

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE INGENIERÍA**

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA, CON  
TECNOLOGÍA SPREAD SPECTRUM, QUE PERMITA  
INTERCONECTAR LOS PRINCIPALES DESTACAMENTOS  
POLICIALES Y JUNTAS PARROQUIALES DEL NOROESTE DEL  
VALLE DE LOS CHILLOS CON EL PRINCIPAL PUESTO DE  
AUXILIO INMEDIATO UBICADO EN SAN RAFAEL”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**AUTORES:**

**MEJIA PAUCAR WILLAMS PATRICIO  
CABEZAS FALCÓN SANTIAGO**

**DIRECTOR:**

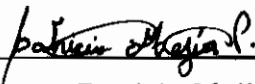
**ING. JOSÉ ANTONIO PAZMIÑO**


**Quito, Enero del 2006**

## DECLARACION

Nosotros, Willams Patricio Mejía Paucar y Santiago Cabezas Falcón, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

  
\_\_\_\_\_  
Willams Patricio Mejía Paucar

  
\_\_\_\_\_  
Santiago Cabezas Falcón

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por haberme regalado todo este tiempo para probarme a mi mismo que si puedo alcanzar metas grandes y objetivos que me proponga. Así también, a mis dos ángeles que tengo allá en el cielo y que me apoyaron hasta cuando sus vidas les alcanzó. Un agradecimiento especial a Jorge Illescas que todo este tiempo supo ser un amigo, hermano y un padre que encontró la manera de comprenderme y apoyarme en todo. Además a Silvia Prieto que no está en este país, a mis hermanos y hermanas que aunque no estuvieron conmigo supieron estar al pendiente; a mis buenos amigos de Cayambe y de Quito que en algún momento me dieron palabras de aliento y de fortaleza; a Anita que aunque con todos sus problemas también supo comprenderme y aguantarme y de quien aprendí que el amor significa mucho.....



---

Santiago Cabezas Falcón

## DEDICATORIA

Después de todo el sacrificio y entrega que he puesto para llegar al punto en donde me encuentro actualmente que es culminar mi carrera, es un honor dedicarles este trabajo a mis dos madrecitas, Consuelo Cabezas y Elva Falcón, quienes siempre anhelaron verme con el título que tantas personas como yo quisimos obtener, el de ingenieros, pero que lamentablemente sus ojos ya no alcanzarán a mirarme físicamente; sin embargo, sé que a lo lejos en el cielo esta dicha que siento las va a llenar de orgullo a ellas también.



---

Santiago Cabezas Falcón

# CONTENIDO

## CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS DE REDES DE DATOS Y REDES INALÁMBRICAS .....	1
1.1 FUNDAMENTOS DE REDES DE DATOS .....	2
1.1.1 INTRODUCCIÓN .....	2
1.1.2 ORGANISMOS INTERNACIONALES DE ESTANDARIZACIÓN .....	2
1.1.2.1 UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) .....	2
1.1.2.2 ISO (Organización Internacional de Estándares).....	3
1.1.2.3 ANSI (Instituto Americano de Estándares Nacionales) .....	3
1.1.2.4 EIA (Asociación de Industrias Electrónicas).....	3
1.1.2.5 IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos).....	3
1.1.2.6 TIA (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones).....	3
1.1.3 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES DE DATOS.....	4
1.1.3.1 Desde el punto de vista de tecnología de transmisión .....	4
1.1.3.2 Desde el punto de vista de cobertura o alcance .....	4
1.1.4 ELEMENTOS DE UNA RED.....	4
1.1.4.1 Estaciones de trabajo .....	5
1.1.4.2 Servidores .....	5
1.1.4.3 Tarjeta de Interfaz de Red.....	5
1.1.4.4 Módem.....	5
1.1.4.5 Cableado .....	6
1.1.4.6 Dispositivos de Red y de Interconexión de Redes.....	6
1.1.4.6.1 Repetidor.....	6
1.1.4.6.2 Puente .....	6
1.1.4.6.3 Encaminadores.....	7
1.1.4.6.4 Pasarela .....	7
1.1.4.6.5 Switch .....	7
1.1.4.6.6 Hubs o concentradores.....	8
1.1.4.7 Sistema operativo de red (Network Operating System, NOS) .....	8
1.1.4.7.1 Servicios del Sistema Operativo de Red.....	8
1.1.5 TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN .....	8
1.1.5.1 Banda Base .....	8
1.1.5.2 Banda Ancha.....	9
1.1.6 CABLEADO ESTRUCTURADO.....	9
1.1.6.1 Elementos Principales de un Cableado Estructurado .....	9
1.1.6.1.1 Área de trabajo.....	10
1.1.6.1.2 Cableado Horizontal .....	10
1.1.6.1.3 Cableado Vertical .....	12
1.1.6.1.4 Armario de Telecomunicaciones .....	12
1.1.6.1.5 Cuarto de Equipos.....	13
1.1.6.1.6 Sistema de puesta a tierra y puenteado .....	13
1.1.6.2 Normas para los sistemas de Cableado Estructurado .....	14
1.1.6.2.1 ANSI/EIA/TIA-568-A (Norma para Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales).....	14
1.1.6.2.2 ANSI/TIA/EIA-569 (Norma para Rutas y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales).....	14

1.1.6.2.3	ANSI/EIA/TIA-606 (Norma para Administración de la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales) .....	15
1.1.6.2.4	ANSI/EIA/TIA-607 (Requerimientos de los Sistemas de tierra y juntas para Telecomunicaciones en Edificios Comerciales) .....	15
1.1.6.2.5	ANSI/TIA/EIA-568 Revisión “B” (Revisión de la Norma de cableado de Telecomunicaciones para edificios comerciales).....	16
1.1.6.2.5.1	ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2001 (Norma de Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales Parte 1: Requisitos Generales) .....	16
1.1.6.2.5.2	ANSI/TIA/EIA-568-B.2-2001 (Norma de Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales Parte 2: Componentes de Cableado de Par Trenzado Balanceado) .....	16
1.1.6.2.5.2	ANSI/TIA/EIA-568-B.3-2000 (Norma para Componentes de Cableado de Fibra Óptica) .....	17
1.1.7	REDES DE ÁREA LOCAL (LAN) .....	17
1.1.7.1	Características.....	17
1.1.7.2	Aplicaciones .....	17
1.1.7.3	Ventajas aportadas por el uso de una LAN .....	18
1.1.7.4	Topología de redes.....	18
1.1.7.4.1	Bus (o Canal de difusión) .....	19
1.1.7.4.2	Anillo .....	19
1.1.7.4.3	Estrella .....	20
1.1.7.4.4	Árbol .....	21
1.1.7.4.5	Malla .....	21
1.1.7.6	Principales Normas dentro de IEEE 802.x .....	22
1.1.7.6.1	IEEE 802.3 (LAN en bus con CSMA/CD - Ethernet).....	22
1.1.7.6.1.1	Cableado Ethernet.....	23
1.1.7.6.1.2	Protocolo CSMA/CD.....	23
1.1.7.6.2	IEEE 802.4 (LAN en bus con Testigo – Token Bus) .....	24
1.1.7.6.3	IEEE 802.5 (LAN en anillo con Testigo – Token Ring) .....	25
1.1.7.6.3.1	Paso de testigo (Token Passing) .....	25
1.1.7.7	Redes LAN de alta velocidad .....	26
1.1.7.7.1	Ethernet Conmutada .....	26
1.1.7.7.2	Fast Ethernet (100BASE-T) .....	26
1.1.7.7.2.1	Características.....	27
1.1.7.7.2.2	Estándares de Fast Ethernet .....	27
1.1.7.7.3	100 VG-AnyLAN .....	28
1.1.7.7.4	Gigabit Ethernet.....	28
1.1.7.7.5	10Gigabit-Ethernet .....	29
1.1.7.7.5.1	Características.....	29
1.1.7.7.5.2	Capa física .....	29
1.1.8	MEDIOS DE TRANSMISIÓN .....	30
1.1.8.1	Medios de Transmisión Guiados .....	30
1.1.8.1.1	Par Trenzado .....	31
1.1.8.1.1.1	UTP (Unshielded Twisted Pair).....	31
1.1.8.1.1.2	STP (Shielded Twisted Pair) .....	33
1.1.8.1.2	Cable Coaxial.....	34
1.1.8.1.2.1	Componentes del cable coaxial .....	34
1.1.8.1.2.2	Tipos de Cable Coaxial.....	35

1.1.8.1.3	Fibra Óptica .....	35
1.1.8.2	Medios de Transmisión no guiados .....	39
1.1.8.2.1	Microondas .....	39
1.1.8.2.1.1	Microondas terrestres.....	39
1.1.8.2.1.2	Microondas por satélite.....	40
1.1.8.2.2	Ondas de Radio.....	41
1.1.8.2.3	Infrarrojos .....	41
1.1.8.2.4	Ondas De Luz .....	41
1.1.9	EL MODELO OSI.....	42
1.1.9.1	Arquitectura por niveles .....	42
1.1.9.1.1	Nivel Físico.....	43
1.1.9.1.2	Nivel de Enlace de Datos.....	43
1.1.9.1.3	Nivel de Red .....	43
1.1.9.1.4	Nivel de Transporte .....	43
1.1.9.1.5	Nivel de Sesión.....	44
1.1.9.1.6	Nivel de Presentación .....	44
1.1.9.1.7	Nivel de Aplicación .....	45
1.1.9.2	Procesos Paritarios.....	45
1.1.9.3	Interfaces entre niveles .....	45
1.2	FUNDAMENTOS DE REDES INALÁMBRICAS.....	46
1.2.1	INTRODUCCIÓN.....	46
1.2.2	APLICACIONES DE LAS REDES INALÁMBRICAS .....	46
1.2.3	UTILIDADES DE LAS REDES INALÁMBRICAS.....	47
1.2.4	COMPONENTES DE UNA RED INALÁMBRICA.....	47
1.2.5	CARACTERÍSTICAS DE UNA RED INALÁMBRICA.....	48
1.2.6	CLASIFICACIÓN DE LAS REDES INALÁMBRICAS.....	49
1.2.6.1	Redes inalámbricas domésticas .....	49
1.2.6.1.1	Redes mediante infrarrojos .....	49
1.2.6.1.2	Bluetooth (IEEE 802.15) .....	49
1.2.6.2	Redes inalámbricas de Consumo .....	50
1.2.6.2.1	Redes CDMA y GSM.....	50
1.2.6.2.2	Estándar IEEE 802.16.....	52
1.2.7	WLAN .....	52
1.2.7.1	Aplicaciones para LAN inalámbricas.....	53
1.2.7.2	Tecnologías de WLAN .....	54
1.2.7.3	Ventajas de WLAN.....	55
1.2.7.4	Topologías de redes LAN inalámbricas .....	55
1.2.7.4.1	Topología de infraestructura.....	55
1.2.7.4.2	Topología ad hoc .....	57
1.2.7.5	Especificación 802.11.....	58
1.2.7.5.1	Terminología utilizada en IEEE 802.11 .....	58
1.2.7.5.2	Arquitectura de IEEE 802.11.....	59
1.2.7.5.3	Servicios de IEEE 802.11 .....	60
1.2.7.5.4	Control de Acceso al medio en IEEE 802.11 .....	61
1.2.7.5.4.1	Entrega Fiable de Datos.....	61
1.2.7.5.4.2	Control de Acceso.....	62
1.2.7.5.4.2.1	DCF (Distributed Coordination Function).....	63
1.2.7.5.4.2.2	PCF (Point Coordination Function).....	65
1.2.7.5.5	Trama MAC.....	65

1.2.7.5.5.1	Tipos de tramas MAC.....	66
1.2.7.5.6	Capa Física de IEEE 802.11 .....	68
1.2.7.5.7	Spread Spectrum .....	68
1.2.7.5.7.1	Espectro expandido en secuencia directa .....	68
1.2.7.5.7.2	Espectro expandido con salto de frecuencias .....	70
1.2.7.5.8	IEEE 802.11a.....	71
1.2.7.5.8.1	Principales Técnicas de Modulación en IEEE 802.11a .....	72
1.2.7.5.8.1.1	Modulación por Desplazamiento de Fase (PSK).....	72
1.2.7.5.8.1.1.1	QPSK (PSK de cuatro niveles).....	73
1.2.7.5.8.1.2	Modulación de Amplitud en Cuadratura (QAM) .....	74
1.2.7.5.8.2	Multiplexación por División de Frecuencia (FDM) .....	75
1.2.7.5.8.3	Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM).....	76
1.2.7.5.8.3.1	Características de la modulación OFDM.....	76
1.2.7.5.8.3.2	Sistemas que utilizan la modulación OFDM.....	77
1.2.7.5.8.3.3	División en Frecuencia Ortogonal .....	77
1.2.7.5.8.3.4	Implementación de OFDM .....	78
1.2.7.5.8.3.5	Portadora OFDM .....	78
1.2.7.5.8.3.6	Ortogonalidad de Sub-Portadoras.....	79
1.2.7.5.8.3.7	Señal de Banda Base y Señal Pasa Banda .....	79
1.2.7.5.8.3.8	Espectro OFDM.....	81
1.2.7.5.9	IEEE 802.11b.....	82
1.2.7.5.10	IEEE 802.11g.....	83
1.2.7.5.11	Seguridad en redes inalámbricas 802.11 .....	83
1.2.7.5.11.1	Introducción.....	83
1.2.7.5.11.2	Tipos de ataques a una red inalámbrica.....	84
1.2.7.5.11.3	Requisitos para que una red inalámbrica sea segura.....	84
1.2.7.5.11.4	Métodos de seguridad en una red inalámbrica.....	84
1.2.7.5.11.4.1	Filtrado de direcciones MAC.....	84
1.2.7.5.11.4.2	Wired Equivalent Privacy (WEP).....	85
1.2.7.5.11.4.3	VPN (Virtual Private Network).....	88
1.2.7.5.11.4.4	802.1x .....	89
1.2.7.5.11.4.5	WPA (WI-FI Protected Access) .....	92
1.2.7.5.12	Otras Tecnologías Inalámbricas .....	92
1.2.7.5.12.1	HiperLAN .....	92
1.2.7.5.12.2	HomeRF SWAP.....	93
1.2.7.5.13	Comparación entre tecnologías.....	93
1.3	CALIDAD DE SERVICIO.....	94
1.3.1	REQUERIMIENTOS .....	94
1.3.2	TÉCNICAS PARA ALCANZAR BUENA CALIDAD DE SERVICIO.....	95
1.3.2.1	Sobreaprovisionamiento .....	95
1.3.2.2	Almacenamiento en Búfer .....	96
1.3.2.3	Modelado de Tráfico.....	96
1.3.2.4	Algoritmo de Cubeta con Goteo .....	96
1.3.2.5	Algoritmo de Cubeta con Tokens .....	97
1.3.2.6	Reservación de recursos .....	98
1.3.2.7	Control de Admisión.....	98
1.3.2.8	Enrutamiento Proporcional .....	99
1.3.2.9	Calendarización de paquetes.....	99



## CAPÍTULO II

ESTUDIO PREVIO PARA EL DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA.....	100
2.1 ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES EN EL NOROESTE DEL VALLE DE LOS CHILLOS.....	101
2.1.1 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	101
2.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS PARROQUIAS.....	102
2.1.3 POBLACIÓN.....	104
2.1.4 SERVICIO TELEFÓNICO Y ELÉCTRICO.....	104
2.1.5 INFRAESTRUCTURA.....	106
2.1.6 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN.....	107
2.1.7 CENTRALES TELEFÓNICAS FIJAS.....	108
2.1.8 EQUIPOS DE CÓMPUTO QUE EXISTEN EN LA ACTUALIDAD EN LAS JUNTAS PARROQUIALES Y DESTACAMENTOS POLICIALES.....	109
2.1.9 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE LA RED INALÁMBRICA.....	112
2.1.10 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS EN EL MAPA.....	113
2.1.11 VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN ACTUALES.....	116
2.1.12 REQUERIMIENTOS DE UN SISTEMA DE ACCESO MODERNO.....	117
2.1.13 FACTORES A CONSIDERARSE EN EL DISEÑO.....	118
2.1.13.1 Requisitos de Seguridad en la Comunicación.....	118
2.1.13.2 Escalabilidad.....	118
2.1.13.3 Licencias.....	119
2.1.13.4 Simplicidad y Facilidad de Uso.....	119
2.1.13.5 Interferencia y Coexistencia.....	120
2.1.13.6 Interoperatividad de los Dispositivos Inalámbricos dentro de la Red....	120
2.1.13.7 Cobertura.....	120
2.1.13.8 Compatibilidad con Redes Existentes.....	121
2.1.13.9 Integridad y Fiabilidad.....	121
2.1.13.10 Rendimiento.....	121

## CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA.....	122
3.1 ESTUDIO DE LAS NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS DE INTERCONEXIÓN.....	123
3.1.1 NECESIDADES DE LOS DESTACAMENTOS Y JUNTAS PARROQUIALES .....	123
3.1.2 REQUERIMIENTOS DE INTERCONEXIÓN.....	124
3.1.3 ASPECTOS GENERALES Y PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN UN RADIO ENLACE.....	126
3.1.3.1 Propagación de Ondas Espaciales.....	127
3.1.3.2 Zonas de Fresnel.....	129
3.1.3.3 Obstrucciones que limitan la Línea de Vista en el Diseño de un Radioenlace.....	131
3.1.3.4 Características de la Trayectoria de Propagación.....	132

3.1.3.5	Parámetros en la transmisión de señales por Microondas .....	134
3.1.3.5.1	Pérdidas en el Espacio Libre.....	134
3.1.3.5.2	Pérdidas en los Alimentadores (Feeders) .....	134
3.1.3.5.3	Pérdidas de Derivación (Branching).....	135
3.1.3.5.4	Ruido en el Receptor .....	135
3.1.3.5.4	Umbral de Recepción .....	135
3.1.3.5.5	Margen de Desvanecimiento .....	136
3.1.3.5.6	Confiabilidad .....	136
3.1.3.5.7	Pérdida Neta de la Trayectoria.....	137
3.1.3.5.7.1	Ganancia del Sistema.....	137
3.1.3.5.8	Probabilidad de la Tasa de Error (BER).....	138
3.1.3.5.9	Disponibilidad de un Radioenlace.....	138
3.2	DISEÑO DE LA RED DE ÁREA LOCAL .....	139
3.2.1	TECNOLOGÍA DE RED A IMPLEMENTARSE.....	139
3.2.2	TOPOLOGÍA DE LA RED A IMPLEMENTARSE .....	140
3.2.3	CABLEADO.....	140
3.2.3.1	DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO .....	140
3.2.3.1.1	Diseño del cableado en el Destacamento y Junta parroquial de Guangopolo.....	140
3.2.3.1.1.1	Hardware y equipos a utilizar en el Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo .....	145
3.2.3.1.1.2	Software a utilizar en el Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo.....	146
3.2.3.1.2	Diseño del Cableado en la Junta Parroquial de Alangasí .....	147
3.2.3.1.2.1	Hardware y equipos a utilizar en la Junta Parroquial de Alangasí .....	150
3.2.3.1.2.2	Software a utilizar en la Junta Parroquial de Alangasí .....	151
3.2.3.1.3	Diseño del Cableado en el Destacamento Policial de Alangasí .....	151
3.2.3.1.3.1	Hardware y equipos a utilizarse en el Destacamento Policial de Alangasí .....	155
3.2.3.1.3.2	Software a utilizar en el Destacamento Policial de Alangasí ..	155
3.2.3.1.4	Diseño del Cableado en la Junta Parroquial de la Merced .....	156
3.2.3.1.4.1	Hardware y equipos a utilizarse en la Junta Parroquial de la Merced .....	159
3.2.3.1.4.2	Software a utilizarse en la Junta Parroquial de la Merced .....	159
3.2.3.1.5	Diseño del Cableado en el Destacamento Policial de la Merced.....	160
3.2.3.1.5.1	Hardware y equipos a utilizarse en el Destacamento Policial de la Merced .....	163
3.2.3.1.5.2	Software a utilizarse en el Destacamento Policial de la Merced	164
3.2.3.1.6	Diseño del Cableado en el Puesto de auxilio Inmediato de San Rafael .....	164
3.2.3.1.6.1	Hardware y equipos a utilizarse en el Puesto de auxilio inmediato de San Rafael .....	168
3.2.3.1.6.2	Software a utilizarse en el Puesto de Auxilio Inmediato de San Rafael .....	169
3.3	DISEÑO DEL ENLACE INALÁMBRICO.....	170
3.3.1	ANÁLISIS DE LÍNEAS DE VISTA .....	172
3.3.2	CÁLCULOS DEL ENLACE.....	176
3.3.3	SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS A UTILIZARSE.....	193

3.3.3.1 Características técnicas de las antenas a utilizarse .....	194
3.3.3.1.1 Antena Parabólica (5.725-5.825 GHz) .....	194
3.3.3.1.2 Antena Omnidireccional .....	195
3.3.3.2 Cables a utilizarse .....	196
3.3.3.3 Puentes Inalámbricos AIRONET 1400 SERIES .....	196
3.3.4 Cálculo de la Máxima Distancia a cubrir .....	198

## **CAPÍTULO IV**

ANÁLISIS DEL COSTO ECONÓMICO DE LA RED INALÁMBRICA .....	201
4.1 COSTO DE INSTALACIÓN DE LA RED LOCAL .....	202
4.1.1 COSTOS DE LOS ELEMENTOS CATEGORÍA 5e PARA EL PUESTO DE AUXILIO INMEDIATO (PAI) UBICADO EN SAN RAFAEL .....	203
4.1.2 DESTACAMENTO Y JUNTA PARROQUIAL DE GUANGOPOLO. ....	205
4.1.3 JUNTA PARROQUIAL DE ALANGASÍ .....	207
4.1.4 DESTACAMENTO POLICIAL DE ALANGASÍ.....	209
4.1.5 JUNTA PARROQUIAL DE LA MERCED.....	211
4.1.6 DESTACAMENTO POLICIAL DE LA MERCED .....	213
4.1.7 COSTO DE LOS UPS PARA LOS ESTABLECIMIENTOS Y EL CERRO ILALÓ .....	215
4.2 COSTO DE EQUIPOS E INSTALACION DEL ENLACE INALÁMBRICO ....	215
4.3 COSTO TOTAL DE EQUIPOS A UTILIZARSE .....	217
4.4 EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO .....	218
4.4.1 INVERSIÓN NETA O INICIAL .....	219
4.4.2 FLUJOS DE EFECTIVO .....	219
4.4.2.1 Ingresos.....	220
4.4.2.2 Egresos (Gastos) .....	224
4.4.3 PERÍODO DE RECUPERACIÓN .....	225
4.4.4 VALOR ACTUAL NETO.....	227
4.4.5 TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR) .....	228
4.4.6 RELACIÓN COSTO - BENEFICIO .....	231
4.5 ESTUDIO DE LOS POSIBLES NUEVOS USUARIOS DE LA RED.....	232
4.6 AMPLIACIÓN DE LA RED INALÁMBRICA .....	234

## **CAPÍTULO V**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	236
BIBLIOGRAFÍA .....	242
ANEXOS .....	248

## **RESUMEN**

El presente trabajo constituye una muestra más de la importancia actual que tienen las redes inalámbricas, cuyos índices de crecimiento y expectativas a futuro son mayores.

Tendiendo en cuenta lo anterior, el presente proyecto está enfocado a diseñar una red inalámbrica para el Noroeste del Valle de los Chillos que permita mejorar los servicios con que actualmente cuentan los destacamentos policiales y juntas parroquiales de Guangopolo, Alangasí y La Merced, posibilitando la interconexión entre estos y el principal puesto de auxilio inmediato de San Rafael.

Este trabajo consta de cinco capítulos desarrollados de la siguiente manera:

En el Capítulo 1 se realiza una revisión de los fundamentos tanto de las redes de datos como de las redes inalámbricas, describiendo el cableado estructurado, topologías de red, medios de transmisión en general y profundizando en aspectos de redes inalámbricas como son el estándar IEEE 802.11a, seguridades y calidad de servicio.

En el capítulo 2 se realiza un estudio previo al diseño de la red inalámbrica tomando en consideración el estado actual del sistema de comunicaciones en el Noroeste del Valle de los Chillos, y los requerimientos para tener un sistema de acceso moderno.

