero que funciona como una red privada, empleando para ello técnicas de cifrado

**WAN (Wide Area Network):** Red de área extensa. Red que abarca una región amplia, que puede ser una ciudad o incluso el mundo entero.

**WEP (Wired Equivalent Privacy):** Equivalencia de privacidad con cables. Normas y sistemas de cifrado en comunicaciones inalámbricas.

**WIRELESS:** Tecnologías de transmisión de datos sin enlace física, el cable, entre los equipos. Generalmente basadas en radiofrecuencia.

**Términos de radio frecuencia: GHz, MHz, Hz:** La unidad internacional de medida de frecuencia es el Hertzio (Hz) el cual es equivalente a la unidad antigua de ciclos por segundo. Un MHz es un millón de Hertzios y un GHz son mil MHz (mil millones de Hz). Como referencia: La frecuencia eléctrica utilizada en Europa son 50 Hz y en EEUU son 60 Hz. La banda de frecuencia

de radiodifusión AM es 0.55 - 1.6 MHz. La banda de frecuencia de radiodifusión FM es 88 - 108 MHz. Los hornos microondas típicamente operan a 2.45 GHz.

## BIBLIOGRAFIA

- Reyes, Elizabeth.                      Ensamblaje y reparación de computadoras. Perú  
Lima, editora Palomino EIRL, 2001
- Morán, Francisco.                      Computación Educativa. Guayaquil – Ecuador  
Departamento de publicaciones de la Facultad  
de Filosofía de la Universidad de Guayaquil,  
2004.
- Alcalde, Eduardo  
y Miguel García.                      Informática Básica. México, Mc Graw Hill, 1996.
- Hordeski, Michael.                      Localización y reparación de fallas de  
computadoras personales. Mexico Mc Graw Hill,  
1998
- Lavayen Vaca, Polo.                      "Metodología de la investigación".Separata del  
seminario taller (Guayaquil), febrero 2002:92-  
104.

- Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. España, 2004
- Prieto, Alberto y LLoris Antonio y Torres Juan. Introducción a la informática .España. Mc Gran Hill, 2002 .
- Tanenbaum,Andrew Redes de computadoras.EEUU. Prentice-hall, 1998
- ANSI/IEEE Parte11: wireless Lan Médium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification, 1999
- CISCO Página principal de los proveedores de los equipos que conforman el sistema Aironet.  
(<http://www.cisco.com>)
- CISCO Manual de especificaciones de equipos "Aironet 1100" (<http://www.cisco.com> )