En el Capítulo 3 se realiza el diseño tanto de la red inalámbrica como de la red de área local, eligiendo para la primera la tecnología de comunicaciones inalámbricas Spread Spectrum. Además se hace una revisión de las marcas más representativas existentes en el mercado para seleccionar los equipos apropiados en la banda de 5.8GHz que cumplan las características técnicas para nuestro diseño.

En el Capítulo 4 se hace el análisis respectivo del costo económico de los equipos, accesorios y materiales a utilizarse en la implementación del proyecto, también se realiza el estudio de los posibles nuevos usuarios de la red y de la ampliación de la misma, así como la revisión de los precios de los productos de características similares pero de diferentes marcas.

Finalmente en el Capítulo 5 se exponen las conclusiones y recomendaciones referentes a los resultados alcanzados en el análisis y posterior desarrollo del presente proyecto.

## **PRESENTACION**

En la actualidad, con el gran crecimiento de las comunicaciones inalámbricas en todo el mundo y con la aparición de nuevas tecnologías y estándares, se tiene un sinnúmero de alternativas en el diseño de redes de comunicaciones, siendo el presente proyecto una opción de éstas, que fue realizado empleando la tecnología de comunicaciones inalámbricas Spread Spectrum.

En la tecnología Spread Spectrum la señal transmitida es ensanchada en frecuencia, ocupando un ancho de banda mucho más amplio que el que requiere la señal. Permite trabajar en las bandas no licenciadas de 2,4GHz y, en 5,8GHz que es la banda que hemos utilizado para la selección de los equipos, debido al hecho de que su utilización es menor y como consecuencia existe una menor saturación de enlaces que en la banda de 2,4 GHz.

El enlace inalámbrico es empleado en general en sitios donde es difícil el acceso con cable, y puede ser implementado de dos maneras: realizando una comunicación directa entre los puntos de conexión o en forma indirecta mediante repetidores, siendo éste último el caso de nuestro diseño que interconecta los destacamentos policiales y juntas parroquiales de las parroquias de Guangopolo, Alangasí y La Merced con el principal puesto de auxilio inmediato ubicado en San Rafael, perteneciendo estos sectores al Noroeste del Valle de los Chillos.

Por otro lado, el diseño e implementación de sistemas de cableado estructurado constituyen una plataforma universal por donde se transmiten tanto voz como datos, vídeo e Internet y constituyen una herramienta imprescindible para la construcción de edificios modernos o la modernización de los ya construidos. Ofrece soluciones integrales a las necesidades en lo que respecta a la transmisión confiable de la información, por medios sólidos.

Para el diseño se realizó un estudio previo de la ubicación, velocidades de transmisión, equipos y demás factores actuales de los sectores del Valle de los Chillos, permitiéndonos de esta manera plantear los distintos requerimientos de comunicación necesarios para mejorar la situación actual. Así también, se tomó en cuenta la posibilidad de ampliar dicha red en caso de necesidades de mayor cobertura.

## **1.1 FUNDAMENTOS DE REDES DE DATOS**

### **1.1.1 INTRODUCCIÓN**

La fusión de las computadoras y las comunicaciones ha tenido una influencia profunda en la manera en que están organizados los sistemas computacionales. El modelo antiguo de una sola computadora que realiza todas las tareas computacionales de una empresa ha sido reemplazado por otro en el que un gran número de computadoras separadas pero interconectadas hacen el trabajo. Estos sistemas se denominan redes de computadoras.

Una red de computadoras designa un conjunto de computadoras autónomas interconectadas; se dice que dos computadoras están interconectadas si pueden intercambiar información. No es necesario que la conexión se realice mediante un cable de cobre, se pueden utilizar fibras ópticas, las microondas, los rayos infrarrojos y los satélites de comunicaciones.

### **1.1.2 ORGANISMOS INTERNACIONALES DE ESTANDARIZACIÓN**

Se tienen los siguientes organismos internacionales de estandarización:

#### **1.1.2.1 UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones)**

Es un organismo internacional de cooperación fundado en 1865. En 1947 llega a ser una agencia de las Naciones Unidas. Tiene tres sectores principales:

1. *Sector de las Radiocomunicaciones (UIT-R).*- Relacionado con la asignación de frecuencias a nivel mundial para los grupos de interés concernientes.
2. *Sector de estandarización de Telecomunicaciones (UIT-T).*- Desde 1953 a 1993 fue conocido como CCITT.
3. *Sector de Desarrollo (UIT-D).*



### **1.1.2.2 ISO (Organización Internacional de Estándares)**

Cuerpo voluntario fundado en 1946 y formado por miembros (ANSI-USA, BSI-Gran Bretaña, AFNOR-Francia, DIN-Alemania). Ha editado más de 12000 estándares.

### **1.1.2.3 ANSI (Instituto Americano de Estándares Nacionales)**

Organismo norteamericano de normalización fundado en 1918, sus miembros son fabricantes, empresas privadas de telecomunicaciones, sociedades profesionales y otras asociaciones interesadas. Desarrolla consensos y procedimientos para los estándares involucrados en campos gubernamentales e industriales.

### **1.1.2.4 EIA (Asociación de Industrias Electrónicas)**

Asociación norteamericana sin fines de lucro que desarrolla estándares, representando los intereses de los fabricantes. Se enfoca en áreas de interés público en electrónica, defensa nacional, comunicaciones, educación y entretenimiento.

### **1.1.2.5 IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)**

Sociedad profesional norteamericana con representación en todo el mundo. Provee criterios para determinar especificaciones técnicas para equipos y materiales, y desarrolla estándares en área de ingeniería eléctrica y computación.

### **1.1.2.6 TIA (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones)**

Asociación norteamericana sin ánimo de lucro dedicada a la promoción de las telecomunicaciones así como al desarrollo de estándares que contribuyan con dicho fin.

### 1.1.3 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES DE DATOS

#### 1.1.3.1 Desde el punto de vista de tecnología de transmisión

- a) *Redes de Difusión*.- Tienen un solo canal de comunicación compartido por todas las computadoras de la red. La información puede dirigirse hacia una sola (Unicast), hacia varias (Multicast) o hacia todas (Broadcast) las máquinas.
- b) *Redes Punto a Punto*.- Consisten en muchas conexiones entre pares individuales de máquinas. Para ir del origen al destino la información puede pasar por una o más máquinas intermedias. Se pueden originar también múltiples rutas hacia el destino, por lo que los algoritmos de ruteo son importantes en estas redes.

#### 1.1.3.2 Desde el punto de vista de cobertura o alcance

- a) *Local Area Network (LAN)*.- Alcance de 10m a 1km. 10-1000 nodos. Alguna pérdida de datos, generalmente es un simple bus de interconexión.
- b) *Metropolitan Area Network (MAN)*.- Alcance de 1km a 10km. 100-1000 nodos. Más pérdidas de datos, topología irregular, enrutamiento dinámico.
- c) *Wide Area Network (WAN)*.- Alcance de 10km a 10000km. 1000-1 millón de nodos. Más pérdidas de datos, topología irregular, enrutamiento estático y dinámico<sup>1</sup>.
- d) *Internet*.- Alcance a nivel mundial. 100 millones de nodos.

### 1.1.4 ELEMENTOS DE UNA RED

Una red de computadoras consta tanto de hardware como de software. En el hardware se incluyen: estaciones de trabajo, servidores, tarjeta de interfaz de red, cableado y equipo de conectividad. En el software se encuentra el sistema operativo de red (Network Operating System, NOS).

---

<sup>1</sup> Redes de Computadoras, Andrew S. Tanenbaum, Cuarta Edición, 2003, páginas 350-351

#### 1.1.4.1 Estaciones de trabajo

Una estación de trabajo es una computadora que ejecuta aplicaciones de grandes requerimientos de cálculo, gráficos o conectividad. Se convierten en estaciones de trabajo en red cuando tienen acceso a la información y recursos contenidos en el servidor de archivos de la misma.

#### 1.1.4.2 Servidores

Son aquellas computadoras capaces de compartir sus recursos con otras. Los recursos compartidos pueden incluir impresoras, unidades de disco, CD-ROM, directorios en disco duro e incluso archivos individuales.

#### 1.1.4.3 Tarjeta de Interfaz de Red

La tarjeta de red o NIC, es un dispositivo independiente que se puede insertar y extraer del computador y se lo utiliza para que éste pueda comunicarse con el resto de la red.

La NIC puede adaptarse en la ranura de expansión de la computadora o ser una unidad externa que se conecta a ésta a través de un puerto serial o paralelo, tal como se indica en la figura 1.1.

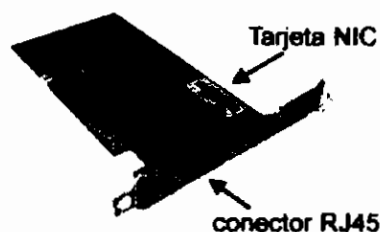


Figura 1.1 Tarjeta de Interfaz de Red

#### 1.1.4.4 Módem

Es un dispositivo que adapta la señal digital para su transmisión en forma analógica (Modulador) y viceversa, señales analógicas en digitales (Demodulador). El módem puede ser interno, externo o insertado en una tarjeta PCMCIA de un ordenador portátil. El estándar más habitual está basado en la

actual norma V.90, cuya velocidad máxima está en los 56Kbps (en bajada) y en 33.6 Kbps (subida).

#### **1.1.4.5 Cableado**

El sistema de cableado está constituido por el cable utilizado para conectar el servidor con las estaciones de trabajo, dispositivos de comunicación, voz, datos, vídeo y control, así como equipos de conmutación. Se pueden tener distintos tipos de cable: cable de par trenzado, cable coaxial, cable de fibra óptica.

#### **1.1.4.6 Dispositivos de Red y de Interconexión de Redes**

Existen varios dispositivos que se pueden utilizar para incrementar la distancia que va a cubrir la red y también para gestionar el tráfico:

##### **1.1.4.6.1 Repetidor**

El repetidor o regenerador, es un dispositivo electrónico que opera sólo en el nivel físico del modelo OSI. Las señales que transportan información dentro de una red pueden viajar a una distancia fija antes de que la atenuación dañe la integridad de los datos. Un repetidor cumple con la función de recibir la señal antes de que se vuelva demasiado débil, regenerar el patrón de bits original y colocar la copia refrescada de nuevo en el enlace.

Con el repetidor sólo se extiende la longitud física de la red. No tiene inteligencia, por lo que no puede realizar decisiones de encaminamiento. No es un amplificador.

##### **1.1.4.6.2 Puente**

El puente o bridge, actúa en los niveles físico y de enlace de datos del modelo OSI. Pueden dividir una red grande en segmentos más pequeños. También pueden retransmitir tramas entre dos LAN originalmente separadas. Contienen lógica (puede ser necesario dividir lo que lógicamente es una sola LAN en LANs individuales para manejar la carga) que permite separar el tráfico de cada

### **1.1.6.1.1 Área de trabajo**

El área de trabajo se extiende de la toma/conector de telecomunicaciones o el final del sistema de cableado horizontal, hasta el equipo de la estación. El equipo de la estación puede incluir teléfonos, terminales de datos y computadoras.

*Componentes del Área de Trabajo:*

- Cable de enlace de cobre (Patch Cord).
- Cable de enlace de fibra óptica.

Los cables de enlace deben ser fabricados con cable multifilar (varios hilos por conductor) y deben tener los mismos requisitos de transmisión que el cable horizontal, con la excepción de la atenuación.

*Otros elementos:*

- Adaptador en Y.- Para proporcionar dos servicios en un solo cable multipar (teléfono con dos extensiones).
- Adaptadores pasivos (balun).- Utilizado para convertir del tipo de cable del equipo al tipo de cable del cableado horizontal.
- Adaptadores activos.- Para conectar dispositivos que utilicen diferentes esquemas de señalización.

### **1.1.6.1.2 Cableado Horizontal**

El cableado horizontal incorpora el sistema de cableado que se extiende desde el área de trabajo de telecomunicaciones hasta el armario de telecomunicaciones.

El cableado horizontal consiste de dos elementos básicos:

1. *Cable Horizontal y Hardware de Conexión.*- Proporcionan los medios para transportar señales de telecomunicaciones entre el área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones.
2. *Rutas y Espacios Horizontales.*- También llamados "sistemas de distribución horizontal". Las rutas y espacios horizontales son utilizados para distribuir y soportar cable horizontal y conectar hardware entre la salida del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones.

*El cableado horizontal incluye:*

- Las salidas (cajas/placas/conectores) de telecomunicaciones en el área de trabajo.
- Cables y conectores de transición instalados entre las salidas del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones.
- Paneles de empate (patch) y cables de empate utilizados para configurar las conexiones de cableado horizontal en el cuarto de telecomunicaciones.

*Características:*

- En el área de trabajo se recomienda un patch cord de 3m.
- No se permiten puentes, derivaciones y empalmes a lo largo de todo el trayecto del cableado horizontal.
- Se debe considerar la proximidad del cableado horizontal al cableado eléctrico que genera altos niveles de interferencia (motores, elevadores, transformadores).

*Topología.*- El cableado horizontal se debe implementar en una topología de estrella.

*Distancias Horizontales.*- La distancia horizontal máxima es de 90m independiente del cable utilizado. Se permiten 10m para cables conmutadores.

*Tipos de cable.*- Los tres tipos de cable reconocidos por ANSI/TIA/EIA-568-A para distribución horizontal son:

1. Par trenzado, cuatro pares, sin blindaje (UTP) de 100 ohmios, 22/24 AWG
2. Par trenzado, dos pares, con blindaje (STP) de 150 ohmios, 22 AWG
3. Fibra óptica, dos fibras, multimodo 62.5/125  $\mu\text{m}$ .

#### 1.1.6.1.3 Cableado Vertical

El cableado vertical interconecta entre armarios, salas de equipos y facilidades (infraestructura) de entrada. También incluye el cableado entre edificios.

*Cables aprobados:*

1. Cable multipar UTP de 100 Ohmios con distancia máxima de 800m (sólo voz).
2. Cable STP de 150 Ohmios con distancia máxima de 700m (sólo voz).
3. Cable de fibra óptica de 62.5/125  $\mu\text{m}$  con distancia máxima de 2000m.
4. Cable monomodo de fibra óptica con distancia máxima de 3000m.

#### 1.1.6.1.4 Armario de Telecomunicaciones<sup>4</sup>

Un cuarto de telecomunicaciones es el área en un edificio utilizada para el uso exclusivo de equipo asociado con el sistema de cableado de telecomunicaciones.

La función primaria es la distribución del cableado de un piso o área de un edificio. Es el lugar donde se realiza la terminación del cableado horizontal y vertical en equipos de conexión compatibles con los medios de transmisión.

Todas las conexiones, el cableado horizontal y vertical, deben cruzarse y conectarse.

*Elementos relacionados:*

- Cable horizontal.
- Cable vertical.

---

<sup>4</sup> Folleto de Cableado Estructurado; Ing. Pablo Hidalgo

- Equipos de terminación mecánica.
- Cables de enlace.
- Armarios o Racks.
- Administradores del cable horizontal o vertical.
- Regletas o cortapicos para alimentación AC.
- Elementos de fijación y sujeción.

*Precauciones en el manejo de cables:*

- Evitar forzar o tensionar el cable.
- No se deben rutear los cables ni apretados ni abultados.
- Usar apropiadamente el cable guía en direcciones fijas.

#### **1.1.6.1.5 Cuarto de Equipos**

El cuarto de equipo es un espacio centralizado de uso específico para equipo de telecomunicaciones tal como central telefónica, computadoras y/o conmutador de vídeo. Varias o todas las funciones de un cuarto de telecomunicaciones pueden ser proporcionadas por un cuarto de equipo. Los cuartos de equipo se consideran distintos de los cuartos de telecomunicaciones por la naturaleza, costo, tamaño y/o complejidad del equipo que contienen. Los cuartos de equipo incluyen espacio de trabajo para personal de telecomunicaciones. Todo edificio debe contener un cuarto de telecomunicaciones o un cuarto de equipo. Los requerimientos del cuarto de equipo se especifican en los estándares ANSI/TIA/EIA-568-A y ANSI/TIA/EIA-569.

#### **1.1.6.1.6 Sistema de puesta a tierra y puentado**

Establecido en el estándar ANSI/TIA/EIA-607. Es un componente importante de cualquier sistema de cableado estructurado moderno. El gabinete deberá disponer de una toma de tierra, conectada a la tierra general de la instalación eléctrica, para efectuar las conexiones de todo equipamiento. El conducto de tierra no siempre se halla indicado en planos y puede ser único para ramales o circuitos que pasen por las mismas cajas de pase, conductos ó bandejas.



### **1.1.6.2 Normas para los sistemas de Cableado Estructurado**

El Instituto Americano de Estándares Nacionales, la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones y la Asociación de Industrias Electrónicas (ANSI/TIA/EIA) publican conjuntamente estándares para la manufactura, instalación y rendimiento de equipo y sistemas de telecomunicaciones y electrónico.

Los estándares principales de ANSI/TIA/EIA que gobiernan el cableado de telecomunicaciones en edificios son:

#### **1.1.6.2.1 ANSI/EIA/TIA-568-A (Norma para Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales)**

Esta norma especifica un sistema de cableado de telecomunicaciones genérico para edificios comerciales que soportará un ambiente multiproducto y multifabricante. También proporciona directivas para el diseño de productos de telecomunicaciones para empresas comerciales.

El propósito de esta norma es permitir la planeación e instalación de cableado de edificios comerciales con muy poco conocimiento de los productos de telecomunicaciones que serán instalados con posterioridad. La instalación de sistemas de cableado durante la construcción o renovación de edificios es significativamente menos costosa y desorganizadora que cuando el edificio está ocupado.

#### **1.1.6.2.2 ANSI/TIA/EIA-569 (Norma para Rutas y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales)**

Este estándar reconoce tres conceptos fundamentales relacionados con telecomunicaciones y edificios:

- *Los edificios son dinámicos.* Durante la existencia de un edificio, las remodelaciones son más la regla que la excepción. Este estándar reconoce, de manera positiva, que el cambio ocurre.

- *Los sistemas de telecomunicaciones y de medios son dinámicos.* Durante la existencia de un edificio, los equipos de telecomunicaciones cambian dramáticamente. Este estándar reconoce este hecho siendo tan independiente como sea posible de proveedores de equipo.
- *Telecomunicaciones es más que datos y voz.* Telecomunicaciones también incorpora otros sistemas tales como control ambiental, seguridad, audio, televisión, alarmas y sonido. De hecho, telecomunicaciones incorpora todos los sistemas de bajo voltaje que transportan información en los edificios.

#### **1.1.6.2.3 ANSI/EIA/TIA-606 (Norma para Administración de la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales)**

El propósito de este estándar es proporcionar un esquema de administración uniforme que sea independiente de las aplicaciones que se le den al sistema de cableado, las cuales pueden cambiar varias veces durante la existencia de un edificio.

Este estándar establece guías para dueños, usuarios finales, consultores, contratistas, diseñadores, instaladores y administradores de la infraestructura de telecomunicaciones y sistemas relacionados. Provee un esquema de información sobre la administración del camino para el cableado de telecomunicación, espacios y medios independientes.

#### **1.1.6.2.4 ANSI/EIA/TIA-607 (Requerimientos de los Sistemas de tierra y juntas para Telecomunicaciones en Edificios Comerciales)**

Provee especificaciones para el diseño de las tierras y el sistema de aterramientos relacionadas con la infraestructura de telecomunicaciones para edificios comerciales

### **1.1.6.2.5 ANSI/TIA/EIA-568 Revisión “B” (Revisión de la Norma de cableado de Telecomunicaciones para edificios comerciales)<sup>5</sup>**

Esta norma se subdivide en tres documentos que constituyen normas separadas:

1. ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2001.
2. ANSI/TIA/EIA-568-B.2-2001.
3. ANSI/TIA/EIA-568-B.3-2000.

#### **1.1.6.2.5.1 ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2001 (Norma de Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales Parte 1: Requisitos Generales)**

Esta norma establece las especificaciones para el diseño e instalación de un sistema de cableado genérico. En ella se definen los requisitos y recomendaciones en cuanto a su estructura, configuración, interfaces, instalación, parámetros de desempeño y verificación. Brinda las especificaciones con respecto al sistema de cableado, ya sea en sus configuraciones de canal o de enlace permanente.

#### **1.1.6.2.5.2 ANSI/TIA/EIA-568-B.2-2001 (Norma de Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales Parte 2: Componentes de Cableado de Par Trenzado Balanceado)**

Esta norma especifica los requisitos mínimos para componentes reconocidos de par trenzado balanceado, usados en cableados de telecomunicaciones en edificios y campus (cable, conectores, hardware de conexión, cordones y jumpers). Se incluyen requisitos mínimos de desempeño para dichos componentes y para los equipos de pruebas usados para la verificación de los cableados instalados.

---

<sup>5</sup> <http://www.arqhys.com/arquitectura/cableado-trabajo.html>

#### **1.1.6.2.5.2 ANSI/TIA/EIA-568-B.3-2000 (Norma para Componentes de Cableado de Fibra Óptica)**

Esta norma especifica los requisitos mínimos para componentes de fibra óptica usados en cableados de telecomunicaciones en edificios y campus, tales como cable, conectores, hardware de conexión, cordones, jumpers y equipo de pruebas en campo.

### **1.1.7 REDES DE ÁREA LOCAL (LAN)**

Es un sistema que puede utilizar una tecnología de transmisión que consiste en un cable al cual están unidos todos los hosts. Consiste en varias computadoras y periféricos cableados juntos en un área limitada, utilizados por una sola organización o en un solo edificio.

#### **1.1.7.1 Características**

- El radio que abarca es de pocos kilómetros; por ejemplo: edificios, un campus universitario, un complejo industrial, etc.
- Utilizan un medio privado de comunicación.
- Las velocidades de transmisión más habituales son de 10 Mbps, 100 Mbps, 1000 Mbps y hasta 10 Gpbs.
- Pueden atender a cientos de dispositivos muy distintos entre sí (impresoras, computadoras, discos, teléfonos, módems, etc.).
- Ofrecen la posibilidad de comunicación con otras redes a través de pasarelas o Gateways.

#### **1.1.7.2 Aplicaciones**

- Compartir recursos, como por ejemplo impresoras, discos duros, CD-ROM, etc.
- Compartir información, por ejemplo bases de datos.
- Tener acceso a computadores centrales.

- Tener comunicación más expedita, por ejemplo usando el correo electrónico.
- Tener conectividad, por ejemplo interconexión de diferentes equipos de distintos proveedores.

### **1.1.7.3 Ventajas aportadas por el uso de una LAN**

- Mantener bases de datos actualizadas instantáneamente y accesibles desde distintos puntos.
- Facilitar la transferencia de archivos entre miembros de un grupo de trabajo.
- Compartir periféricos (impresoras láser, plotters, discos ópticos, etc.).
- Disminuir el costo del software comprando licencias de uso múltiple en vez de muchas individuales.
- Mantener versiones actualizadas y coherentes del software.
- Facilitar la copia de respaldo de datos.
- Correo electrónico.
- Comunicarse con otras redes (bridges y routers).
- Conectarse con minis y mainframes (gateway).
- Mantener usuarios remotos vía módem.

Se pueden citar también algunas precauciones a tomar en cuenta:

- Evitar el uso ilegal del software.
- Evitar la entrada de virus.
- Evitar el hurto de información.
- Facilitar el acceso al sistema para usuarios inexpertos, ya que entra directamente a ejecutar sus aplicaciones.

### **1.1.7.4 Topología de redes**

Una red tiene dos diferentes topologías: una física y una lógica. La física es la forma como están dispuestos los elementos de red y la lógica es la forma en que funcionan o la forma de como viajan los datos. Las topologías física y

lógica pueden ser iguales o diferentes. Las diferentes topologías de red son: bus, anillo, estrella, árbol y malla.

#### 1.1.7.4.1 Bus (o Canal de difusión)

Es un camino de comunicación bidireccional con puntos de terminación bien definidos. Es la más simple y la más usada de las topologías, en la que cada computadora está conectada a un segmento común de cable de red. Cuando una estación transmite su mensaje alcanza a todas las estaciones. Para evitar que la señal rebote indefinidamente a lo largo del bus, se usa un terminador en cada extremo. Una sola computadora puede enviar datos cada vez. Así, mientras más computadoras haya en el bus, la velocidad de transmisión será más lenta.

En este tipo de topología, la misma que se indica en la figura 1.2, cualquier ruptura en el cable impide la operación normal y es muy difícil de detectar. Por el contrario, el fallo de cualquier nodo no impide que la red siga funcionando normalmente.



Figura 1.2 Topología Bus<sup>6</sup>.

#### 1.1.7.4.2 Anillo

Una topología de anillo consta de varios nodos unidos formando un círculo lógico. Los mensajes se mueven de nodo a nodo en una sola dirección. Cualquier señal que se genera en un nodo se propaga a todos los demás nodos activos. Se envían mensajes en una dirección cada vez. La topología de anillo permite verificar si se ha recibido un mensaje. La señal, o token (turno),

<sup>6</sup> <http://www.geocities.com/SiliconValley/8195/redes.html>

pasa a través del anillo de una computadora a otra. Una computadora toma el token libre y envía datos a la red. La computadora destino copia los datos y los marca como leídos. Finalmente, los datos continúan dando vuelta hasta la computadora que los originó, la cual remueve los datos del anillo y libera el token.

La avería de una estación puede aislarse fácilmente, pero una avería en el cable inutiliza la red. Este tipo de topología se indica en la figura 1.3.

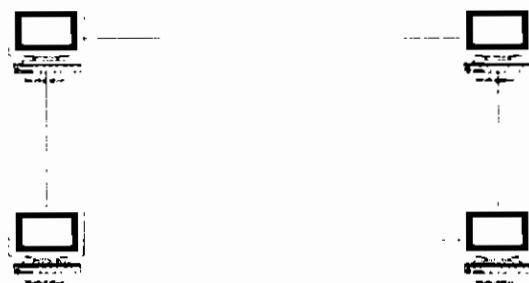


Figura 1.3 Topología Anillo<sup>7</sup>

#### 1.1.7.4.3 Estrella

La topología en estrella que se indica en la figura 1.4, se caracteriza porque todos los nodos se conectan a uno central. Todas las transacciones pasan a través del nodo central, siendo éste el encargado de gestionar y controlar todas las comunicaciones.



Figura 1.4 Topología Estrella<sup>8</sup>

<sup>7</sup> <http://www.geocities.com/SiliconValley/8195/redes.html>

<sup>8</sup> Transmisión de datos y redes de comunicaciones; Forouzan, Behrouz A.; Segunda Edición; McGrawHill; 2002; página 25

El fallo de un nodo en particular es fácil de detectar y no daña el resto de la red, pero un fallo en el nodo central desactiva la red completa. Además el nodo central debe de ser muy complejo y muy rápido para dar un servicio satisfactorio a todos los nodos.

#### 1.1.7.4.4 Árbol

Es una variante de la topología en Estrella. No todos los dispositivos se conectan directamente al concentrador central. La mayoría de los dispositivos se conectan a un concentrador secundario que, a su vez, se conecta al concentrador central. El concentrador central del árbol es un **concentrador activo**, el mismo que contiene un repetidor o hardware que regenera los patrones de bits recibidos antes de retransmitirlos. Los concentradores secundarios pueden ser activos o pasivos. Un concentrador pasivo proporciona sólo la conexión física entre los dispositivos conectados. Este tipo de topología se indica en la figura 1.5.

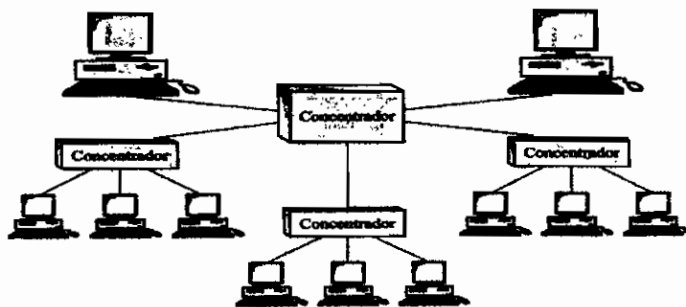


Figura 1.5 Topología Árbol<sup>9</sup>

#### 1.1.7.4.5 Malla

En este tipo de topología que se indica en la figura 1.6, cada dispositivo tiene un enlace punto a punto y dedicado con cualquier otro dispositivo. Una red en malla completamente conectada necesita  $\frac{n \cdot (n-1)}{2}$  canales físicos para enlazar  $n$  dispositivos. Por otro lado, para acomodar tantos enlaces cada dispositivo de la red debe tener  $(n-1)$  puestos de entrada/salida (E/S).

<sup>9</sup> Transmisión de datos y redes de comunicaciones; Forouzan, Behrouz A.; Segunda Edición; McGrawHill; 2002; página 26



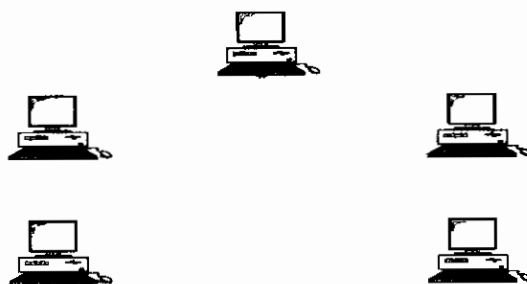


Figura 1.6 Topología Malla<sup>10</sup>

### 1.1.7.6 Principales Normas dentro de IEEE 802.x

El IEEE en estos estándares IEEE 802.X define los aspectos físicos (cableado, topología física y eléctrica) y de control de acceso al medio de redes locales.

#### 1.1.7.6.1 IEEE 802.3 (LAN en bus con CSMA/CD - Ethernet)

*Ethernet* es una red de área local, ampliamente extendida, con topología en bus que se ajusta al estándar IEEE 802.3; la técnica MAC (*Media Acces Control*) o el protocolo de acceso al medio es el CSMA/CD (Acceso Múltiple con escucha del medio de transmisión y Detección de Colisiones) y posee una velocidad de 10 Mbps, aunque con otros estándares nuevos como *Fast Ethernet* alcanzan 100 Mbps, *Gigabit Ethernet* 1000 Mbps y *10 Gigabit Ethernet* (IEEE 802.3ae) alcanza 10 000 Mbps.

Desarrollada inicialmente por DEC, Intel y Xerox, resultó en 1980 la versión 1 conocida como ESPEC 1, seguida por la versión 2 o ESPEC 2 en 1982 y ya en 1983 en la norma IEEE 802.3, que es la actualmente en vigor, siendo adoptada por ISO como ISO 8802.3.

A lo largo de los años han ido apareciendo diversas especificaciones relativas a *Ethernet*, así tenemos las siguientes:

- 10Base5 (Thick Ethernet)

<sup>10</sup> Transmisión de datos y redes de comunicaciones; Forouzan, Behrouz A.; Segunda Edición; McGrawHill; 2002; página 24

- 10Base2 (Thin Ethernet)
- 10Base-T

#### 1.1.7.6.1.1 Cableado Ethernet

Dado que el nombre *Ethernet* se refiere al cable (el éter), a continuación en la tabla 1.1 se dan a conocer los tres tipos de cableado que comúnmente se usan.

Nombre	Cable	Seg. Mx.	Notas/seg.	Ventajas
10Base5	Coaxial grueso	500 m	100	Cable original, ahora obsoleto
10Base2	Coaxial delgado	185 m	30	No se necesita concentrador
10Base-T	Par trenzado	100 m	1024	Sistema más económico

Tabla 1.1 Tipos más comunes de cableado de Ethernet<sup>11</sup>

#### 1.1.7.6.1.2 Protocolo CSMA/CD

El funcionamiento básico de este protocolo es, una estación que quiera poner una trama en el cable debe monitorizar previamente el medio. Si el medio no está en uso, la estación transmite la trama. La cabecera de la trama contiene la dirección física de la estación de destino, de tal modo que todas las estaciones detectan la presencia de la trama pero tan solo la acepta su destinataria.

Si dos o más estaciones transmiten simultáneamente se produce una colisión por lo que las estaciones deben aguardar un tiempo aleatorio antes de reintentar la transmisión.

El protocolo requiere alguna regla más para operar correctamente:

- Existe un tiempo mínimo en el que las estaciones deben guardar silencio entre las transmisiones para permitir que la estación receptora pueda

<sup>11</sup> Redes de Computadoras, Andrew S. Tanenbaum, Cuarta Edición, 2003

procesar una trama antes de recibir la siguiente, este tiempo es de 9.6 microsegundos.

- La longitud mínima requerida para una trama ethernet es de 64 octetos. Las tramas menores de este tamaño (usualmente producidas por la detección de una colisión) se denominan: runts.
- También existe una longitud máxima para las tramas: 1518 octetos (FCS incluido) y 1514 (sin contar el FCS). Como resultado del comportamiento anómalo de un transceptor, pueden generarse tramas de mayor tamaño denominadas jabbers.

En la figura 1.7 se indican los formatos de trama tanto de Ethernet como de IEEE 802.3.

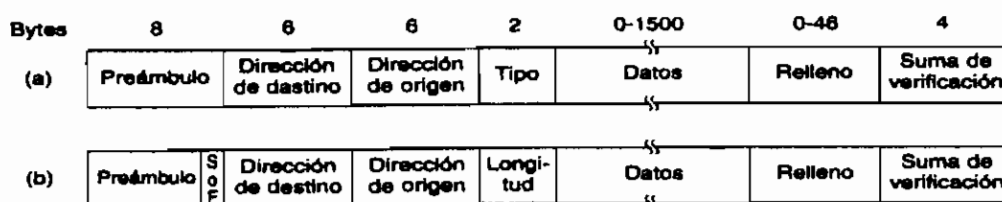


Figura 1.7 Trama: a) Ethernet; b) IEEE 802.3 <sup>12</sup>

*Además se tiene:*

- **100Base -FX, TX y T4.-** Son estándares de Ethernet (Fast Ethernet) funcionando a una velocidad de 100Mbps sobre fibra óptica y cable de pares.
- **1000Base -SX, LX, CX y T.-** Son estándares de Ethernet (Gigabit Ethernet) funcionando a una velocidad de 1000Mbps sobre fibra óptica y cable de pares.

#### 1.1.7.6.2 IEEE 802.4 (LAN en bus con Testigo – Token Bus)

Define redes con anillo lógico en un bus físico (también se puede configurar el anillo lógico con una topología física de estrella) y con protocolo MAC de paso de testigo. Este tipo de redes son poco utilizadas en oficinas, pero bastante en

<sup>12</sup> Redes de Computadoras, Andrew S. Tanenbaum, Cuarta Edición, 2003; página 276.

entornos industriales donde se necesita un control automatizado de procesos. Sus velocidades pueden ser de 1.5 ó 10Mbps.

#### **1.1.7.6.3 IEEE 802.5 (LAN en anillo con Testigo – Token Ring)**

Token Ring es una red de área local con topología lógica en anillo. Cada terminal se comunica con los demás a través del Protocolo Token Passing y admite velocidades de 4 y 16Mbps. Admite un total de 70 a 260 equipos por anillo, dependiendo del tipo de cable (par trenzado o fibra óptica) y su longitud, aunque se puede extender con puentes y encaminadores. Se tiene un cableado en estrella que tiene en su centro un concentrador denominado MAU (Multistation Access Unit), que puede ser activo o pasivo. El cable recomendado es el STP (IBM Tipo 1 ó 2), aunque también admite el UTP con RJ45. La codificación utilizada es Manchester Diferencial.

##### **1.1.7.6.3.1 Paso de testigo (Token Passing)**

El método de paso de testigo se vale de una trama especial o *testigo (token)*, que va a ser monitorizado por cada ordenador, para dar a éstos permiso o no de transmisión. En definitiva, las computadoras conectadas al anillo lógico no pueden transmitir los datos hasta que no obtienen el permiso de hacerlo. Este sistema evita la colisión pues limita el derecho a transmitir a una computadora. El token va pasando a intervalos fijos de una computadora a otra. Si el testigo está libre (no existe ninguna estación que esté transmitiendo), cualquier ordenador que tenga necesidad de transmitir pasará el testigo al estado de ocupado e iniciará la comunicación insertando los datos detrás del testigo. La trama resultante pasará por cada terminal, regenerándose, en el camino hacia el terminal destinatario de los datos. Una vez la trama ha llegado al ordenador destino, se copia en la memoria de éste pasando a retransmitir la trama sobre la red cambiando una serie de bits de forma que el ordenador que envió la información comprueba que el terminal destino la recibió correctamente.

### **1.1.7.7 Redes LAN de alta velocidad**

- Ethernet Conmutada.
- Ethernet Rápida (Fast Ethernet).
- IEEE 802.12 (100 VG-AnyLAN).
- Gigabit Ethernet.
- 10 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ae).

#### **1.1.7.7.1 Ethernet Conmutada**

Consiste en el empleo de un conmutador para separar la red en segmentos, de tal manera que varios nodos transmitan y reciban datos simultáneamente, siempre y cuando estén situados en diferentes segmentos de la misma red. La principal ventaja que aporta es que el tráfico que permanece dentro de su segmento puede hacer uso de la totalidad de la capacidad de transmisión de la red.

Se puede tener colisión cuando en un puerto se reciben varias tramas. Se puede efectuar varias transmisiones en paralelo pero sólo a 10Mbps.

#### *Ventajas de los Conmutadores.-*

- Se tiene compatibilidad con cableado, tarjetas de red y concentradores existentes.
- Los switches agregan escalabilidad a la red; se pueden instalar en cualquier parte de la red. Existen switches que combinan velocidades 10/100/1000Mbps.
- El switch es mejor que el Hub sólo si la ocupación de la red es alta.

#### **1.1.7.7.2 Fast Ethernet (100BASE-T)**

Estandarizada en IEEE 802.3u. Es compatible con Ethernet, pudiendo ambos coexistir en la misma red. Su objetivo es incrementar la velocidad de 10BASE-T (IEEE 802.3), conservando los sistemas de cableado, el método MAC y

formatos de trama.

#### 1.1.7.7.2.1 Características

- Velocidad de transferencia de 100Mbps.
- Subcapa MAC idéntica a la de 10BASE-T.
- Tamaño mínimo de trama de 512 bits.
- Mayor consistencia ante los errores que Ethernet a 10Mbps.
- El mismo cableado que 10BASE-T (cumpliendo con EIA/TIA - 568).

#### 1.1.7.7.2.2 Estándares de Fast Ethernet

**100BASE-X.**- Para cables STP, UTP categoría 5 o superior, o fibra óptica. Se establece un simple enlace unidireccional de 100Mbps, sobre un solo par de cobre o una sola fibra óptica. Se utiliza la codificación 4B/5B-NRZI.

*Especificaciones de 100BASE-X:*

- 1) **100BASE-TX.**- Hace uso de 2 pares de cable de par trenzado, uno para transmisión y otro para recepción. Puede ser cable STP y UTP categoría 5. Utiliza codificación de línea MLT-3. La distancia máxima del hub a la estación es de 100m y la distancia máxima de la red es de 200m.
- 2) **100BASE-FX.**- Hace uso de 2 hilos de fibra óptica, uno para transmisión y otro para recepción. Utiliza codificación de línea 4B/5B-NRZI. Se tiene una distancia máxima entre estaciones sin hub de 400m, y una distancia máxima entre estaciones conectadas por medio de un hub de 300m.
- 3) **100BASE-T4.**- Para cables de voz categoría 3. Permite una velocidad de 100Mbps sobre cable UTP categoría 3. Opcionalmente se hace uso del cable UTP categoría 5. Los datos para ser transmitidos son divididos en tres flujos separados a 33.3Mbps. Se utilizan 4 pares de cable UTP, 3 para transmisión y 3 para recepción, por lo que dos pares son usados para transmisión bidireccional. Utiliza codificación de línea 8B6T.

### 1.1.7.7.3 100 VG-AnyLAN

Estándar de 100Mbps normalizado por IEEE 802.12. Se basa en una propuesta de AT&T, IBM y Hewlett-Packard para una red de topología radial basada en contención. Se compite por el acceso al medio señalizando un concentrador. Cuando se produzcan peticiones simultáneas, el concentrador otorgará derechos de transmisión evaluando la prioridad de cada transmisión y dando el control al dispositivo de más alta prioridad. Admite tramas Ethernet y Token Ring. Utiliza codificación de línea 5B6B. Distancia máxima entre hub y estación con UTP categoría 3: 100m; distancia máxima entre hub y estación con UTP categoría 5: 150m.

### 1.1.7.7.4 Gigabit Ethernet

Estandarizada en IEEE 802.3z a 1000Mbps y en IEEE 802.3ab sobre 4 pares de cable UTP categoría 5. Adopta el mismo protocolo CSMA/CD y el formato para las tramas usado en las versiones IEEE 802.3 a 10Mbps y 100Mbps. Debido a que una trama mínima (de 64 bytes) ahora puede transmitirse 100 veces más rápido que en la Ethernet clásica, la distancia máxima es 100 veces menor, es decir, de 25m por lo que se agregan dos características para ampliar esa longitud:

1. *Extensión de Portadora.*- Indica al hardware que agregue su propio relleno después de la trama normal para extenderla a 512 bytes.
2. *Ráfagas de tramas.*- Permite que un emisor transmita una secuencia concatenada de múltiples tramas en una sola transmisión. Si la ráfaga total es menor que 512 bytes, el hardware la rellena nuevamente. Este esquema es eficiente si suficientes tramas están esperando la transmisión. Se amplía el radio de red de 200m.

Utiliza la técnica de codificación 8B10B (cada byte de 8 bits está codificado como 10 bits). Permite operación Half Dúplex y Full Dúplex. En la tabla 1.2 se describen los diferentes estándares existentes dentro de Gigabit Ethernet.

ópticos. PCS realiza la codificación y funciones de serialización y multiplexación.

*Tipos de PMD utilizando transmisión serial:*

- 850nm con fibra multimodo de 50/125  $\mu m$  . Hasta 65m.
- 1300nm con fibra monomodo. Hasta 10km.
- 1550nm con fibra monomodo. Hasta 40km.

*Tipos de PMD utilizando WDM (Multiplexación por División de Longitud de Onda) a 1300nm:*

- Fibra multimodo de 62.5/125um. Hasta 300m.
- Fibra monomodo. Hasta 10km.

### **1.1.8 MEDIOS DE TRANSMISIÓN**

Medio de transmisión es el sistema (físico o no) por el que viaja la información transmitida (datos, voz, audio) entre dos o más puntos distantes entre sí. Se pueden distinguir básicamente dos tipos de medios:

*Medios guiados:* cuando las ondas están ligadas a algún tipo de medio físico: pares trenzados (UTP, STP), cables coaxiales, fibras ópticas.

*Medios no guiados:* cuando las ondas no están encauzadas: microondas terrestres, microondas satélite, infrarrojos, radio.

#### **1.1.8.1 Medios de Transmisión Guiados**

El ancho de banda o velocidad de transmisión dependen de la distancia. Se tienen enlaces punto-punto o punto-multipunto. Los medios guiados más utilizados para la transmisión de datos son el cableado de cobre y la fibra óptica. Los principales tipos de cables de cobre usados son:

- Par trenzado.



- Cable coaxial.

### 1.1.8.1.1 Par Trenzado

Es el medio guiado más barato y más usado. Consiste en dos alambres de cobre o a veces de aluminio, aislados. Los alambres se trenzan en forma helicoidal, ya que de esta manera las ondas de diferentes vueltas se cancelan, por lo que la radiación del cable es menos efectiva. Los pares trenzados se agrupan bajo una cubierta común de PVC (Policloruro de Vinilo) en cables multipares (de 2, 4, 8, hasta 300 pares). Cada par de cables constituye sólo un enlace de comunicación. En las figuras 1.8 y 1.9 se muestran el par trenzado de 1 par y 4 pares respectivamente.

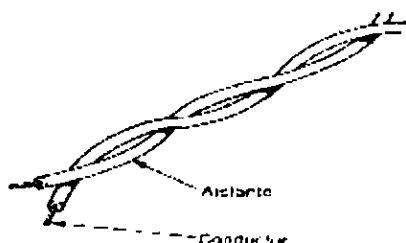


Figura 1.8 Par trenzado (1 par)

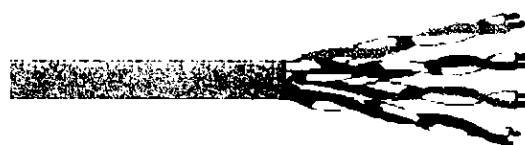


Figura 1.9 Par trenzado (4 pares)

Tiene flexibilidad y facilidad de instalación. Su inconveniente principal es su poca velocidad de transmisión y su corta distancia de alcance. Con estos cables, se pueden transmitir señales analógicas o digitales. Los conductores que forman el par tienen un grosor que varía típicamente entre 0,04 y 0,09 pulgadas. Los cables telefónicos pueden ser armados de 6, 10, 18, 20, 30, 50, 80, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 900, 1200, 1500, 1800 ó 2200 pares.

Dentro del par trenzado se tienen dos tipos: UTP y STP.

#### 1.1.8.1.1.1 UTP (Unshielded Twisted Pair)

El cable de par trenzado no apantallado (UTP) que se indica en la figura 1.10, no tiene ningún tipo de pantalla adicional; tiene una impedancia característica

de 100 Ohmios. Son menos resistentes a interferencias (aunque se usan con éxito en telefonía y en redes de área local). El conector más frecuente con el UTP es el RJ45, aunque también puede usarse otro (RJ11, DB25, DB11), dependiendo del adaptador de red.

Tiene cuatro pares de hilos de cobre de calibre 22 ó 24 y revestidos de un aislante plástico de colores para la identificación de los pares, cada par de hilos se encuentra aislado de los demás.

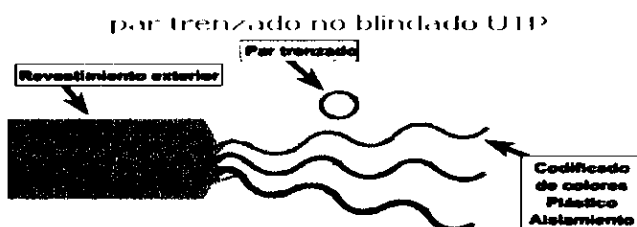


Figura 1.10 Par trenzado UTP<sup>14</sup>

La distancia máxima recomendada entre repetidores es de 100 metros, y su rendimiento es de 10-100 Mbps.

*Principales categorías del cable UTP.-* Se emplean principalmente las siguientes categorías o estándares:

*Categoría 3.-* Cuatro pares trenzados agrupados en un solo cable. Se utiliza principalmente para telefonía analógica o digital con sistemas de cableado estructurado en edificios. Proporciona un ancho de banda de 16MHz.

*Categoría 5.-* Es capaz de soportar comunicaciones de hasta 100Mbps y ancho de banda de 100MHz. Este tipo de cable es de 8 hilos, es decir cuatro pares trenzados. La atenuación del cable de esta categoría viene dada en base a una distancia estándar de 100 metros; en la tabla 1.3 se indica la atenuación para diferentes velocidades de transmisión.

<sup>14</sup> [http://html.rincondelvago.com/medios-de-transmision\\_2.html](http://html.rincondelvago.com/medios-de-transmision_2.html)

Velocidad de Transmisión de datos [Mbps]	Nivel de Atenuación [dB]
4	13
10	20
16	25
100	67

Tabla 1.3 Atenuación del cable UTP categoría 5<sup>15</sup>

**Categoría 5e.-** Similares a los de categoría 3, pero con más trenzado por longitud y aislantes de teflón (material plástico con propiedades mecánicas y dieléctricas), lo que se refleja en menor *crosstalk* y mejor calidad en grandes distancias, permitiendo mayores velocidades de transmisión. Proporciona un ancho de banda de 100MHz.

#### 1.1.8.1.2 STP (Shielded Twisted Pair)

El cable de par trenzado apantallado (STP) es un cable blindado, con buenas condiciones para trabajar a altas velocidades, sin embargo es más costoso y requiere más instalación, ya que son más gruesos y rígidos. La pantalla del STP, para que sea más eficaz, requiere una configuración de interconexión con tierra (dotada de continuidad hasta el terminal).

En la figura 1.11 se indica el par trenzado STP.



Figura 1.11 Par trenzado STP<sup>16</sup>

<sup>15</sup> <http://www.monografias.com/trabajos12/trdecom/trdecom.shtml>

<sup>16</sup> [http://html.rincondelvago.com/medios-de-transmision\\_2.html](http://html.rincondelvago.com/medios-de-transmision_2.html)

### 1.1.8.1.2.2 Tipos de Cable Coaxial

*Cable Coaxial de Banda base.*- Normalmente empleado en redes de computadoras, con una resistencia de  $50\ \Omega$ , por el que fluyen señales digitales; el ancho de banda depende de la distancia. Para cables de 1Km es posible una velocidad de 1 a 2 Gbps.

*Cable Coaxial de Banda ancha.*- Apto para transmisión de señales analógicas. Posibilita la transmisión de gran cantidad de información por varias frecuencias, y su uso más común es la televisión por cable, tiene una impedancia de  $75\ \Omega$ . Es usado hasta 300MHz (aún hasta 450MHz), llegando a distancias de 100Km.

### 1.1.8.1.3 Fibra Óptica<sup>18</sup>

Son compactas, ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad ya que son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radio-frecuencia. No conducen señales eléctricas, conducen rayos luminosos. Se pueden instalar tramos de hasta 70Km sin que haya necesidad de recurrir a repetidores. La longitud máxima de fibra óptica recomendada entre nodos es de 2km, y su velocidad de transmisión es alta, de 100Mbps ó más.

*Componentes.*-

Un sistema óptico tiene 3 componentes: la fuente de luz, el medio de transmisión (una ultradelgada fibra de vidrio) y el detector.

*Fuentes de luz:*

- *LED (Light Emitting Diode):* De bajo costo, con utilización en un amplio rango de temperaturas y con larga vida media.

---

<sup>18</sup> [http://html.rincondelvago.com/medios-de-transmision\\_2.html](http://html.rincondelvago.com/medios-de-transmision_2.html)

- *ILD (Injection Laser Diode):* Más caro, pero más eficaz y permite una mayor velocidad de transmisión. Son utilizados para largas distancias.

Ambos son dispositivos semiconductores que emiten un haz de luz.

*Materiales para fibra óptica:*

- Fibras de silicio fundido ultra puro que son muy difíciles de fabricar.
- Fibras de cristal multicomponente que tienen mayores pérdidas y son más económicas, pero proporcionan una prestación suficiente.
- Fibras de plástico que tienen un costo menor y se pueden utilizar para enlaces de distancias cortas, para los que son aceptables pérdidas moderadamente altas.

*Constitución de la fibra óptica:*

*Núcleo.-* Formado por una o varias fibras muy finas de cristal o plástico de alta pureza con un alto índice de refracción. La luz se captura en el núcleo de la fibra.

*Revestimiento.-* Es de cristal o plástico con un índice de refracción bajo.

*Cubierta.-* Está alrededor del núcleo y el revestimiento y está constituida de material plástico o similar, que se encarga de aislar el contenido de aplastamientos, abrasiones, humedad, etc. Tiene un diámetro típico de 125µm.

*Ventajas de la fibra óptica frente al cable coaxial y al par trenzado:*

- Mayor ancho de banda.
- Menor tamaño y peso. Siendo apta para las conducciones estrechas previstas en las edificaciones para el cableado.
- Atenuación menor.
- Aislamiento electromagnético. Los sistemas de fibra óptica no se ven afectados por los efectos de campos electromagnéticos exteriores.

Estos sistemas no son vulnerables a interferencias, ruido impulsivo o diafonía.

- Mayor separación entre repetidores: *requiere* menos repetidores por lo que el costo es menor, además de haber menos fuentes de error.
- Presenta una *seguridad alta*.
- Apropriados para una *alta gama de temperaturas*.
- Mayor resistencia a ambientes y líquidos corrosivos que los cables eléctricos.

#### *Tipos de fibra óptica:*

**Fibra Multimodo.-** Múltiples rayos son transmitidos al interior de la fibra. Cada rayo tiene diferente modo de propagación; los rayos de luz inciden con una gama de ángulos diferentes posibles en el núcleo. Para las fibras multimodo se encuentran los diámetros 62.5/125  $\mu\text{m}$  (62.5  $\mu\text{m}$  para el núcleo y 125  $\mu\text{m}$  para la cubierta) y 50/125  $\mu\text{m}$ , siendo el más utilizado el de 62.5/125  $\mu\text{m}$ . Para el revestimiento 250/900  $\mu\text{m}$ .

**Fibras Multimodo de índice escalonado.-** El cambio en la dirección de los rayos de luz es muy abrupto. Sus aplicaciones se limitan a la transmisión de datos a baja velocidad o cables industriales de control.

**Fibras multimodo de Índice gradual.-** Los rayos ópticos experimentan un cambio gradual parabólico. La velocidad es mayor que en las fibras multimodo de índice en escala.

**Fibra Monomodo.-** La fibra actúa como una guía de onda y un solo rayo de luz se propaga. Son más caras que las multimodo pero pueden utilizarse en mayores distancias (varios Gbps en 30km). Este tipo de fibra óptica se muestra en la figura 1.13 y en la figura 1.14.

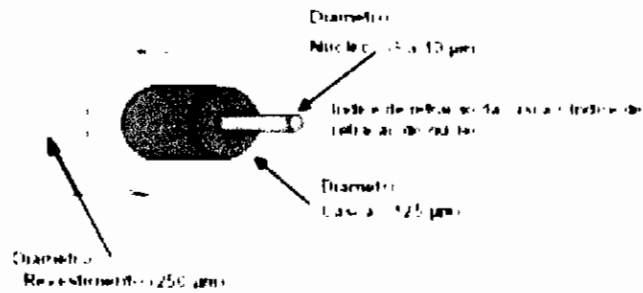


Figura 1.13 Fibra Monomodo<sup>19</sup>

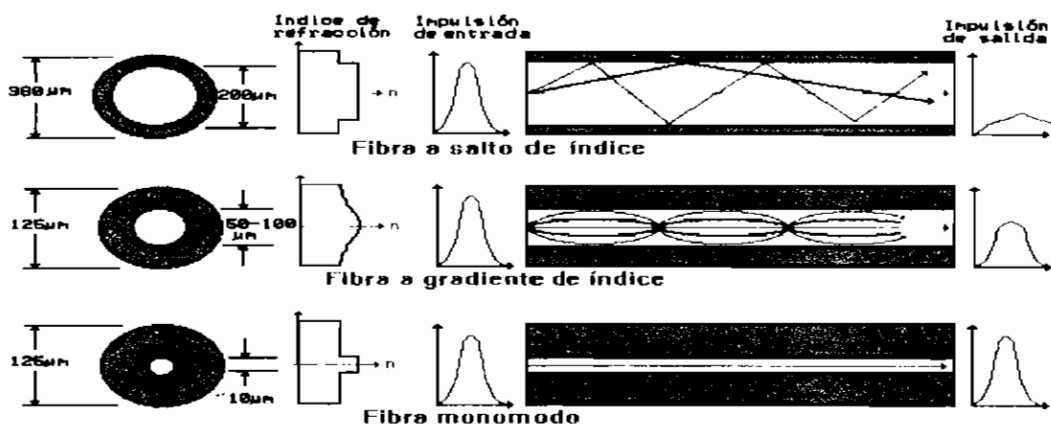


Figura 1.14 Modos de Propagación de los rayos de luz en las fibras ópticas<sup>20</sup>

### Regiones de Propagación:

En las fibras ópticas, la luz se propaga mejor en tres regiones o "ventanas" de longitudes de onda: 850, 1300 y 1500 nanómetros (nm).

### Comparación con el par trenzado y el cable coaxial:

Como se puede ver en la figura 1.15, la fibra óptica presenta menor atenuación que el cobre a mayores frecuencias de trabajo, pudiendo por lo tanto manejar mayores anchos de banda, utilizar menos repetidores y tener una menor interferencia electromagnética.

<sup>19</sup> [http://html.rincondelvago.com/medios-de-transmision\\_2.html](http://html.rincondelvago.com/medios-de-transmision_2.html)

<sup>20</sup> <http://www.monografias.com/trabajos12/trdecom/trdecom.shtml>

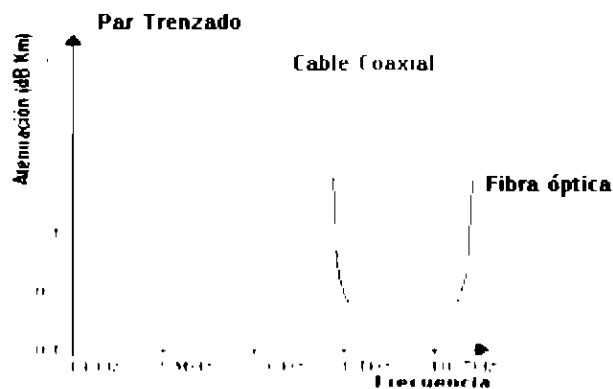


Figura 1.15 Gráfico comparativo del desempeño de fibra óptica frente al par trenzado y cable coaxial<sup>21</sup>

### 1.1.8.2 Medios de Transmisión no guiados

Tanto la transmisión como la recepción se llevan a cabo mediante antenas. En la transmisión, la antena rodea energía electromagnética en el medio (normalmente el aire), y en la recepción la antena capta las ondas electromagnéticas del medio que la rodea.

#### 1.1.8.2.1 Microondas

Se tienen principalmente dos tipos:

1. Microondas Terrestres; y,
2. Microondas por Satélite.

##### 1.1.8.2.1.1 Microondas terrestres

Suelen utilizarse antenas parabólicas. El diámetro típico es de unos 3mts. Estas antenas se fijan rígidamente, y transmiten un haz estrecho que debe estar perfectamente enfocado hacia la antena receptora. Las antenas de microondas se sitúan a una altura apreciable sobre el nivel del suelo, para con ello conseguir mayores separaciones posibles entre ellas y para ser capaces de

<sup>21</sup> <http://www.it.uc3m.es/~jmoreno/telematica/servidor/apuntes/tema3/tema03.htm>



salvar posibles obstáculos. Para conexiones a larga distancia, se utilizan conexiones intermedias punto a punto entre antenas parabólicas.

La principal causa de pérdidas es la atenuación y las interferencias.

#### 1.1.8.2.1.2 Microondas por satélite

Un satélite de comunicaciones es esencialmente una estación que retransmite microondas. Se usa como enlace entre dos o más receptores/transmisores terrestres, denominados *estaciones base*. El satélite recibe la señal en una banda de frecuencia (canal ascendente), la amplifica o repite, y posteriormente la retransmite en otra banda de frecuencia (canal descendente), para que no haya interferencias entre las señales que ascienden y las que descienden.

En la tabla 1.4 se especifican los rangos de frecuencias de los enlaces ascendente y descendente para las respectivas bandas.

<b>Banda</b>	<b>Enlace Ascendente [GHz]</b>	<b>Enlace Descendente [GHz]</b>
C: 6/4GHz	5.925 – 6.425 (500MHz)	3.700 – 4.200 (500MHz)
X: 8/7GHz	7.925 – 8.425 (500MHz)	7.250 – 7.750 (500MHz)
Ku: 14/11GHz	14.000 – 14.500 (500MHz)	10.950 – 11.200 11.450 – 11.700 (500MHz)
14/12GHz	14.000 – 14.500 (500MHz)	11.700 – 12.200 (500MHz)
Ka: 30/20	27.500 – 31.000 (3500MHz)	17.700 – 21.200 (3500MHz)

Tabla 1.4 Frecuencias de los enlaces en las Microondas<sup>22</sup>

<sup>22</sup> <http://www.it.uc3m.es/~jmoreno/telematica/servidor/apuntes/tema3/tema03.htm>

Un problema importante que surge en la transmisión de microondas vía satélite es el retardo debido a las largas distancias que recorren las ondas (aproximadamente 0.25 segundos) lo que dificulta el control de errores y flujo. Los estándares actuales exigen una separación mínima entre satélites de 4° (desplazamiento angular medido desde la superficie terrestre) en la banda 6/4GHz, y una separación de al menos 3° en la banda 14/12GHz.

#### **1.1.8.2.2 Ondas de Radio<sup>23</sup>**

Las ondas de radio son fáciles de generar, pueden viajar largas distancias y penetrar edificios sin problemas. Se usan tanto en interiores como en exteriores. Se caracterizan por ser omnidireccionales, por lo que no es necesario que el transmisor y receptor estén alineados físicamente. A bajas frecuencias, estas ondas cruzan bien casi cualquier obstáculo; mientras que a frecuencias altas, tienden a viajar en línea recta, a rebotar en los obstáculos y, son absorbidas por la lluvia.

#### **1.1.8.2.3 Infrarrojos**

Las ondas infrarrojas se usan mucho para la comunicación de corto alcance, utilizan comunicación infrarroja los controles remotos de los equipos, grabadoras de vídeo y estéreos, para conectar computadoras portátiles e impresoras. Estas ondas tienen el inconveniente de no atravesar los objetos sólidos; no existen problemas de seguridad ni de interferencias. Un sistema infrarrojo no interferirá un sistema similar en un lado adyacente, tampoco es necesario permiso para su utilización.

#### **1.1.8.2.4 Ondas De Luz**

Una aplicación de este tipo de transmisión es conectar las LAN de dos edificios por medio de láseres montados en la parte más alta de los edificios. Esta señalización óptica es unidireccional por lo que cada edificio necesita su propio láser y su propio foto detector, este esquema ofrece un ancho de banda muy

---

<sup>23</sup> Folleto de Comunicación Digital; Ing. Pablo Hidalgo; Abril 2004

alto y un costo muy bajo, fácil de instalar y no requiere de licencia de la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones).

Una desventaja es que los rayos láser no pueden penetrar la lluvia ni la niebla densa, pero funcionan bien en días soleados.

### 1.1.9 EL MODELO OSI

Creado por la ISO (Organización Internacional de Estandarización), es un modelo para Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI), conexión de sistemas heterogéneos. OSI permite la comunicación entre sistemas distintos sin que sea necesario cambiar la lógica del *hardware* o el *software* subyacente.

#### 1.1.9.1 Arquitectura por niveles

El modelo OSI está compuesto por siete niveles ordenados: Físico (nivel 1), Enlace de datos (nivel 2), De Red (nivel 3), De Transporte (nivel 4), Sesión (nivel 5), Presentación (nivel 6) y Aplicación (nivel 7).

En la figura 1.16 y 1.17 se muestran el modelo OSI y los niveles, respectivamente.

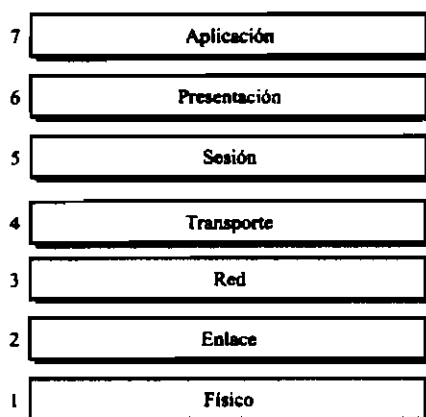


Figura 1.16 Modelo OSI<sup>24</sup>

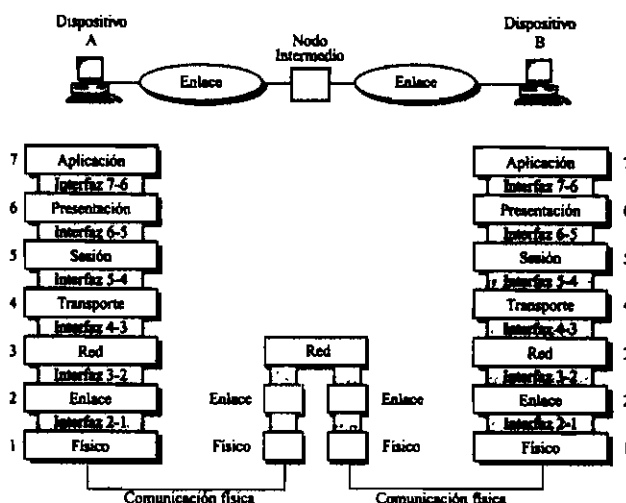


Figura 1.17 Niveles OSI

<sup>24</sup>Transmisión de datos y redes de comunicaciones; Forouzan, Behrouz A.; Segunda Edición; McGrawHill; 2002; página 42. figura 1.17 igual bibliografía que figura 1.16

#### **1.1.9.1.1 Nivel Físico<sup>25</sup>**

- ✓ Se ocupa de la transmisión de bits a lo largo de un canal de comunicación.
- ✓ Provee características mecánicas, eléctricas y funcionales.
- ✓ Su unidad de información es el bit.

#### **1.1.9.1.2 Nivel de Enlace de Datos**

- ✓ Transforma un medio de transmisión común en una línea sin errores de transmisión para la capa red. Establece una conexión lógica entre dos nodos adyacentes de la red.
- ✓ Se encarga del control de flujo mediante un mecanismo de regulación de tráfico.
- ✓ Recibe paquetes de la capa red y los trasmite dentro de una trama.
- ✓ Resuelve problemas de daño, pérdida o duplicidad de tramas, así como de direccionamiento y secuenciamiento de tramas.

#### **1.1.9.1.3 Nivel de Red**

- ✓ Se ocupa del control de la operación de la subred.
- ✓ Garantiza que los paquetes de información lleguen del nodo origen al nodo destino, a través de la subred.
- ✓ Realiza el enrutamiento, conmutación, control de flujo y recuperación de fallas de la capa enlace.
- ✓ Resuelve problemas de interconexión de redes heterogéneas.
- ✓ Su unidad de información es el paquete.

#### **1.1.9.1.4 Nivel de Transporte**

- ✓ Conocido como la capa HOST-HOST.
- ✓ Acepta los datos de la capa sesión, los divide si es necesario y los pasa

---

<sup>25</sup> Folleto de Telemática; Ing. Pablo Hidalgo

- a la capa de red, asegurándose que lleguen correctamente a su destino.
- ✓ Aisla de la capa sesión los cambios inevitables a los que está sujeta la tecnología del hardware.
- ✓ Se ocupa del establecimiento y liberación de conexiones a través de la subred.
- ✓ Realiza un control de flujo de información entre host.

#### 1.1.9.1.5 Nivel de Sesión

Es el *controlador de diálogo* de la red. Establece, mantiene y sincroniza la interacción entre sistemas de comunicación.

- ✓ *Control de diálogo.*- El nivel de sesión permite que dos sistemas establezcan un diálogo.
- ✓ *Sincronización.*- Permite que un proceso pueda añadir puntos de prueba (*checkpoints*) en un flujo de datos.

#### 1.1.9.1.6 Nivel de Presentación

Está relacionado con la sintaxis y la semántica de la información intercambiada entre dos sistemas. Cumple con las siguientes funciones:

- ✓ *Traducción.*- El nivel de presentación en el emisor cambia la información del formato dependiente del emisor a un formato común y en la máquina receptora cambia el formato común en el formato específico del receptor.
- ✓ *Cifrado.*- Asegura la privacidad. El cifrado implica que el emisor transforma la información original a otro formato y envía el mensaje resultante por la red. El descifrado ejecuta el proceso inverso del proceso original para convertir el mensaje a su formato original.
- ✓ *Compresión.*- Reduce el número de bits a transmitir.

### **1.1.9.1.7 Nivel de Aplicación**

- ✓ Contiene una variedad de protocolos que se necesitan frecuentemente. Un protocolo de aplicación de amplio uso es HTTP (Protocolo de Transferencia de Hipertexto), que es la base de WWW (World Wide Web).
- ✓ Proporciona el interfaz final entre el usuario y la red.
- ✓ Provee al usuario cualquier proceso de aplicación que el usuario pueda utilizar. Define por ejemplo el software para terminales virtuales, la transferencia de archivos, el correo electrónico, procesadores de palabras, hojas de cálculo, etc.
- ✓ Tiene en cuenta ya no la sintaxis, sino el significado final de los datos.

### **1.1.9.2 Procesos Paritarios**

Cada nivel llama a los servicios del nivel que está justo por debajo. Los niveles superiores hacen uso de los servicios los niveles inferiores a ellos. Entre computadoras, el nivel  $x$  de una computadora se comunica con el nivel  $x$  de la otra.

En el nivel físico, la comunicación es directa: la computadora A envía un flujo de bits a la computadora B. Sin embargo, en los niveles más altos la comunicación debe ir hacia abajo por los distintos niveles de la computadora A, hasta la computadora B y luego subir otra vez a través de los niveles de la computadora B. En cada nivel (exceptuando los niveles 7 y 1), se añade una cabecera a la unidad de datos.

### **1.1.9.3 Interfaces entre niveles**

Existe una interfaz entre cada par de niveles adyacentes. Cada interfaz define qué información y servicios debe proporcionar un nivel al nivel superior.

## **1.2 FUNDAMENTOS DE REDES INALÁMBRICAS**

### **1.2.1 INTRODUCCIÓN**

Las redes inalámbricas o **Wireless Networks (WN)**, se están introduciendo en el mercado de consumo gracias a unos precios populares y a un conjunto de entusiastas, mayoritariamente particulares, que han visto las enormes posibilidades de esta tecnología.

Las aplicaciones de las redes inalámbricas son infinitas, en un futuro cercano se reunificarán todos aquellos dispositivos con los que hoy se cuenta para dar paso a unos nuevos que perfectamente podrían llamarse **Terminales Internet** en los cuales estarían reunidas las funciones de teléfono móvil, agenda, terminal de vídeo, reproductor multimedia, ordenador portátil, etc.

Las **Redes Inalámbricas** facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un solo lugar, como en almacenes o en oficinas que se encuentren en varios pisos.

### **1.2.2 APLICACIONES DE LAS REDES INALÁMBRICAS**

Para negocios:

- Transferencia de datos punto a punto inalámbrica
- Redes punto a punto
- Interfaces punto a punto inalámbrica a una red cableada
- Conectividad edificio a edificio (oficina central a sucursales)
- Acceso inalámbrico a correo electrónico

Para transporte:

- Despacho por computadora
- Reporte de tráfico en tiempo real
- Seguridad en aeropuertos y monitoreo

Acceso rápido a Internet:

- Diferentes anchos de banda desde 32K hasta 2Mbps

### **1.2.3 UTILIDADES DE LAS REDES INALÁMBRICAS**

Entre las principales utilidades de una red inalámbrica tenemos:

- a) Oficinas temporales: en caso de mudanza, se puede llevar la red inalámbrica e instalarla fácilmente en nuevas oficinas.
- b) Situaciones en que los cables no son prácticos ni posibles, los cables pueden ser viejos o las paredes sólidas, podría haber asbestos en las paredes o el techo, el lugar disponible para la instalación es frecuentado por numerosas personas, donde el cableado podría causar desorden y congestión.
- c) Soporte de usuarios móviles en localidades externas: una empresa al contar con empleados en oficinas sucursales o usuarios móviles, necesita de una red inalámbrica como una estrategia excelente para ofrecerles conectividad a la red cuando visiten las instalaciones.
- d) Expansión de una red de cables: con una red inalámbrica se puede extender cualquier red existente, evitando los costos y la complejidad de los cables.
- e) Redes temporales: para crear redes temporales de computación, como por ejemplo en obras de trabajo, centros de conferencia o cuartos de hotel.
- f) Oficinas en el hogar.

### **1.2.4 COMPONENTES DE UNA RED INALÁMBRICA**

Las redes inalámbricas están formadas por dos componentes: puntos de acceso y PC cards (tarjetas inalámbricas); donde los componentes se comunican entre sí, a través de transmisiones de frecuencia de radio.

*Puntos de acceso.*- Actúan como hubs, enviando y recibiendo señales de radio desde o hacia computadoras personales equipadas con PC cards inalámbricas para clientes.



*PC Cards.*- Se las utiliza en cada computador (portátil o de escritorio) para que éste pueda comunicarse con el punto de acceso.

### **1.2.5 CARACTERÍSTICAS DE UNA RED INALÁMBRICA**

A continuación se exponen las características más relevantes de una red inalámbrica:

- a) Estar basada en estándares y contar con certificación Wi-Fi: Wi-Fi es un robusto estándar de redes, comprobado a nivel de la industria de transmisión de datos, que asegura que los productos inalámbricos operarán con otros productos certificados de Wi-Fi de otros fabricantes de redes.
- b) Instalación simple: la solución inalámbrica debe ser del tipo plug and play; tomando solamente unos minutos para su instalación. Una vez conectada los usuarios empiezan a gozar de inmediato de los servicios en red.
- c) Robusta y confiable: se puede configurar un sistema superior que automáticamente detecte el ambiente, para seleccionar la mejor señal de frecuencia de radio disponible y obtener máximos niveles de comunicaciones entre el punto de acceso y las PC cards.
- d) Escalabilidad: una red inalámbrica debe permitir a los usuarios expandir su red con efectividad de costos, con simplemente instalar tarjetas inalámbricas en computadoras adicionales.
- e) Facilidad de uso: la red inalámbrica debe tener conexiones automáticas a la red.
- f) Servidor Web para una administración más fácil: esto permite acceder y definir parámetros de configuración, monitoreo del rendimiento y realización de diagnósticos desde un navegador Web.
- g) Seguridad: una red inalámbrica debe incluir niveles de seguridad, encriptación y autenticación de usuarios.

## **1.2.6 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES INALÁMBRICAS**

Se tienen principalmente tres tipos de redes inalámbricas:

1. Redes inalámbricas domésticas.
2. Redes inalámbricas de consumo.
3. Redes inalámbricas 802.11.

### **1.2.6.1 Redes inalámbricas domésticas**

Se tienen dos tipos de redes:

#### **1.2.6.1.1 Redes mediante infrarrojos**

Estas redes son muy limitadas dado su corto alcance, necesidad de "visión sin obstáculos" entre los dispositivos que se comunican y su baja velocidad (hasta 115kbps). Se encuentran principalmente en computadoras portátiles, PDAs (Agendas electrónicas personales), teléfonos móviles y algunas impresoras.

#### **1.2.6.1.2 Bluetooth (IEEE 802.15)**

Es una especificación publicada por Bluetooth Special Interest Group (SIG) con grandes promotores como: 3COM, Ericsson, IBM, Intel, Lucent, Microsoft, Motorola, Nokia. Es una especificación para la industria informática y de las telecomunicaciones que describe un método de conectividad móvil universal con el cual se pueden interconectar dispositivos como teléfonos móviles, Asistentes Personales Digitales (PDA), computadoras y muchos otros dispositivos, ya sea en el hogar, en la oficina o, incluso, en el automóvil, utilizando una conexión inalámbrica de corto alcance. Su principal desventaja es que hay diferencias e incompatibilidades entre los dispositivos de comunicación de los distintos fabricantes que ha imposibilitado su rápida adopción.

Técnicamente, la implementación de esta tecnología no tiene ninguna complicación, tampoco supone que los nuevos dispositivos equipados con esta tecnología deban sufrir profundas revisiones o modificaciones.

### *Características.-*

- Trabaja a la frecuencia de 2.4GHz.
- Velocidad de 1 Mbps originalmente y 2.1 Mbps en la última modificación del estándar.
- Baja potencia sobre cortas distancias usando FHSS.
- No es completamente compatible con IEEE 802.11 y por trabajar en la misma frecuencia, incluso puede generar interferencia.
- Su uso está orientado a conectar periféricos.

### **1.2.6.2 Redes inalámbricas de Consumo<sup>26</sup>**

#### **1.2.6.2.1 Redes CDMA y GSM**

Son los estándares que usa la telefonía móvil empleados alrededor de todo el mundo en sus diferentes variantes.

**Acceso Múltiple por División de Código (CDMA).**- Es una tecnología inalámbrica digital que utiliza técnicas de expansión de espectro para distribuir una señal a lo largo de una banda de frecuencias amplia.

*Frecuencias de operación:*

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| 1. Celular, CDMA | 824 a 894MHz.   |
| 2. PCS, CDMA     | 1850 a 1990MHz. |

Permite multiplicar por diez la capacidad de gestión de llamadas. Mejora la utilización del ancho de banda porque un mayor número de usuarios pueden compartir el mismo canal de frecuencias de radio de banda ancha.

CDMA es capaz de ofrecer el aumento en la capacidad basado en la asignación de un código de 10 bits unívoco para cada llamada que se denomina Identificador CDMA. Cada paquete de código CDMA tiene un identificador, de modo que la estación base es capaz de reconocer el contenido

---

<sup>26</sup> Seguridad para Comunicaciones Inalámbricas; Nichols, Randall K.; Mc-Graw Hill/Interamericana de España, S.A; páginas 25-29

del paquete (voz o datos). Permite también a todos los clientes utilizar por completo la asignación de frecuencias de la zona celular, que es de 1.25MHz.

**Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM).**- Sólo permite la transmisión digital; no fue diseñado pensando en que fuera compatible con los sistemas analógicos existentes, esta tecnología utiliza compartición de tiempo, que permite el acceso simultáneo de varios usuarios, hasta un máximo de 8 sobre una misma banda de 200KHz. Para operación dúplex se requieren dos bandas de 200KHz.

*Espectro de frecuencias de operación:*

- **GSM 400** 450.4 a 457.6MHz, emparejado con la banda de 460.4 a 467.6MHz.  
486MHz, emparejado con la banda de 488.8 a 496MHz.
- **GSM 900** 880 a 915MHz, emparejado con la banda de 925 a 960MHz.
- **GSM 1800** 1710 a 1785MHz, emparejado con la banda de 1805 a 1880MHz.
- **GSM 1900** 1850 a 1910MHz, emparejado con la banda de 1930 a 1990MHz.

La velocidad de bits de una portadora GSM es de 270Kbps, ofreciendo a cada usuario menos de un octavo de la capacidad total, debido a la existencia de bits de sincronización y de otras señales que no transportan información.

Para la banda de 900MHz, los canales digitales GSM transmiten con frecuencias de envío y recepción distintas, caracterizadas por un desplazamiento de 45MHz, y la transmisión no tiene lugar de manera simultánea. En la banda de 1900MHz, la diferencia entre los canales de transmisión y recepción es de 80MHz.

### 1.2.6.2.2 Estándar IEEE 802.16

Son redes inalámbricas metropolitanas (**MAN**) en la banda de entre los 2 y los 11GHz. 802.16 puede utilizar comunicación dúplex total; puesto que se usa en parte de la ciudad, las distancias involucradas pueden ser de varios kilómetros, lo que significa que la energía detectada en la estación base puede variar considerablemente de estación en estación, esta variación afecta la relación señal a ruido que, a su vez, fija múltiples esquemas de modulación. La seguridad y privacidad son esenciales y obligatorias.

Este estándar al estar diseñado para uso residencial y de negocios, se utiliza para uso extenso de telefonía y multimedia. También se diseñó para ser televisión por cable inalámbrica, pero estacionaria.

Soporta OFDM en el rango de frecuencias de 2 a 11GHz. El estándar 802.16b opera en la banda ISM de 5GHz.

#### *Modulación.-*

El estándar 802.16 emplea tres esquemas de modulación diferentes, dependiendo de la distancia entre la estación suscriptora y la estación base:

1. Para suscriptores cercanos se utiliza QAM-64 con 6 bits/baudio.
2. Para suscriptores a distancias medias se utiliza QAM-16 con 4 bits/baudio.
3. Para suscriptores distantes se utiliza QPSK-16 con 2 bits/baudio.

### 1.2.7 WLAN

Una *red inalámbrica de área local* (WLAN, *Wireless Local Area Network*) es un sistema flexible de comunicación de datos implementado como extensión, o como alternativa, a una red LAN cableada. Las redes WLAN transmiten y reciben datos por el aire mediante tecnología de radiofrecuencia, minimizando la necesidad de disponer de conexiones cableadas lo que, a su vez, combina la conectividad de datos con la movilidad del usuario. Las redes WLAN proporcionan toda la funcionalidad de las redes de área local, sin las

correspondientes restricciones físicas. Además de ofrecer movilidad al usuario final dentro de un entorno de conexión en red, las redes WLAN permiten una portabilidad de la red física, lo que permite mover a las redes de área local con los usuarios que las emplean.

La desventaja son las amenazas por parte de atacantes que utilicen dispositivos informáticos portátiles para interceptar los datos o para obtener acceso a la LAN.

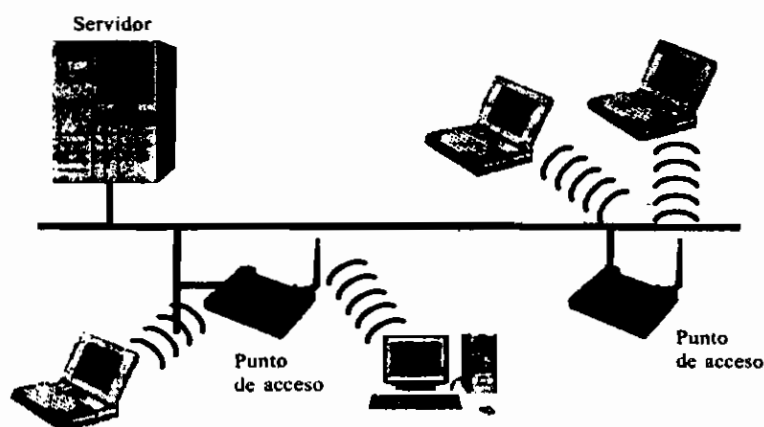


Figura 1.18 LAN inalámbrica por radio<sup>27</sup>

### 1.2.7.1 Aplicaciones para LAN inalámbricas

Siguiendo con el proceso de descripción de redes LAN inalámbricas, mencionaremos las siguientes aplicaciones:

- 1) *Ampliación de redes LAN.*- Una red LAN inalámbrica evita el costo de la instalación del cableado y facilita las tareas de traslado y otras modificaciones en la estructura de la red. El papel de una LAN inalámbrica como alternativa a las LAN cableadas es importante en un gran número de entornos. Algunos ejemplos son edificios que poseen una gran superficie, como plantas de fabricación, plantas comerciales y almacenes, edificios históricos con insuficiente cable de par trenzado y

<sup>27</sup> Comunicaciones Inalámbricas de Banda ancha; Regis J., Bates; McGrawHill/Interamericana de España, S.A; 2003; página 192

en los que está prohibido hacer más agujeros para introducir nuevo cableado, y pequeñas oficinas donde la instalación y el mantenimiento de una LAN cableada no resultan rentables. Una LAN inalámbrica está conectada en muchas ocasiones con una LAN cableada en el mismo recinto, denominándose este campo de aplicación ampliación o extensión de redes LAN.

- 2) *Interconexión de edificios.*- Conexión de redes LAN situadas en edificios vecinos, sean LAN cableadas o inalámbricas. En este caso se usa un enlace punto a punto inalámbrico entre los dos edificios.
- 3) *Acceso nómada.*- El acceso nómada proporciona un enlace inalámbrico entre un concentrador de una LAN y un terminal de datos móvil equipado con una antena, como un computador portátil. Resulta útil en un entorno amplio, como un campus o un centro financiero situado lejos de un grupo de edificios.
- 4) *Trabajo en red ad hoc.*- Una red *ad hoc* es una red entre iguales (sin servidor central) establecida temporalmente para satisfacer alguna necesidad inmediata. En una red *ad hoc* no existe infraestructura.

#### 1.2.7.2 Tecnologías de WLAN

Las redes WLAN se clasifican, generalmente, de acuerdo con la técnica de transmisión usada.

- a) *LAN de infrarrojo (IR, Infrared).*- Una celda individual está limitada a una sola habitación, dado que la luz no es capaz de atravesar muros opacos.
- b) *LAN de espectro expandido.*- Hace uso de tecnologías de transmisión de espectro expandido. En la mayoría de los casos, estas LAN funcionan en las bandas ISM (industria, ciencia y medicina), de tal manera que no se necesita licencia FCC

(Federal Communications Commission) para su utilización.

- c) *Microondas de banda estrecha.*- Operan en el rango de las microondas, pero no hacen uso de espectro expandido. Algunos de estos productos funcionan a frecuencias para las que es necesaria una licencia FCC, mientras que otros lo hacen en alguna de las bandas ISM.

### **1.2.7.3 Ventajas de WLAN**

- **Movilidad:** se mejora la productividad y el servicio. Los sistemas de una WLAN proporcionan a los usuarios el acceso a la información en tiempo real en cualquier lugar de su organización.
- **Rapidez y facilidad de instalación:** la instalación de una WLAN es rápida y fácil, además elimina la necesidad de tender cables por paredes y techos.
- **Más económico utilizar una WLAN.**

### **1.2.7.4 Topologías de redes LAN inalámbricas**

Para las redes WLAN se tienen dos topologías básicas:

#### **1.2.7.4.1 Topología de infraestructura**

Es aquella que extiende una red LAN con cable existente para incorporar dispositivos inalámbricos mediante una estación base, denominada punto de acceso. El punto de acceso une la red LAN inalámbrica y la red LAN con cable y sirve de controlador central de la WLAN.

En la figura 1.19 se indica la red de la modalidad de Infraestructura.



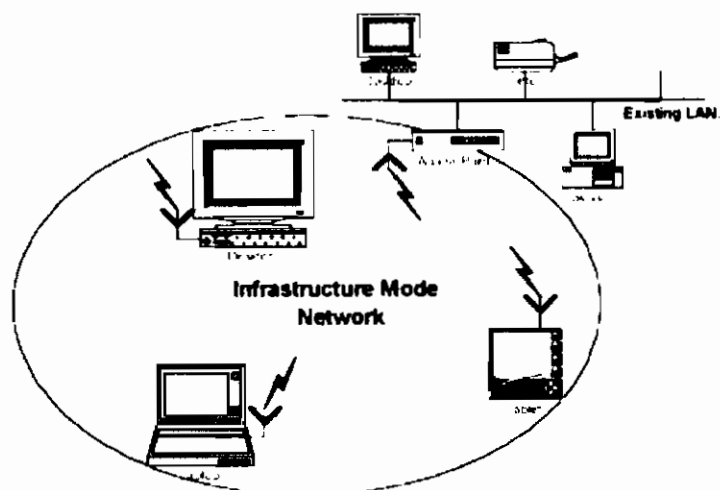


Figura 1.19 Red de la modalidad de infraestructura<sup>28</sup>

El punto de acceso coordina la transmisión y recepción de múltiples dispositivos inalámbricos dentro de una extensión específica; la extensión y el número de dispositivos dependen del estándar de conexión inalámbrica que se utilice y del producto.

En la modalidad de infraestructura, puede haber varios puntos de acceso para dar cobertura a una zona grande o un único punto de acceso para una zona pequeña, ya sea un hogar o un edificio pequeño.

#### *Funcionamiento de la modalidad de infraestructura.-*

La estación primero debe identificar los puntos de acceso y las redes disponibles. Elige una red entre las que están disponibles e inicia un proceso de autenticación con el punto de acceso. Una vez que el punto de acceso y la estación se han verificado mutuamente, comienza el proceso de asociación. La asociación permite que el punto de acceso y la estación intercambien información y datos de capacidad. La estación sólo puede transmitir o recibir tramas en la red después de que haya finalizado la asociación.

El acceso a la red se administra mediante un protocolo que detecta las portadoras y evita las colisiones. El emisor o el receptor es siempre el punto de acceso.

<sup>28</sup> <http://www.microsoft.com/latam/windowsxp/pro/biblioteca/planning/wirelesslan/intro.asp>

El proceso de movilidad de un punto de acceso a otro se da mediante la señalización y el sondeo que se utilizan para buscar puntos de acceso y un proceso de reasociación que permite a la estación asociarse a un punto de acceso diferente. La sincronización entre las estaciones de la red se controla mediante las tramas de señalización periódicas enviadas por el punto de acceso.

#### 1.2.7.4.2 Topología ad hoc

Los propios dispositivos inalámbricos crean la red LAN y no existe ningún controlador central ni puntos de acceso. Cada dispositivo se comunica directamente con los demás dispositivos de la red, en lugar de pasar por un controlador central.

##### *Funcionamiento de la modalidad ad hoc.-*

El modo ad hoc no tiene punto de acceso. En esta red sólo hay dispositivos inalámbricos presentes. Muchas de las operaciones que controlaba el punto de acceso, como la señalización y la sincronización, son controladas por una estación. La red ad hoc no disfruta todavía de algunos avances como retransmitir tramas entre dos estaciones que no se oyen mutuamente.

En la figura 1.20 se indica la red ad hoc.

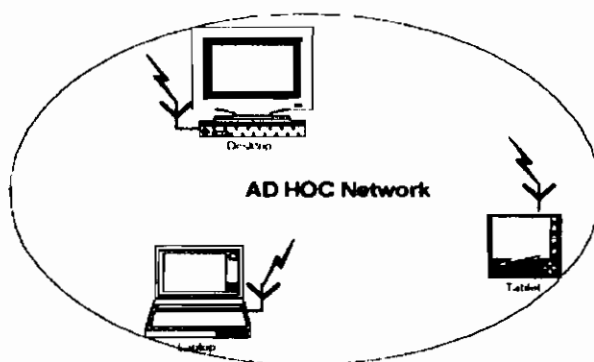


Figura 1.20 Red ad hoc<sup>29</sup>

<sup>29</sup> <http://www.microsoft.com/latam/windowsxp/pro/biblioteca/planning/wirelesslan/intro.asp>

### **1.2.7.5 Especificación 802.11**

En 1990 se formó el comité IEEE 802.11 con el propósito de desarrollar un protocolo MAC y una especificación del medio físico para redes LAN inalámbricas.

#### **1.2.7.5.1 Terminología utilizada en IEEE 802.11**

Los términos claves utilizados en el estándar IEEE 802.11 son:

*Punto de Acceso (AP).*- Cualquier entidad que tenga la funcionalidad de una estación y proporcione acceso al sistema de distribución a través del medio inalámbrico a las estaciones asociadas.

*Conjunto Básico de Servicios (BSS).*- Conjunto de estaciones controladas por una sola función de coordinación.

*Función de Coordinación.*- Función lógica que determina cuándo una estación funcionando dentro de un BSS tiene permiso para transmitir y puede recibir PDU.

*Sistema de Distribución (DS).*- Sistema utilizado para interconectar un conjunto de BSS y LAN integradas para crear un ESS.

*Conjunto extendido de Servicios (ESS).*- Conjunto de uno o más BSS interconectados y LAN integradas que aparece como un único BSS en la capa LLC de cualquier estación asociada como uno de tales BSS.

*Unidad de datos del Protocolo MAC (MPDU).*- Unidad de datos intercambiada entre entidades MAC paritarias usando los servicios de la capa física.

*Unidad de datos del Servicio MAC (MSDU).*- Es un bloque de datos que el usuario MAC le pasa a la capa MAC, generalmente en la forma de una PDU LLC.

*Estación.*- Cualquier dispositivo que contenga capas físicas y MAC compatibles con IEEE 802.11.

### 1.2.7.5.2 Arquitectura de IEEE 802.11

El componente elemental de una red LAN inalámbrica es un BSS, consistente en un número de estaciones ejecutando el mismo protocolo MAC y compitiendo por el acceso al mismo medio inalámbrico compartido. Un BSS puede funcionar aisladamente o bien estar conectado a un DS a través de un punto de acceso (AP, *Access Point*) que efectúa las funciones de puente. El protocolo MAC puede ser completamente distribuido o bien estar controlado por una función central de coordinación ubicada en el punto de acceso. Generalmente, el BSS se corresponde como "celda". Por otro lado, el DS puede ser un conmutador, una red cableada tradicional u otra red inalámbrica.

En la configuración más simple posible cada estación pertenece a un BSS aislado, es decir, cada estación se encuentra dentro del rango de otras estaciones que pertenecen al mismo BSS. Puede existir un solapamiento geográfico entre dos BSS, de manera que una estación podría formar parte de más de un BSS. Además, la asociación entre una estación y un BSS es dinámica, puesto que una estación puede apagarse, salirse de la distancia máxima permitida o incorporarse de nuevo.

El AP se implementa como parte de una estación. Constituye la lógica dentro de la estación que proporciona el acceso al DS a través de los servicios de distribución, además de servir como estación. La integración de una arquitectura 802.11 con una red LAN cableada tradicional se realiza a través de un portal. La lógica del portal se implementa en un elemento, como un puente o un dispositivo de encaminamiento, que forme parte de la LAN cableada y que se encuentre conectado al DS.

En la figura 1.21 se muestra la arquitectura de IEEE 802.11.

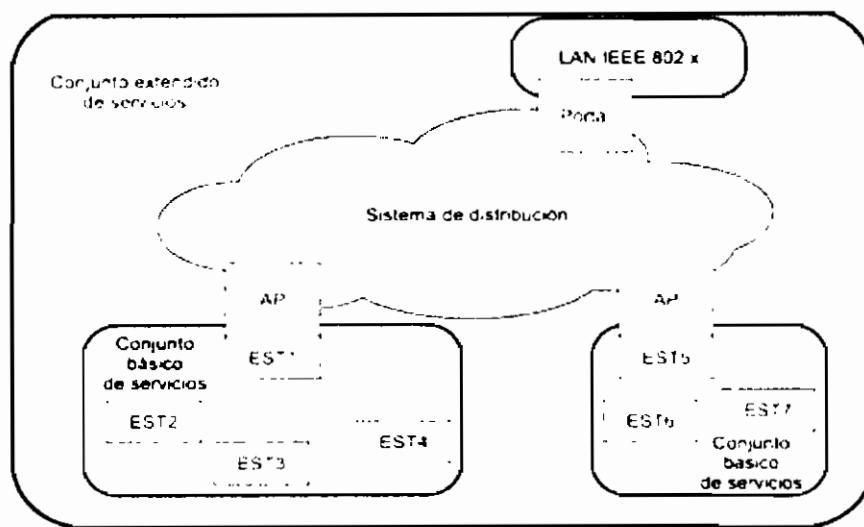


Figura 1.21 Arquitectura IEEE 802.11<sup>30</sup>

### 1.2.7.5.3 Servicios de IEEE 802.11

IEEE 802.11 define servicios que deben ser proporcionados por una red inalámbrica para ofrecer una funcionalidad equivalente a la inherente a una LAN cableada tradicional. IEEE 802.11 define el servicio de distribución pero no el sistema de distribución.

*Servicio de Distribución.*- Es el servicio primario utilizado por las estaciones para intercambiar tramas MAC cuando la trama debe atravesar el DS para pasar de una estación en un BSS a otra estación en un BSS diferente.

- Para incorporarse a un BSS una estación dada, debe elegir un AP y establecer una Asociación con él. Luego la estación podrá transmitir y recibir datos a través del AP.
- Un servicio de Reasociación permite a una estación con asociación establecida mover ésta de un AP a otro.
- El servicio de Desasociación permite finalizar una asociación.
- El servicio de Autenticación sirve a una estación para establecer la identidad de otras estaciones.
- El servicio de privacidad protege el acceso al contenido de los mensajes

<sup>30</sup>Comunicaciones y Redes de Computadores; Stallings, William; Séptima Edición; Pearson Educacion, S.A.; Madrid; 2004; página 568

por parte de una entidad distinta de la de destino.

#### **1.2.7.5.4 Control de Acceso al medio en IEEE 802.11**

La capa MAC de IEEE 802.11 cubre tres aspectos funcionales: la entrega fiable de datos, el control de acceso y la seguridad.

##### **1.2.7.5.4.1 Entrega Fiable de Datos**

El ruido, las interferencias y otros efectos de propagación repercuten en la pérdida de un número significativo de tramas. Incluso disponiendo de códigos correctores de errores, es posible que muchas tramas MAC no sean recibidas apropiadamente.

Se puede hacer frente a esta situación con mecanismos que proporcionen fiabilidad en capas más altas, como TCP. Sin embargo, los contadores de tiempo utilizados para la retransmisión en capas superiores son, por lo general, del orden de segundos. Para resolver este problema el estándar IEEE 802.11 incluye protocolos de intercambio de tramas.

##### *Protocolo de intercambio de dos tramas.-*

Cuando una estación recibe una trama de datos de otra estación, devuelve una trama de confirmación (ACK) a la estación de origen. Si la fuente no recibe la confirmación en un intervalo corto de tiempo, bien porque la trama de datos resultó dañada, o bien porque se perdió la trama ACK de retorno, la fuente retransmite la trama.

##### *Protocolo de intercambio de cuatro tramas.-*

La fuente emite inicialmente una trama de solicitud para enviar (RTS, *Request to Send*) hacia el destino. La estación de destino responde con una trama de permiso para enviar (CTS, *Clear to Send*). Tras recibir la trama CTS, la fuente emite la trama de datos y el destino responde con una confirmación (ACK).

### 1.2.7.5.4.2 Control de Acceso<sup>31</sup>

Se consideran dos tipos de propuestas para algoritmos MAC, que se indican en la figura 1.22.

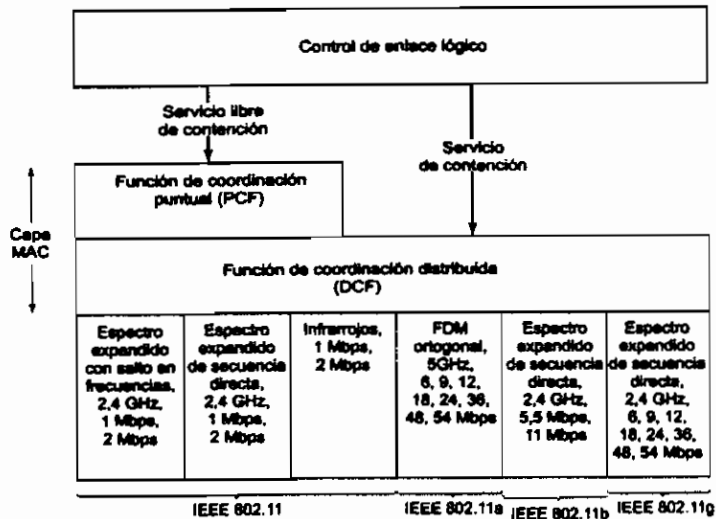


Figura 1.22 Arquitectura de protocolos IEEE 802.11<sup>32</sup>

1. *Protocolos de acceso distribuido.*- En estos, como en el caso de Ethernet, la decisión para transmitir se distribuye sobre todos los nodos usando un mecanismo de detección de portadora. Son utilizados en el caso de una red *ad hoc* de estaciones paritarias, y en otras configuraciones de LAN inalámbricas que trabajen principalmente con tráfico a ráfagas.
2. *Protocolos de acceso centralizado.*- Implican una regulación de la transmisión por una autoridad central de toma de decisiones. Son usados para configuraciones en las que una serie de estaciones inalámbricas se encuentran interconectadas entre sí y con algún tipo de estación base que actúa como pasarela hacia una LAN troncal cableada. También es útil cuando parte de los datos tiene algún requisito de tiempo real o alta prioridad.

<sup>31</sup> Comunicaciones y Redes de Computadores; Stallings, William; Séptima Edición; Pearson Educacion, S.A.; Madrid; 2004; página 571-579

<sup>32</sup> Comunicaciones y Redes de Computadores; Stallings, William; Séptima Edición; Pearson Educacion, S.A.; Madrid; 2004; página 574

#### 1.2.7.5.4.2.1 DCF (Distributed Coordination Function)

La función de coordinación distribuida (DCF) hace uso del algoritmo CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*, acceso múltiple con detección de portadora). Una estación escucha el medio cuando dispone de una trama para transmitir. Si el medio está libre, la estación puede transmitir; en otro caso, la estación debe esperar antes de transmitir hasta que se complete la transmisión en curso. DCF no incluye una función de detección de colisiones (CSMA/CD) porque ésta no resulta práctica en una red inalámbrica.

#### **Retardos.-**

Se utilizan para asegurar un funcionamiento adecuado y equitativo de este algoritmo:

*Espacio entre tramas (IFS, Interframe Space).*- Las reglas de acceso CSMA son las siguientes:

1. Una estación que disponga de una trama lista para ser transmitida sondea el medio. Si éste se encuentra libre, la estación espera a ver si el medio permanece libre durante una cantidad de tiempo igual al IFS. Si es así, la estación puede transmitir inmediatamente.
2. Si el medio está ocupado la estación pospone la transmisión y continúa monitorizando el medio hasta que la transmisión en curso finalice.
3. Una vez que la transmisión actual haya terminado, la estación espera otro IFS. Si el medio permanece libre durante ese período, la estación espera durante una cantidad aleatoria de tiempo y vuelve a sondear el medio de nuevo. Si el medio continúa libre, la estación puede transmitir. Si, por el contrario, el medio queda ocupado durante el período de espera, el contador de espera se para, comenzando de nuevo cuando el medio quede libre.



### Valores para IFS.-

1. *SIFS (IFS corto, short IFS)*.- Es el más pequeño y se utiliza para todas las acciones de respuesta inmediata.
2. *PIFS (IFS de la función de coordinación puntual, Point Coordination Function IFS)*.- Se trata de un IFS de tamaño medio, utilizado por el controlador central para la emisión de sondeos.
3. *DIFS (IFS de la función de Coordinación Distribuida, Distributed Coordination Function IFS)*.- Constituye el IFS más grande y se usa como un retardo mínimo para las tramas que compiten por el acceso al medio.

En la figura 1.23 se indica el método básico de acceso.

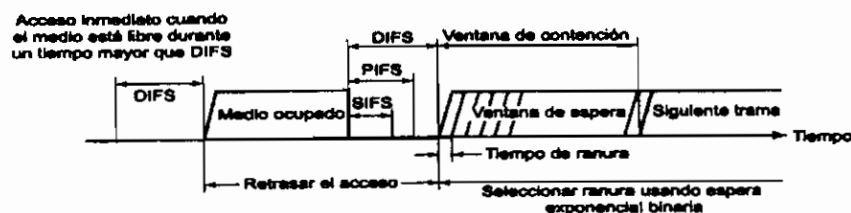


Figura 1.23 Método básico de acceso<sup>33</sup>

### Circunstancias para uso de SIFS.-

1. *Confirmación (ACK)*.- Cuando una estación recibe una trama dirigida exclusivamente a ella (es decir, sin difusión ni multidifusión), ésta responde con una trama ACK tras esperar únicamente un espacio de tiempo igual a un SIFS.
2. *Permiso para enviar (CTS)*.- Una estación puede asegurar que su trama de datos se enviará satisfactoriamente si primero emite una pequeña trama de solicitud para enviar (RTS).
3. *Respuesta a sondeo (poll response)*.

<sup>33</sup>Comunicaciones y Redes de Computadores; Stallings, William; Séptima Edición; Pearson Educacion, S.A.; Madrid; 2004; página 576

### 1.2.7.5.4.2 PCF (Point Coordination Function)

La Función de coordinación puntual (PCF) es un algoritmo MAC centralizado usado para ofrecer un servicio libre de contención. La PCF se ubica justo por encima de la DCF y utiliza las características de ésta para asegurar el acceso a sus usuarios. Consiste en el sondeo realizado por un elemento central de sondeos (coordinador puntual). El coordinador puntual hace uso de un PIFS cuando emite un sondeo.

### 1.2.7.5.5 Trama MAC

En la figura 1.24 se indica el formato de trama MAC en IEEE 802.11.

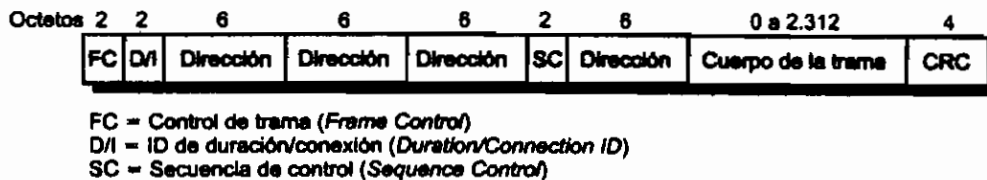


Figura 1.24 Formato de la trama MAC en IEEE 802.11<sup>34</sup>

Este formato general se utiliza para todas las tramas de datos y de control, aunque no todos los campos se utilizan en todos los contextos.

- Control de trama.*- Indica el tipo de trama (control, gestión o datos) y proporciona información de control.
- ID de duración/conexión.*- Indica el tiempo (en microsegundos) que el canal será reservado para una transmisión satisfactoria de una trama MAC.
- Direcciones.*- El número y significado de los campos de direcciones dependen del contexto. Los tipos de direcciones son la de la fuente, el destino, la estación transmisora y la estación receptora.
- Control de secuencia.*- Contiene un subcampo de 4 bits (número de fragmento) utilizado para la fragmentación y el reensamblado, y un

<sup>34</sup>Comunicaciones y Redes de Computadores; Stallings, William; Séptima Edición; Pearson Educacion, S.A.; Madrid; 2004; página 578

número de secuencia de 12 bits utilizado para numerar las tramas enviadas entre un transmisor dado y un receptor.

- e) *Cuerpo de la trama.*- Contiene una MSDU completa o un fragmento de la misma. La MSDU es una unidad de datos del protocolo LLC o información de control MAC.
- f) *Secuencia de comprobación de trama.*- Se trata de una comprobación de redundancia cíclica de 32 bits.

#### 1.2.7.5.5.1 Tipos de tramas MAC

*Tramas de control.*- Existen seis subtipos de tramas de control:

1. *Sondeo de ahorro de energía (PS-Poll, Power Save-Poll).*- Esta trama es enviada por cualquier estación hacia la estación que contiene el punto de acceso (AP). Su objetivo es solicitar al AP que transmita una trama destinada a esta estación que ha sido almacenada en una memoria temporal.
2. *Solicitud para enviar (RTS).*- La estación que envía este mensaje está alertando a un posible destino, así como al resto de las estaciones dentro del rango de recepción, de que pretende enviar una trama de datos a dicho destino.
3. *Permiso para enviar (CTS).*- Es enviada por la estación de destino hacia la fuente para concederle permiso para emitir una trama de datos.
4. *Confirmación.*- Proporciona una confirmación del destino hacia la fuente, indicando que los datos, información de gestión o sondeo de ahorro de energía previos han sido recibidos correctamente.
5. *Fin de período libre de contención.*- Anuncia el final de un período libre de contenciones que forma parte de la función de coordinación puntual.
6. *CF-End + CF-Ack.*- Confirmación de la trama CF-End. Esta trama finaliza el período libre de contención y libera a las estaciones de las restricciones asociadas con este período.

*Tramas de datos.*- Existen ocho subtipos de tramas de datos, organizadas en

dos grupos.

*Primeros cuatro subtipos.-* Encargadas del transporte de datos:

1. **Datos.-** Se trata de la trama de datos más simple. Puede ser utilizada tanto en el período de contención como en el período libre de contención.
2. **Datos + CF-Ack.-** Únicamente puede ser enviada durante el período libre de contención. Además de transportar datos, esta trama confirma la recepción de otros previamente recibidos.
3. **Datos + CF-Poll.-** Se utiliza por parte de un coordinador puntual para entregar datos a una estación móvil y para solicitar que ésta envíe una trama de datos que puede haber sido almacenada temporalmente.
4. **Datos + CF-Ack + CF-Poll.-** Combina en una sola trama las funciones de las tramas Datos + CF-Ack y Datos + CF-Poll.

*Últimos cuatro subtipos.-* Estas tramas no transportan datos del usuario:

1. **Función nula (*Null Function*).**- Indica que la estación va a entrar en un estado de operación de baja energía.
2. **CF-Ack.-** Posee la misma funcionalidad que la trama Datos + CF-Ack, pero sin transportar datos.
3. **CF-Poll.-** Posee la misma funcionalidad que la trama Datos + CF-Poll, pero sin transportar datos.
4. **CF-Ack + CF-Poll.-** Posee la misma funcionalidad que la trama Datos + CF-Ack + CF-Poll, pero sin transportar datos.

*Tramas de gestión.-* Se utilizan para gestionar las comunicaciones entre las estaciones y los puntos de acceso. Las funciones que cubren incluyen la gestión de las asociaciones (solicitud, respuesta, reasociación, desasociación y autenticación).

### **1.2.7.5.6 Capa Física de IEEE 802.11**

En el estándar original 802.11 se definen tres capas físicas:

1. Espectro expandido de secuencia directa (DS-SS) funcionando en la banda ISM de los 2.4GHz, con velocidades de datos de 1Mbps y 2Mbps.
2. Espectro expandido con salto en frecuencias (FH-SS) funcionando en la banda ISM de los 2.4GHz, con velocidades de datos de 1Mbps y 2Mbps.
3. Infrarrojos a 1Mbps y 2Mbps funcionando con longitudes de onda entre 850 nm y 950 nm.

### **1.2.7.5.7 Spread Spectrum**

La técnica de espectro expandido fue originalmente desarrollada con objetivos militares y de inteligencia. El objetivo del esquema es la expansión de la señal de información en un ancho de banda superior con objeto de dificultar las interferencias y la interceptación.

*Ventajas.-*

- Más inmunidad ante diversos tipos de ruido y distorsión multitrayectoria.
- Puede utilizarse para ocultar y cifrar señales. Sólo un usuario que conozca el código expansor podrá recuperar la información codificada.
- Varios usuarios independientes pueden utilizar el mismo ancho de banda con muy pocas interferencias entre sí.

*Variantes de espectro expandido.-*

1. De secuencia directa.
2. Por salto de frecuencias.

#### **1.2.7.5.7.1 Espectro expandido en secuencia directa**

En el esquema DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum), cada bit de la señal

original se representa mediante varios bits en la señal transmitida, haciendo uso de un código de expansión. Este código expande la señal sobre una banda de frecuencias más ancha de forma directamente proporcional al número de bits considerado. Es decir, un código de expansión de 10 bits expande la señal a una banda de frecuencias de anchura 10 veces mayor que un código de expansión de 1 bit.

Una técnica de espectro expandido de secuencia directa consiste en combinar la secuencia digital de entrada con el código expansor mediante la función exclusiva (XOR), la cual cumple las siguientes reglas:

$$0 \oplus 0 = 0$$

$$0 \oplus 1 = 1$$

$$1 \oplus 0 = 1$$

$$1 \oplus 1 = 0$$

En la figura 1.26 se muestra el esquema del Espectro expandido de secuencia directa.

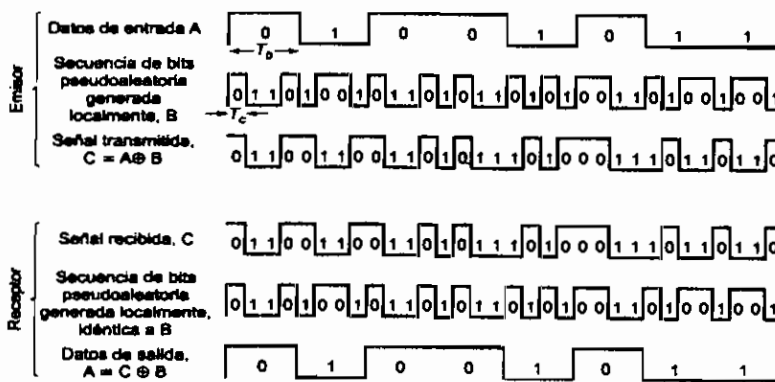


Figura 1.26 Espectro expandido de secuencia directa<sup>35</sup>

Un bit de información invierte los bits pseudoaleatorios, mientras que un bit de información igual a 0 hace que los bits pseudoaleatorios se transmitan sin ser invertidos. La cadena resultante tendrá la misma velocidad de transmisión que la secuencia original pseudoaleatoria, por lo que tendrá un ancho de banda mayor que la secuencia de información. El código de expansión tiene una frecuencia de reloj igual a cuatro veces la velocidad de la información.

<sup>35</sup> Comunicaciones y Redes de Computadores; Stallings, William; Séptima Edición; Pearson Educacion, S.A.; Madrid; 2004; página 293.

En el sistema DS-SS pueden utilizarse hasta siete canales, cada uno con una velocidad de datos de 1Mbps ó 2Mbps. El número de canales disponible depende del ancho de banda reservado por las diversas agencias reguladoras. Este puede variar desde los 13 disponibles en la mayoría de los países europeos hasta solamente 1 disponible en Japón. Cada canal tiene un ancho de banda de 5MHz. El esquema de modulación utilizado es DBPSK para velocidades de 1Mbps y DQPSK para el caso de 2Mbps.

#### **1.2.7.5.7.2 Espectro expandido con salto de frecuencias**

En el esquema FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*), la frecuencia de la portadora es desplazada en incrementos discretos, en un patrón generado por un código.

Un sistema FH-SS hace uso de varios canales, saltando la señal de un canal a otro de acuerdo con una secuencia pseudoaleatoria. En el caso del esquema IEEE 802.11, se utilizan canales de 1MHz. El número de canales disponibles varía desde 23 en Japón hasta 70 en los Estados Unidos.

#### **ESQUEMA BÁSICO.-**

Se reservan varios canales para la señal FH, existiendo por lo general  $2^k$  (siendo k el número de bits del generador) frecuencias portadoras que dan lugar a  $2^k$  canales. El espaciado entre frecuencias portadoras y el ancho de banda de cada canal, se corresponde generalmente con el de la señal de entrada. El emisor opera en un canal durante un intervalo fijo. Durante este intervalo se transmiten varios bits haciendo uso de algún esquema de codificación. La secuencia de canales queda especificada por un código expensor, utilizando el emisor y el receptor el mismo a fin de sincronizar la secuencia de canales seguida.

En la figura 1.27 se indica el esquema de salto de frecuencias.

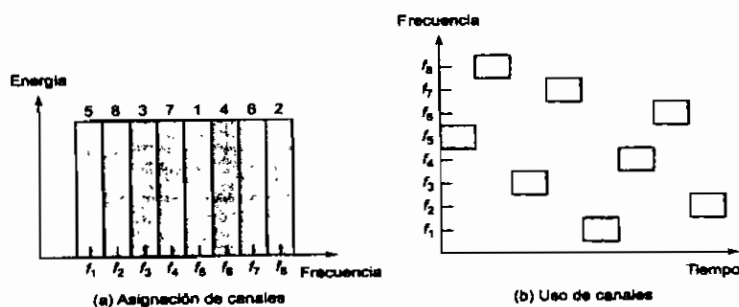


Figura 1.27 Salto de Frecuencias<sup>36</sup>

### Modulación Utilizada.-

Para la modulación, el esquema FH-SS utiliza GFSK de dos niveles para el sistema a 1Mbps. Los bits cero y uno se codifican como desviaciones de la frecuencia portadora actual. Para el sistema a 2 Mbps se utiliza un esquema GFSK de cuatro niveles en el que las cuatro combinaciones de 2 bits se definen mediante cuatro desviaciones diferentes de la frecuencia central.

### 1.2.7.5.8 IEEE 802.11a

Se introdujo al mismo tiempo que 802.11b, con la intención de constituir la norma para redes inalámbricas para uso empresarial.

La especificación IEEE 802.11a hace uso de la banda de los 5GHz. Su interoperabilidad se conoce como Wi-Fi 5. Al contrario que en el caso de las especificaciones en la banda de los 2.4 GHz, no se emplea un esquema de espectro expandido, sino multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM, *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). OFDM, también conocido como modulación multiportadora, utiliza varias señales portadoras con frecuencias diferentes, enviando algunos de los bits totales por cada canal. Se trata de un esquema similar a FDM. Sin embargo, en el caso de OFDM todos los subcanales están dedicados a una única fuente de datos.

Las velocidades de datos posibles son 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54Mbps. El sistema utiliza hasta 52 subportadoras que se modulan usando BPSK, QPSK, QAM-16 o QAM-64, en función de la velocidad requerida. El espaciado entre

<sup>36</sup>Comunicaciones y Redes de Computadores; Stallings, William; Séptima Edición; Pearson Educacion, S.A.; Madrid; 2004; página 288.



frecuencias subportadoras es de 0.3125MHz. Un código convolucional a una tasa de 1/2, 2/3 o 3/4 proporciona corrección de errores hacia delante.

#### *Ventajas.-*

- Su velocidad.
- La base instalada de dispositivos de este tipo.
- Gratuidad de la frecuencia que usa.
- Ausencia de interferencias en la misma.

#### *Desventajas.-*

- Incompatibilidad con los estándares **802.11b** y **g**.
- La no incorporación a la misma de **QoS** (Calidad de Servicio, lo que en principio impediría ofrecer transmisión de voz y contenidos multimedia online).
- Su alto precio: el hecho de que la banda de 5 GHz esté regulada en algunos países, y su menor cubrimiento ha hecho que los equipos 802.11a sean menos populares que los 802.11b.

### **1.2.7.5.8.1 Principales Técnicas de Modulación en IEEE 802.11a**

Se tienen principalmente dos técnicas de modulación en redes inalámbricas: PSK y QAM.

#### **1.2.7.5.8.1.1 Modulación por Desplazamiento de Fase (PSK)**

La fase de la señal portadora se desplaza para representar los datos digitales. PSK de dos niveles (BPSK).- Conocido como desplazamiento de fase binario. Utiliza dos fases para representar los dos dígitos binarios. La señal transmitida resultante durante el intervalo de tiempo correspondiente a un bit es:

$$s(t) = \begin{cases} A \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t) & \mathbf{1 \text{ binario}} \\ A \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t + \pi) & \mathbf{0 \text{ binario}} \end{cases} = \begin{cases} A \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t) \\ -A \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t) \end{cases}$$

(Ec. 1.1)

El término de la derecha de la ecuación, se debe a que un desplazamiento de  $180^\circ$  ( $\pi$ ) es equivalente a invertir la onda sinusoidal, o lo que es lo mismo, a multiplicar por -1. Si se dispone de una secuencia de bits y se define  $d(t)$  como la función discreta igual a +1 durante la duración de un bit si el bit correspondiente en la secuencia de entrada es 1, e igual a -1 durante la duración de un bit si el bit correspondiente en la secuencia de entrada es 0, entonces, la señal transmitida se puede definir así:

$$s_d(t) = A \cdot d(t) \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t) \quad (\text{Ec. 1.2})$$

En la figura 1.28 se indica la Modulación de fase.

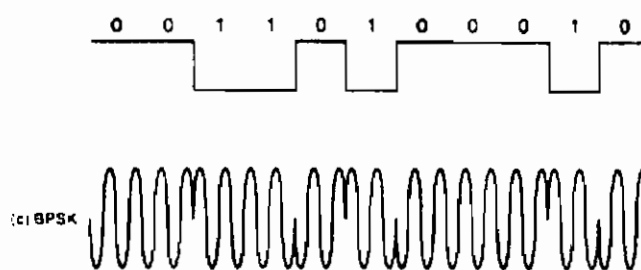


Figura 1.28 Modulación de Fase<sup>37</sup>

#### 1.2.7.5.8.1.1.1 QPSK (PSK de cuatro niveles)

Cada elemento de señalización representa más de un bit. En lugar de un desplazamiento de  $180^\circ$ , como en BPSK, la modulación por desplazamiento de Fase en Cuadratura (QPSK) considera desplazamientos múltiplos de  $90^\circ$  ( $\frac{\pi}{2}$ ).

<sup>37</sup>Comunicaciones y Redes de Computadores; Stallings, William; Séptima Edición; Pearson Educacion, S.A.; Madrid; 2004; página 147.

$$s(t) = \begin{cases} A \cdot \cos\left(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t + \frac{\pi}{4}\right) & 11 \\ A \cdot \cos\left(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t + \frac{3 \cdot \pi}{4}\right) & 01 \\ A \cdot \cos\left(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t - \frac{3 \cdot \pi}{4}\right) & 00 \\ A \cdot \cos\left(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t - \frac{\pi}{4}\right) & 10 \end{cases}$$

Cada elemento de señalización representa dos bits en lugar de uno.

#### 1.2.7.5.8.1.2 Modulación de Amplitud en Cuadratura (QAM)

- Se varían simultáneamente dos parámetros de la onda portadora.
- QAM se puede considerar una extensión de PSK.
- Si se tienen dos niveles en cada canal es idéntico al 4 PSK. Sistemas de mayor orden son diferentes a los sistemas de múltiples fases PSK.
- QAM no tiene envolvente constante como PSK.
- Para un igual número de estados de modulación, los espectros de PSK y QAM son idénticos.
- La característica de error de QAM y PSK es algo diferente.
- Para órdenes altos QAM es mejor.

En la figura 1.29 se indica la Modulación 16 QAM.

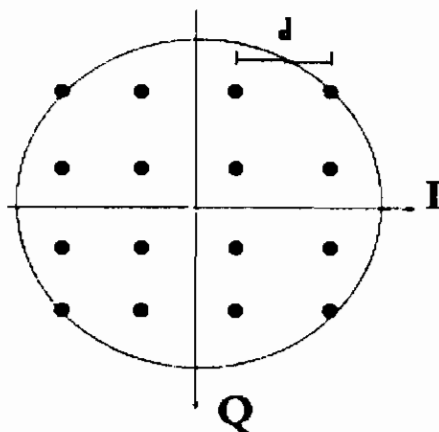


Figura 1.29 Modulación 16 QAM<sup>38</sup>

<sup>38</sup> Folleto de Comunicación Digital; Ing. Pablo Hidalgo L.; Octubre 2003

Para QAM la distancia entre puntos adyacentes es:

$$d = \frac{1.4142}{(L-1)} \quad (\text{Ec. 1.3})$$

Donde L es el número de niveles en cada eje.

#### 1.2.7.5.8.2 Multiplexación por División de Frecuencia (FDM)

Es un método para asignar una banda única de frecuencia a cada canal de comunicación dentro de un espectro de frecuencias comparativamente ancho del medio de transmisión, en base a una continuidad en el tiempo. En FDM se sitúan los espectros de las señales en frecuencia de manera que cada uno pueda separarse de los demás por filtración.

*Proceso FDM.*- En la figura 1.30 se indica el esquema de salto de frecuencias.

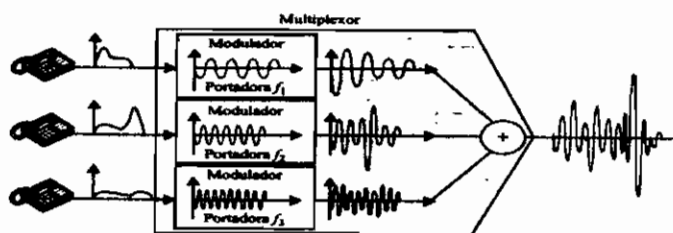


Figura 1.30 Proceso de Multiplexación FDM en el dominio del tiempo<sup>39</sup>

Se usan teléfonos como dispositivos de entrada y salida. Cada teléfono genera una señal con un rango de frecuencia similar. Dentro del multiplexor, estas señales se modulan sobre distintas frecuencias portadoras ( $f_1, f_2, f_3$ ). Las señales moduladas resultantes se combinan después en una única señal compuesta que se envía sobre un enlace que tiene ancho de banda suficiente para acomodarlas.

*Demultiplexación.*- En la figura 1.31 se indica el proceso de demultiplexación

<sup>39</sup>Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones; Forouzan, Behrouz A.; Segunda Edición; McGrawHill/Interamericana de España, S.A.; 2002; página 226.

FDM en el dominio del tiempo.

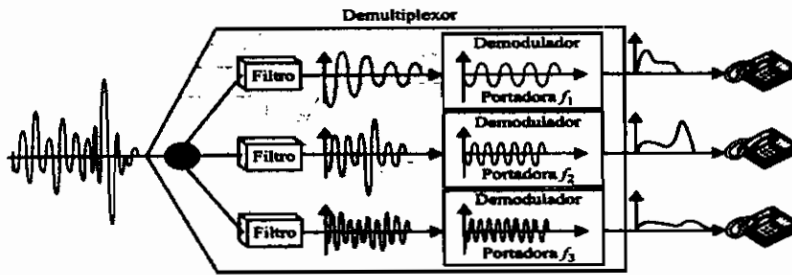


Figura 1.31 Proceso de Demultiplexación FDM en el dominio del tiempo<sup>40</sup>

El demultiplexor usa una serie de filtros para descomponer la señal multiplexada en las señales componentes que la constituyen. Las señales individuales se pasan después a un demodulador que las separa de sus portadoras y las pasa a los dispositivos receptores que las esperan.

#### 1.2.7.5.8.3 Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM)<sup>41</sup>

OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) también llamada Modulación por Multitono Discreto. Es una modulación que consiste en enviar la información modulando en QAM o en PSK un conjunto de portadoras de diferente frecuencia.

Normalmente se realiza la modulación OFDM tras pasar la señal por un codificador de canal con el objetivo de corregir los errores producidos en la transmisión, entonces esta modulación se denomina COFDM.

##### 1.2.7.5.8.3.1 Características de la modulación OFDM

La modulación OFDM es muy robusta frente al multitrayecto, que es muy habitual en los canales de radiodifusión, frente al desvanecimiento debido a las condiciones meteorológicas y frente a las interferencias de RF.

<sup>40</sup>Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones; Forouzan, Behrouz A.; Segunda Edición; McGrawHill/Interamericana de España, S.A.; 2002; página 227.

<sup>41</sup> <http://www.magnadesigner.com/technote/ofdm/index.html>

Debido a las características de esta modulación, las distintas señales con distintos retardos y amplitudes que llegan al receptor contribuyen positivamente a la recepción, por lo que existe la posibilidad de crear redes de radiodifusión de frecuencia única sin que existan problemas de interferencia.

OFDM es un método para utilizar muchas ondas portadoras en lugar de una sola y para utilizar cada onda portadora para solamente una parte del mensaje.

#### **1.2.7.5.8.3.2 Sistemas que utilizan la modulación OFDM**

- La televisión digital terrestre DVT-T.
- La radio digital DAB.
- La radio digital de baja frecuencia DRM.
- El protocolo de enlace ADSL.
- El protocolo de red de área local IEEE 802.11a/g, también conocido como Wireless LAN.
- El sistema de transmisión inalámbrica de datos WiMax.

#### **1.2.7.5.8.3.3 División en Frecuencia Ortogonal**

Ocurre cuando el espaciamiento entre las portadoras es igual a la velocidad binaria del mensaje. OFDM trata por tanto del establecimiento de un enlace de comunicación entre una multitud de portadoras, cada una portando una cantidad de información idéntica a la separación entre las portadoras.

El ancho de banda de portadora modulada tiene una forma conocida como sinc ( $\text{sin}(x)/x$ ) con los nulos espaciados por la velocidad binaria. En OFDM, las portadoras están espaciadas en razón de la velocidad binaria, de manera que las portadoras caben dentro de los nulos de las otras portadoras con lo cual cada portadora tiene un número entero de ciclos de ondas senoidales en un período de bit.

#### 1.2.7.5.8.3.4 Implementación de OFDM

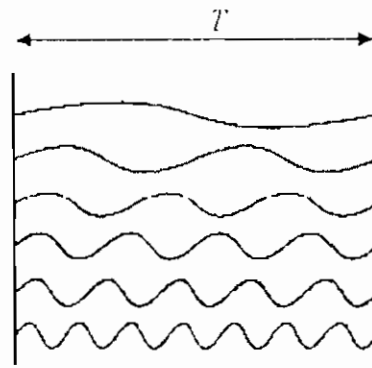
OFDM nace en base a la introducción de FFT (transformación rápida de Fourier) que genera las distintas portadoras individuales y asegura su ortogonalidad. Básicamente, la FFT calcula el contenido espectral de la señal, transfiere la señal de su dominio temporal en donde se le representa como una serie de eventos en el tiempo al dominio de la frecuencia, en donde se le representa como la amplitud y fase de una frecuencia en particular. La FFT inversa (IFFT) realiza la operación recíproca.

Los datos se codifican por razón de seguridad o corrección de errores. Posteriormente, se modula por alguna *forma* de QAM (QAM, 16QAM, ó 64QAM). En sistemas de una sola portadora, los datos serían colocados en la frecuencia adecuada para su transmisión. En OFDM, los datos se colocan en trama de tamaño adecuado para una FFT. Una FFT debe ser de una longitud de  $2r$  (en donde  $r$  es un entero). No todos los puntos  $2r$  en la FFT se utilizan para transmitir información; algunos puntos se colocan para ajustar la frecuencia o para rastrear la temporización de los bits. Se realiza una IFFT en las tramas. Cada trama de salida de la IFFT se coloca en la frecuencia apropiada para su transmisión. En el receptor se realizan las operaciones inversas y se recuperan los datos. Debido a que se realiza la FFT en el receptor, los datos están en el dominio de la frecuencia, se hace fácil la labor de corregir las imperfecciones del canal.

#### 1.2.7.5.8.3.5 Portadora OFDM

En OFDM se pueden usar múltiples portadoras ortogonales. En el período de símbolo  $T$ , se puede usar una forma de onda sinusoidal que tiene un número entero de períodos en  $T$ .

En la figura 1.32 se muestran las sub-portadoras OFDM.



$$f_0 = \frac{1}{T}$$

$$\cos(2 \cdot \pi \cdot 1 \cdot f_0 \cdot t + \theta_1)$$

$$\cos(2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot f_0 \cdot t + \theta_2)$$

$$\cos(2 \cdot \pi \cdot 3 \cdot f_0 \cdot t + \theta_3)$$

$$\cos(2 \cdot \pi \cdot 4 \cdot f_0 \cdot t + \theta_4)$$

$$\cos(2 \cdot \pi \cdot 5 \cdot f_0 \cdot t + \theta_5)$$

$$\cos(2 \cdot \pi \cdot 6 \cdot f_0 \cdot t + \theta_6)$$

Figura 1.32 Sub-portadoras OFDM<sup>42</sup>

### 1.2.7.5.8.3.6 Ortogonalidad de Sub-Portadoras

Entre sub-portadoras la ortogonalidad se satisface si:

$$\int_0^T \cos(2 \cdot \pi \cdot m \cdot f_0 \cdot t) \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot n \cdot f_0 \cdot t) dt = \begin{cases} \frac{T}{2} & m = n \\ 0 & m \neq n \end{cases} \quad (\text{Ec. 1.4})$$

$$\int_0^T \sin(2 \cdot \pi \cdot m \cdot f_0 \cdot t) \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot n \cdot f_0 \cdot t) dt = \begin{cases} \frac{T}{2} & m = n \\ 0 & m \neq n \end{cases} \quad (\text{Ec. 1.5})$$

$$\int_0^T \cos(2 \cdot \pi \cdot m \cdot f_0 \cdot t) \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot n \cdot f_0 \cdot t) dt = 0 \quad (\text{Ec. 1.6})$$

Donde  $m, n$  son enteros y  $T = \frac{1}{f_0}$ .

### 1.2.7.5.8.3.7 Señal de Banda Base y Señal Pasa Banda

La forma de onda de la sub-portadora de frecuencia  $n \cdot f_0$  puede ser expresada

<sup>42</sup> [http://www.iss.rwth-aachen.de/Projekte/Theo/OFDM/www\\_ofdm.html](http://www.iss.rwth-aachen.de/Projekte/Theo/OFDM/www_ofdm.html)



como:

$$a_n \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot n \cdot f_0 \cdot t) - b_n \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot n \cdot f_0 \cdot t) = \sqrt{a_n^2 + b_n^2} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot n \cdot f_0 \cdot t + \phi_n) \quad (\text{Ec. 1.7})$$

donde: 
$$\phi_n = \tan^{-1} \frac{b_n}{a_n}$$

Modulándose así la fase y la amplitud de la portadora.

En la figura 1.33 se indica la sub-portadora OFDM.

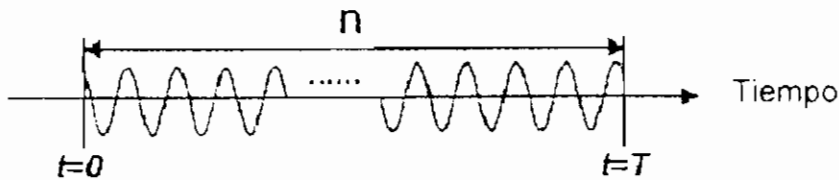


Figura 1.33 Sub-portadora OFDM<sup>43</sup>

Cambiando el parámetro  $n$ , se generan ondas múltiples sub-portadoras plurales. La suma de esas sub-portadoras es la señal OFDM en banda base:

$$S_B(t) = \sum_{n=0}^{N-1} \{a_n \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot n \cdot f_0 \cdot t) - b_n \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot n \cdot f_0 \cdot t)\} \quad (\text{Ec. 1.8})$$

En la figura 1.34 se indica la señal OFDM en banda base.

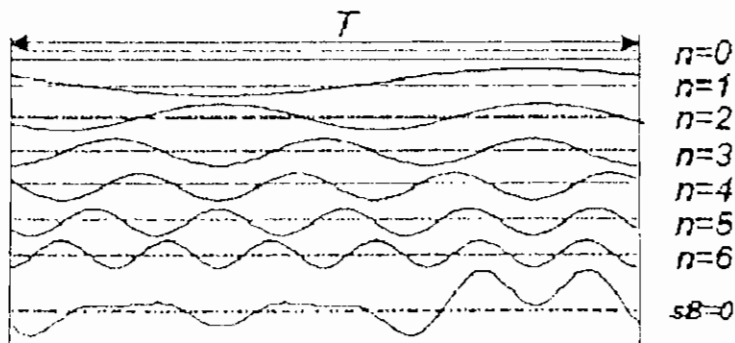


Figura 1.34 Señal OFDM en banda base  $S_B$ <sup>44</sup>

<sup>43</sup> [http://www.iss.rwth-aachen.de/Projekte/Theo/OFDM/www\\_ofdm.html](http://www.iss.rwth-aachen.de/Projekte/Theo/OFDM/www_ofdm.html)

<sup>44</sup> [http://www.iss.rwth-aachen.de/Projekte/Theo/OFDM/www\\_ofdm.html](http://www.iss.rwth-aachen.de/Projekte/Theo/OFDM/www_ofdm.html)

### 1.2.7.5.8.3.8 Espectro OFDM

En el dominio de la frecuencia, cada sub-portadora se puede representar como la función sinc con los ceros cruzando por todas las  $f_0$  por lo tanto el espaciamiento entre las sub-portadoras es igual a  $f_0$  con lo cual no hay interferencia entre sub-portadoras.

En la figura 1.35 se indica el espectro OFDM.

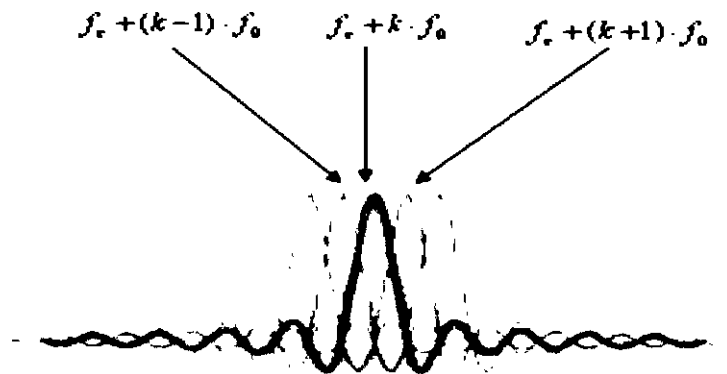


Figura 1.35 Espectro OFDM<sup>45</sup>

Se logra que el espectro de OFDM esté solapado consiguiendo así utilizar la banda de alta frecuencia.

*Diferencia entre la Modulación Multi-Portadora convencional y OFDM.*- En la figura 1.36 se indica la diferencia entre Modulación convencional y OFDM.

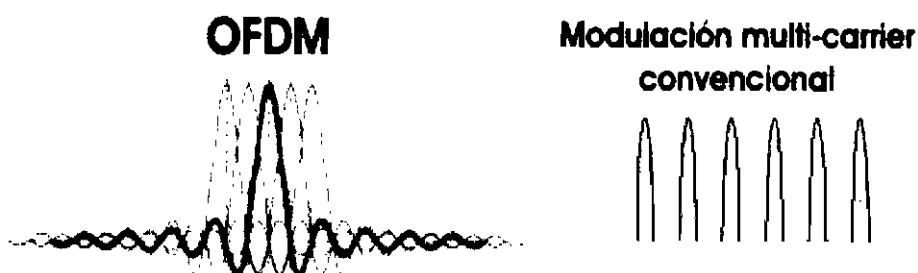


Figura 1.36 Diferencia entre Modulación convencional y OFDM<sup>46</sup>

<sup>45</sup> [http://www.iss.rwth-aachen.de/Projekte/Theo/OFDM/www\\_ofdm.html](http://www.iss.rwth-aachen.de/Projekte/Theo/OFDM/www_ofdm.html)

<sup>46</sup> [http://www.iss.rwth-aachen.de/Projekte/Theo/OFDM/www\\_ofdm.html](http://www.iss.rwth-aachen.de/Projekte/Theo/OFDM/www_ofdm.html)

Todas las sub-portadoras son colocadas dentro del intervalo de frecuencia  $f_0$  con lo que la forma del espectro de potencia se acerca al cuadrado. Esto significa que OFDM tiene una eficacia de uso de alta frecuencia.

En la figura 1.37 se indica el espectro de potencia de la señal OFDM.

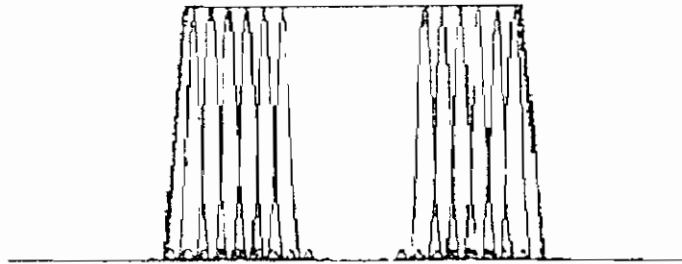


Figura 1.37 Espectro de Potencia de la señal OFDM<sup>47</sup>

#### 1.2.7.5.9 IEEE 802.11b

Introducido en 1999, como extensión al estándar IEEE 802.11 DS-SS publicado en 1997. Se enfocó hacia las redes caseras y para pequeños negocios.

Proporciona velocidades de datos de 5.5 y 11Mbps, que dependen del número de usuarios, distancia entre emisor y receptor, obstáculos y de la interferencia causada por otros dispositivos.

Trabaja a la frecuencia de 2.4GHz. Es completamente compatible con IEEE 802.11. Es el estándar más utilizado y la interoperabilidad entre equipos y dispositivos se certifica a través de Wireless Fidelity (Wi-Fi).

Entre sus ventajas: su rápida adopción por parte de una gran comunidad de usuarios debido principalmente a unos muy bajos precios de sus dispositivos, la gratuidad de la banda que usa y su disponibilidad gratuita alrededor de todo el mundo. Está estandarizado por el IEEE.

Sus principales desventajas son: la falta de QoS, masificación de la frecuencia en la que transmite y recibe, pues en los 2.4Ghz funcionan teléfonos

<sup>47</sup> [http://www.iss.rwth-aachen.de/Projekte/Theo/OFDM/www\\_ofdm.html](http://www.iss.rwth-aachen.de/Projekte/Theo/OFDM/www_ofdm.html)

inalámbricos, teclados y ratones inalámbricos, hornos microondas, dispositivos Bluetooth, lo cual puede provocar interferencias.

#### **1.2.7.5.10 IEEE 802.11g**

Es una extensión de IEEE 802.11b a mayor velocidad. Este esquema combina toda una gama de técnicas de codificación del medio físico utilizadas en 802.11a y 802.11b para proporcionar servicio a diversas velocidades de datos. Se basa en la compatibilidad con los dispositivos **802.11b** y en el ofrecer unas velocidades de hasta 54Mbps. Funciona dentro de la frecuencia de 2.4Ghz. Es el estándar más actualizado.

Las ventajas de las que dispone son las mismas que las del 802.11b. Se prevé que reemplace por completo al estándar 802.11b en un futuro no muy lejano.

#### **1.2.7.5.11 Seguridad en redes inalámbricas 802.11**

##### **1.2.7.5.11.1 Introducción**

La falta de seguridad en las redes inalámbricas es un problema actualmente. El acceso sin necesidad de cables, la razón que hace tan populares a las redes inalámbricas, es a la vez el problema más grande de este tipo de redes en cuanto a seguridad se refiere.

Cualquier equipo que se encuentre a 100 metros o menos de un punto de acceso, podría tener acceso a la red inalámbrica. Por ejemplo, si varias empresas tienen sede en un mismo edificio, y todas ellas poseen red inalámbrica, el equipo de un empleado podría encontrarse en cierto momento en el área de influencia de dos o más redes diferentes, y dicho empleado podría conectarse (intencionalmente o no) a la red de una compañía que no es la suya. Aún peor, como las ondas de radio pueden salir del edificio, cualquier persona que posea un equipo móvil y entre en el área de influencia de la red, podría conectarse a la red de la empresa.

Un punto de acceso inalámbrico mal configurado se convierte en una puerta trasera que vulnera por completo la seguridad informática de la compañía.

#### **1.2.7.5.11.2 Tipos de ataques a una red inalámbrica**

1. Ingresar a la red y hacer uso ilegítimo de sus recursos.
2. Configurar un punto de acceso propio, orientando la antena de tal modo que los computadores que son clientes legítimos de la red atacada se conecten a la red del atacante. Una vez hecho esto, el atacante puede robar la información de dichos computadores, instalarles software maligno o dañar la información.

#### **1.2.7.5.11.3 Requisitos para que una red inalámbrica sea segura**

- Las ondas de radio deben confinarse tanto como sea posible. Se puede lograr esto 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.

#### **1.2.7.5.11.4 Métodos de seguridad en una red inalámbrica**

Cada método logra un nivel diferente de seguridad y presenta ciertas ventajas y desventajas.

##### **1.2.7.5.11.4.1 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.

#### *Desventajas.-*

- 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.
- En caso de robo de un equipo inalámbrico, el ladrón dispondrá de un dispositivo que la red reconoce como válido.
- Este método no garantiza la confidencialidad de la información transmitida, ya que no prevé ningún mecanismo de cifrado.

#### **1.2.7.5.11.4.2 Wired Equivalent Privacy (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 cifrado. WEP opera a nivel 2 del modelo OSI y es soportado por la gran mayoría de fabricantes de soluciones inalámbricas.

*Cifrado del Algoritmo WEP.-* En la figura 1.38 se indica el funcionamiento del algoritmo WEP en modalidad de cifrado.

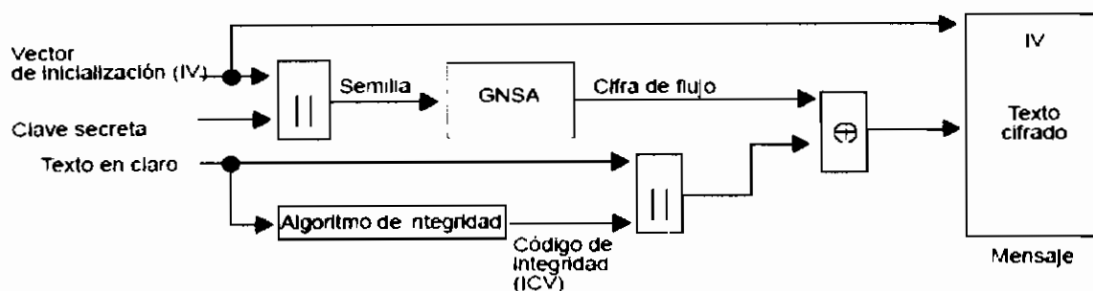


Figura 1.38 Funcionamiento del algoritmo WEP en modalidad de cifrado<sup>48</sup>

A la trama en claro se le computa un código de integridad (Integrity Check Value, ICV) mediante el algoritmo CRC-32. Dicho ICV se concatena con la trama, y es empleado más tarde por el receptor para comprobar si la trama ha sido alterada durante el transporte.

1. Se escoge una clave secreta compartida entre emisor y receptor. Esta clave puede poseer 40 ó 128 bits.
2. Si se empleara siempre la misma clave secreta para cifrar todas las tramas, dos tramas en claro iguales producirían tramas cifradas similares. Para evitar esta eventualidad, se concatena la clave secreta con un número aleatorio llamado vector de inicialización (IV) de 24 bits. El IV cambia con cada trama.
3. La concatenación de la clave secreta y el IV (conocida como semilla) se emplea como entrada de un generador RC4 de números pseudoaleatorios. El generador RC4 es capaz de generar una secuencia pseudoaleatoria (o cifra de flujo) tan larga como se desee a partir de IV.
4. El generador RC4 genera una cifra de flujo, del mismo tamaño de la trama a cifrar más 32 bits (para cubrir la longitud de la trama y el ICV).
5. Se hace un XOR bit por bit de la trama con la secuencia de clave, obteniéndose como resultado la trama cifrada.
6. El IV y la trama se transmiten juntos.

*Proceso de descifrado en el receptor.*- En la figura 1.39 se indica el funcionamiento del algoritmo WEP en modalidad de descifrado.

<sup>48</sup>[http://www.icesi.edu.co/es/publicaciones/publicaciones/contenidos/sistemas\\_teleomatica/3/jamdrnid-seguridad\\_redes\\_inalambricas.pdf](http://www.icesi.edu.co/es/publicaciones/publicaciones/contenidos/sistemas_teleomatica/3/jamdrnid-seguridad_redes_inalambricas.pdf)

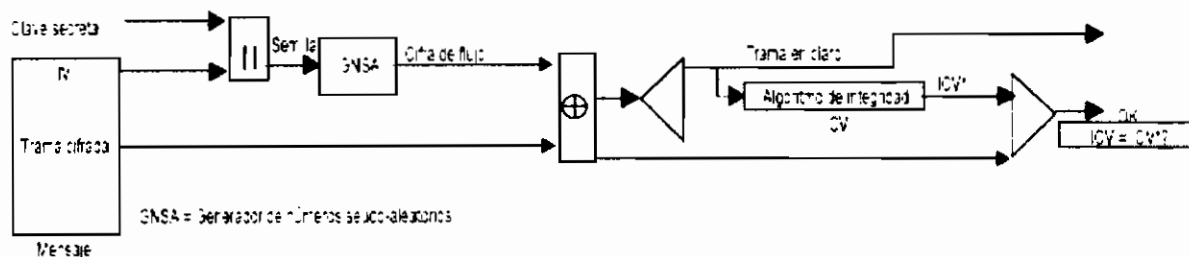


Figura 1.39 Funcionamiento del algoritmo WEP en modalidad de descifrado<sup>49</sup>

1. Se emplean el IV recibido y la clave secreta compartida para generar la semilla que se utilizó en el transmisor.
2. Un generador RC4 produce la cifra de flujo a partir de la semilla. Si la semilla coincide con la empleada en la transmisión, la cifra de flujo también será idéntica a la usada en la transmisión.
3. Se efectúa un XOR bit por bit de la cifra de flujo y la trama cifrada, obteniéndose de esta manera la trama en claro y el ICV.
4. A la trama en claro se le aplica el algoritmo CRC-32 para obtener un segundo ICV, que se compara con el recibido.
5. Si los dos ICV son iguales, la trama se acepta; en caso contrario se rechaza.

#### Situaciones en que el algoritmo WEP no es seguro.-

- a) La mayoría de instalaciones emplea WEP con claves de cifrado estáticas (se configura una clave en el punto de acceso y no se la cambia nunca, o muy de vez en cuando). Esto hace posible que un atacante acumule grandes cantidades de texto cifrado con la misma clave y pueda intentar un ataque por fuerza bruta.
- b) El IV que se utiliza es de longitud insuficiente (24 bits). Dado que cada trama se cifra con un IV diferente, solamente es cuestión de tiempo para que se agote el espacio de IV distintos.

<sup>49</sup>[http://www.icesi.edu.co/es/publicaciones/publicaciones/contenidos/sistemas\\_teleomatica/3/jamdrid-seguridad\\_redes\\_inalambricas.pdf](http://www.icesi.edu.co/es/publicaciones/publicaciones/contenidos/sistemas_teleomatica/3/jamdrid-seguridad_redes_inalambricas.pdf)



- c) WEP no ofrece servicio de autenticación. 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.

#### **1.2.7.5.11.4.3 VPN (Virtual Private Network)**

Una red privada virtual (VPN) emplea tecnologías de cifrado para crear un canal virtual privado sobre una red de uso público. Se utilizan para proteger redes inalámbricas, debido a que funcionan sobre cualquier tipo de hardware inalámbrico y superan las limitaciones de WEP.

Para configurar una red inalámbrica utilizando las VPN, la parte de la red que maneja el acceso inalámbrico debe estar aislada del resto de la red, mediante el uso de una lista de acceso adecuada en un enrutador, o agrupando todos los puertos de acceso inalámbrico en una VLAN si se emplea switching. Dicha lista de acceso y/o VLAN solamente debe permitir el acceso del cliente inalámbrico a los servidores de autorización y autenticación de la VPN.

Deberá permitirse acceso completo al cliente, sólo cuando éste ha sido debidamente autorizado y autenticado. Los servidores de VPN se encargan de autenticar y autorizar a los clientes inalámbricos, y de cifrar todo el tráfico desde y hacia dichos clientes.

En la figura 1.40 se indica la Estructura de una VPN para acceso inalámbrico seguro.

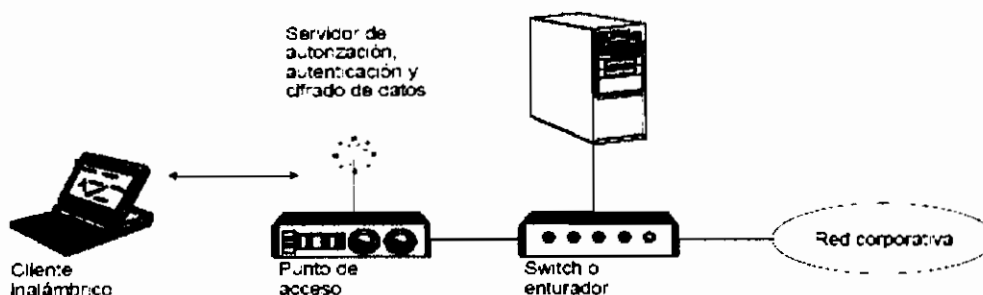


Figura 1.40 Estructura de una VPN para acceso inalámbrico seguro<sup>50</sup>

#### 1.2.7.5.11.4.4 802.1x

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 alambreadas, pero se ha extendido también a las redes inalámbricas. Muchos de los puntos de acceso que se fabrican en la actualidad ya son compatibles con 802.1x.

#### **Participantes del protocolo 802.1x:**

1. *El suplicante, o equipo del cliente.*- Es el que desea conectarse con la red.
2. *El servidor de autorización/autenticación.*- Contiene toda la información necesaria para saber cuáles equipos y/o usuarios están autorizados para acceder a la red. 802.1x fue diseñado para emplear servidores RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service).
3. *El autenticador.*- Es el equipo de red (switch, enrutador, servidor de acceso remoto) que recibe la conexión del suplicante. El autenticador actúa como intermediario entre el suplicante y el servidor de autenticación, y solamente permite el acceso del suplicante a la red cuando el servidor de autenticación así lo autoriza.

<sup>50</sup>[http://www.icesi.edu.co/es/publicaciones/publicaciones/contenidos/sistemas\\_teleomatica/3/jamdrid-seguridad\\_redes\\_inalambricas.pdf](http://www.icesi.edu.co/es/publicaciones/publicaciones/contenidos/sistemas_teleomatica/3/jamdrid-seguridad_redes_inalambricas.pdf)

En la figura 1.41 se indica la arquitectura de un sistema de autenticación 802.1x.

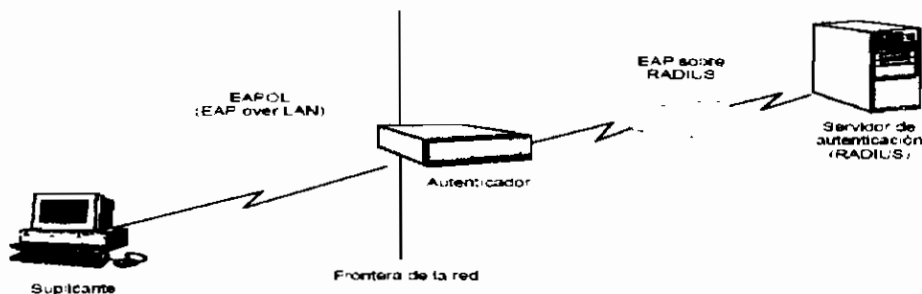


Figura 1.41 Arquitectura de un sistema de autenticación 802.1x<sup>51</sup>

### **Proceso de autenticación.-**

La autenticación del cliente se lleva a cabo mediante el protocolo EAP (Extensible Authentication Protocol) y el servicio RADIUS, de la siguiente manera:

- a. La estación de trabajo se enciende y activa su interfaz de red (en el caso alámbrado) o logra enlazarse o asociarse con un punto de acceso (en el caso inalámbrico). En ese momento, la interfaz de red tiene el acceso bloqueado para tráfico normal, y lo único que admite es el tráfico EAPOL (EAP over LAN), que es el requerido para efectuar la autenticación. La estación de trabajo envía un mensaje EAPOL-Start al autenticador, indicando que desea iniciar el proceso de autenticación.
- b. El autenticador solicita a la estación que se identifique, mediante un mensaje EAP-Request/ Identity.
- c. La estación se identifica mediante un mensaje EAP-Response/ Identity.
- d. Una vez recibida la información de identidad, el autenticador envía un mensaje RADIUS-Access- Request al servidor de autenticación, y le pasa los datos básicos de identificación del cliente.
- e. El servidor de autenticación responde con un mensaje RADIUS-Access-Challenge, en el cual envía información de un desafío que debe ser correctamente resuelto por el cliente para lograr el acceso. Dicho

<sup>51</sup>[http://www.icesi.edu.co/es/publicaciones/publicaciones/contenidos/sistemas\\_telematica/3/jamdrid-seguridad\\_redes\\_inalambricas.pdf](http://www.icesi.edu.co/es/publicaciones/publicaciones/contenidos/sistemas_telematica/3/jamdrid-seguridad_redes_inalambricas.pdf)

desafío puede ser tan sencillo como una contraseña, o involucrar una función criptográfica más elaborada. El autenticador envía el desafío al cliente en un mensaje EAP-Request.

- f. El cliente da respuesta al desafío mediante un mensaje EAP-Response (Credentials) dirigido al autenticador. Este último reenvía el desafío al servidor en un mensaje RADIUS-Access-Request.
- g. Si toda la información de autenticación es correcta, el servidor envía al autenticador un mensaje RADIUS-Access-Accept, que autoriza al autenticador a otorgar acceso completo al cliente sobre el puerto, además de brindar la información inicial necesaria para efectuar la conexión a la red.
- h. El autenticador envía un mensaje EAP-Success al cliente, y abre el puerto de acuerdo con las instrucciones del servidor RADIUS.

En el caso del acceso inalámbrico, el servidor RADIUS despacha en el mensaje RADIUS-Access-Accept un juego de claves WEP dinámicas, que se usarán para cifrar la conexión entre el cliente y el punto de acceso. El servidor RADIUS se encarga de cambiar esta clave dinámica periódicamente (por ejemplo, cada cinco minutos), para evitar el ataque de rompimiento de la clave.

En la figura 1.42 se indica el diálogo EAPOL-RADIUS.

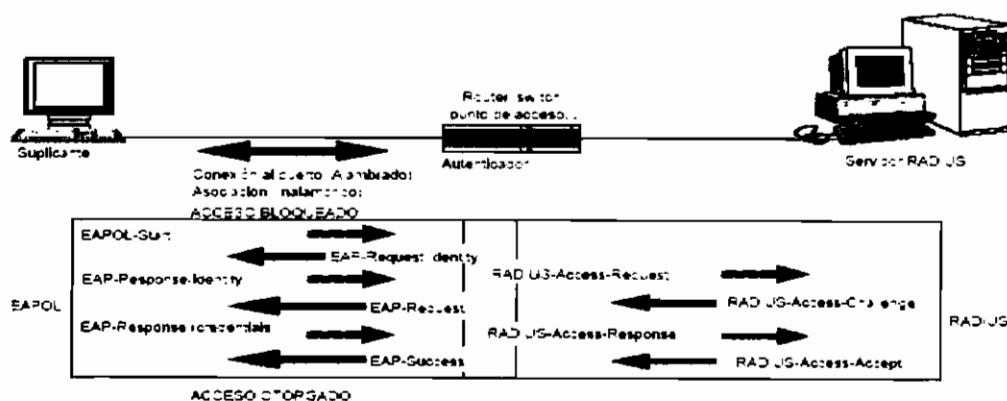


Figura 1.42 Diálogo EAPOL-RADIUS<sup>52</sup>

<sup>52</sup>[http://www.icesi.edu.co/es/publicaciones/publicaciones/contenidos/sistemas\\_teleomatica/3/jamdrid-seguridad\\_redes\\_inalambricas.pdf](http://www.icesi.edu.co/es/publicaciones/publicaciones/contenidos/sistemas_teleomatica/3/jamdrid-seguridad_redes_inalambricas.pdf)

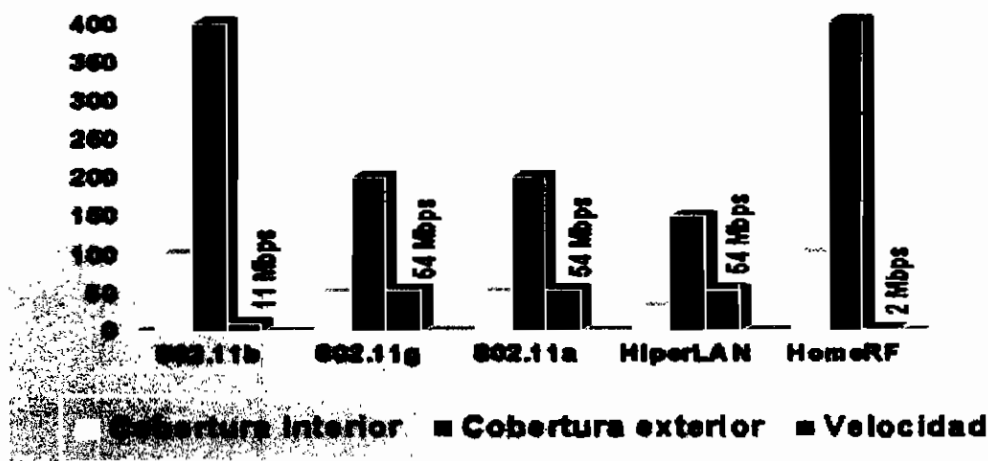


Figura 1.44 Comparación entre tecnologías inalámbricas<sup>53</sup>

### 1.3 CALIDAD DE SERVICIO

Con el crecimiento de las redes multimedia ya no es suficiente reducir la congestión y mejorar el rendimiento de la red, se necesitan procedimientos para garantizar la calidad del servicio a través del diseño de redes y protocolos.

#### 1.3.1 REQUERIMIENTOS

En la tabla 1.5 se resume los principales requerimientos de calidad de servicio para diferentes aplicaciones.

<sup>53</sup> DIAPOSITIVAS Wireless & WireLAN; Programa MANEJO OPERATIVO DE TECNOLOGÍAS DE REDES; Ing. Jofre Guevara A.; Escuela Politécnica Nacional

<b>Aplicación</b>	<b>Confiabilidad</b>	<b>Retardo</b>	<b>Fluctuación</b>	<b>Ancho de Banda</b>
Correo Electrónico	Alta	Bajo	Baja	Bajo
Transferencia de Archivos	Alta	Bajo	Baja	Medio
Acceso a Web	Alta	Medio	Baja	Medio
Inicio de sesión remoto	Alta	Medio	Media	Bajo
Audio bajo demanda	Baja	Bajo	Alta	Medio
Vídeo bajo demanda	Baja	Bajo	Alta	Alto
Telefonía	Baja	Alto	Alta	Bajo
Videoconferencia	Baja	Alto	Alta	Alto

Tabla 1.5 Requerimientos de Calidad de Servicio<sup>54</sup>

### 1.3.2 TÉCNICAS PARA ALCANZAR BUENA CALIDAD DE SERVICIO<sup>55</sup>

Ninguna técnica proporciona QoS eficiente y confiable de una manera óptima. Son técnicas con soluciones prácticas en las cuales se combinan múltiples técnicas:

#### 1.3.2.1 Sobreaprovisionamiento

Proporciona la suficiente capacidad de enrutador, espacio en búfer y ancho de banda como para que los paquetes fluyan con facilidad. Es una solución costosa.

<sup>54</sup> Redes de Computadoras, Andrew S. Tanenbaum, Cuarta Edición, 2003; página 397-409

<sup>55</sup> Redes de Computadoras, Andrew S. Tanenbaum, Cuarta Edición, 2003; página 397

### **1.3.2.2 Almacenamiento en Búfer**

Los flujos pueden almacenarse en el búfer en el lado receptor antes de ser entregados. Almacenarlos en el búfer no afecta la confiabilidad o el ancho de banda, e incrementa el retardo, pero atenúa la fluctuación. Esta técnica es útil para el vídeo o audio bajo demanda, ya que en estos la fluctuación es el principal problema.

### **1.3.2.3 Modelado de Tráfico**

Moderar el tráfico en el servidor, en lugar de en el cliente. Consiste en regular la tasa promedio (y las ráfagas) de la transmisión de los datos.

Cuando se establece una conexión, el usuario y la subred (es decir, el cliente y la empresa portadora) acuerdan cierto patrón de tráfico para ese circuito (acuerdo de nivel de servicio). En tanto el cliente cumpla con su parte del contrato y sólo envíe los paquetes acordados, la empresa portadora promete entregarlos de manera oportuna. El modelado de tráfico reduce la congestión y ayuda a la empresa portadora a cumplir con su promesa. La supervisión de un flujo de tráfico por parte de la empresa portadora al cliente se conoce como supervisión de tráfico (Traffic Policing).

### **1.3.2.4 Algoritmo de Cubeta con Goteo**

El concepto de este algoritmo se aplica comparado a una cubeta con un pequeño agujero en el fondo. Sin importar la rapidez con que entra agua en la cubeta, el flujo de salida tiene una tasa constante cuando hay agua en la cubeta, y una tasa de cero cuando la cubeta está vacía. Además, una vez que se llena la cubeta, cualquier agua adicional que entra se derrama por los costados y se pierde (no aparece en el flujo por debajo del agujero). Así, cada host está conectado a la red mediante una interfaz que contiene una cola interna infinita. Si llega un paquete cuando la cola está llena, éste se descarta. Este arreglo puede incorporarse en la interfaz del hardware, o simularse a través del Sistema operativo del host.

El host puede poner en la red un paquete por pulso de reloj. Esto es aplicable para paquetes del mismo tamaño. Cuando se utilizan paquetes de tamaño variable, se permite un número fijo de bytes por pulso, en lugar de un solo paquete.

La implementación del algoritmo de cubeta con goteo es fácil. La cubeta con goteo consiste en una cola finita. Si cuando llega un paquete hay espacio en la cola, éste se agrega a ella; de otro modo, se descarta.

### **1.3.2.5 Algoritmo de Cubeta con Tokens**

Es un algoritmo que permite que la salida se acelere un poco cuando llegan ráfagas grandes. Así también es un algoritmo en el cual nunca se pierden los datos. La cubeta con goteo contiene tokens, generados por un reloj a razón de un token cada  $\Delta T$  segundos. Permite que los hosts inactivos acumulen permisos para enviar posteriormente ráfagas grandes. Pueden enviarse a la vez ráfagas de hasta  $n$  paquetes, permitiendo cierta irregularidad en el flujo de salida y dando una respuesta más rápida a las ráfagas de entrada repentinas.

El algoritmo de cubeta con tokens descarta los tokens (es decir, la capacidad de transmisión) cuando se llena la cubeta, pero nunca se descarta los paquetes. Aquí también es posible una variación menor, en la que cada token representa el derecho de transmitir no un paquete, sino  $k$  bytes. Sólo puede transmitirse un paquete si hay suficientes tokens disponibles para cubrir su longitud en bytes. Los tokens fraccionarios se guardan para uso futuro.

Una manera de lograr tráfico más uniforme es poner una cubeta con goteo después de la cubeta con tokens. La tasa de la cubeta con goteo deberá ser mayor que la tasa de la cubeta con tokens, pero menor que la tasa máxima de la red.



### 1.3.2.6 Reservación de recursos

El envío de los paquetes a través de enrutadores aleatorios dificulta garantizar la calidad de servicio. Se debe configurar algo similar a un circuito virtual del origen al destino, y todos los paquetes que pertenezcan al flujo deben seguir esa ruta. Una vez que se tiene una ruta específica para un flujo, es posible reservar recursos a lo largo de esa ruta para asegurar que la capacidad necesaria esté disponible.

*Tipos de recursos.*- Se pueden reservar tres tipos de recursos:

*Ancho de banda.*- Significa no sobrecargar ninguna línea de salida.

*Espacio en el búfer.*- Reservar algunos búferes para un flujo específico de manera que éste no tenga que competir con otros flujos para obtener espacio en búfer.

*Ciclos de CPU.*- Para procesar un paquete se necesita tiempo de CPU del enrutador, por lo que un enrutador sólo puede procesar cierta cantidad de paquetes por segundo. Para asegurar el procesamiento oportuno de cada paquete, es necesario verificar que la CPU no esté sobrecargada.

### 1.3.2.7 Control de Admisión

Se trata de la decisión de un enrutador de aceptar o rechazar un flujo, con base en su capacidad y en cuántos compromisos tiene con otros flujos. Esta decisión no se trata simplemente de comparar el ancho de banda, los búferes o los ciclos requeridos por el flujo con la capacidad excedida del enrutador en esas tres dimensiones. Así, algunas aplicaciones son más tolerantes con el incumplimiento ocasional de plazos que otras. Otras pueden estar dispuestas a negociar los parámetros del flujo.

Debido a que muchas partes pueden estar involucradas en la negociación del flujo (el emisor, el receptor y todos los enrutadores a lo largo de la ruta), los flujos deben describirse de manera precisa en términos de parámetros específicos que se puedan negociar (**especificación de flujo**). Por lo general,

el emisor (por ejemplo el servidor de vídeo) produce una especificación de flujo que propone los parámetros que le gustaría utilizar. Conforme la especificación se propague por la ruta, cada enrutador la examina y modifica los parámetros conforme sea necesario. Las modificaciones sólo pueden reducir el flujo, no incrementarlo (por ejemplo, una tasa más baja de datos, no una más alta).

### **1.3.2.8 Enrutamiento Proporcional**

Consiste en dividir el tráfico para cada destino a través de diferentes rutas. Puesto que generalmente los enrutadores no tienen un panorama completo del tráfico de toda la red, la única forma factible de dividir el tráfico a través de múltiples rutas es utilizar la información disponible localmente. Un método simple es dividir el tráfico en fracciones iguales o en proporción a la capacidad de los enlaces salientes.

### **1.3.2.9 Calendarización de paquetes**

Se tienen distintos algoritmos de programación de paquetes:

*De encolamiento justo.*- Los enrutadores tienen colas separadas para cada línea de salida, una por flujo. Cuando una línea se queda inactiva, el enrutador explora las diferentes colas de manera circular, y toma el primer paquete de la siguiente cola. De esta forma, con  $n$  hosts compitiendo por una línea de salida dada, cada host tiene la oportunidad de enviar uno de  $n$  paquetes. El envío de más paquetes no mejora esta fracción. Un inconveniente de este algoritmo es que proporciona más ancho de banda a los hosts que utilizan paquetes más grandes que a los que utilizan paquetes más pequeños.

*De encolamiento justo ponderado.*- Proporciona más ancho de banda a servidores de vídeo por ejemplo, que a los servidores de archivos regulares. Algunas veces el peso es igual a la cantidad de flujos proveniente de una máquina, de manera que el proceso obtiene un ancho de banda igual.

## **2.1 ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES EN EL NOROESTE DEL VALLE DE LOS CHILLOS**

En este punto primeramente se revisan a breves rasgos las posibles fuentes de información de que disponemos para la investigación de nuestro proyecto, luego de lo cual se analizan algunos ítems que tienen que ver con la ubicación geográfica, población, servicios y equipos, infraestructura, sistemas de transmisión, por mencionar algunos, con que cuentan actualmente los distintos establecimientos. También se establecen los requerimientos para tener un sistema de acceso moderno de comunicaciones y los factores considerados en el diseño.

### **2.1.1 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Las fuentes de información pueden clasificarse en fuentes de información primaria y secundaria; las primarias se pueden obtener mediante investigación de campo por medio de observación y encuestas principalmente enfocadas al usuario, mientras que las secundarias, consisten en:

#### *Aplicaciones informáticas o Internet:*

- Internet y sitios Web.
- Catálogos de bibliotecas.
- Listas de publicaciones periódicas en línea como revistas o periódicos.
- Índices académicos y científicos.
- Grabaciones de vídeo y audio.
- Otras publicaciones de consulta en línea.

#### *Bibliotecas públicas o de centros educativos:*

- Libros.
- Diccionarios.
- Publicaciones impresas como revistas o periódicos.

- Folletos.
- Atlas y mapas.
- Almanagues.
- Grabaciones de vídeo y audio.
- Enciclopedias y anuarios.

Estas fuentes de información presentan las siguientes ventajas:

- Pueden satisfacer los requerimientos sin necesidad de acudir a las fuentes primarias, y por eso son las primeras que deben buscarse.
- Sus costos de búsqueda son muy bajos en comparación con las fuentes primarias, ya que como se dijo anteriormente se trata de información ya existente.
- En el caso de que no resuelvan el problema, pueden ayudar a plantear hipótesis sobre la solución y contribuir así a planear la recopilación de datos.

Con lo mencionado anteriormente, este trabajo se basará en las fuentes secundarias. Es así que, en base a ellas, se podrá contar con los criterios necesarios para determinar no sólo nuestro posible mercado para la red, sino también las aplicaciones que requieren los usuarios y las capacidades de los equipos de comunicación para el diseño.

### **2.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS PARROQUIAS**

Las parroquias rurales del cantón Quito que forman parte del diseño se muestra en la figura 2.1, las mismas que son: Guangopolo, Alangasí, La Merced; y, San Rafael que pertenece al cantón Rumiñahui que se visualiza en la figura 2.2.

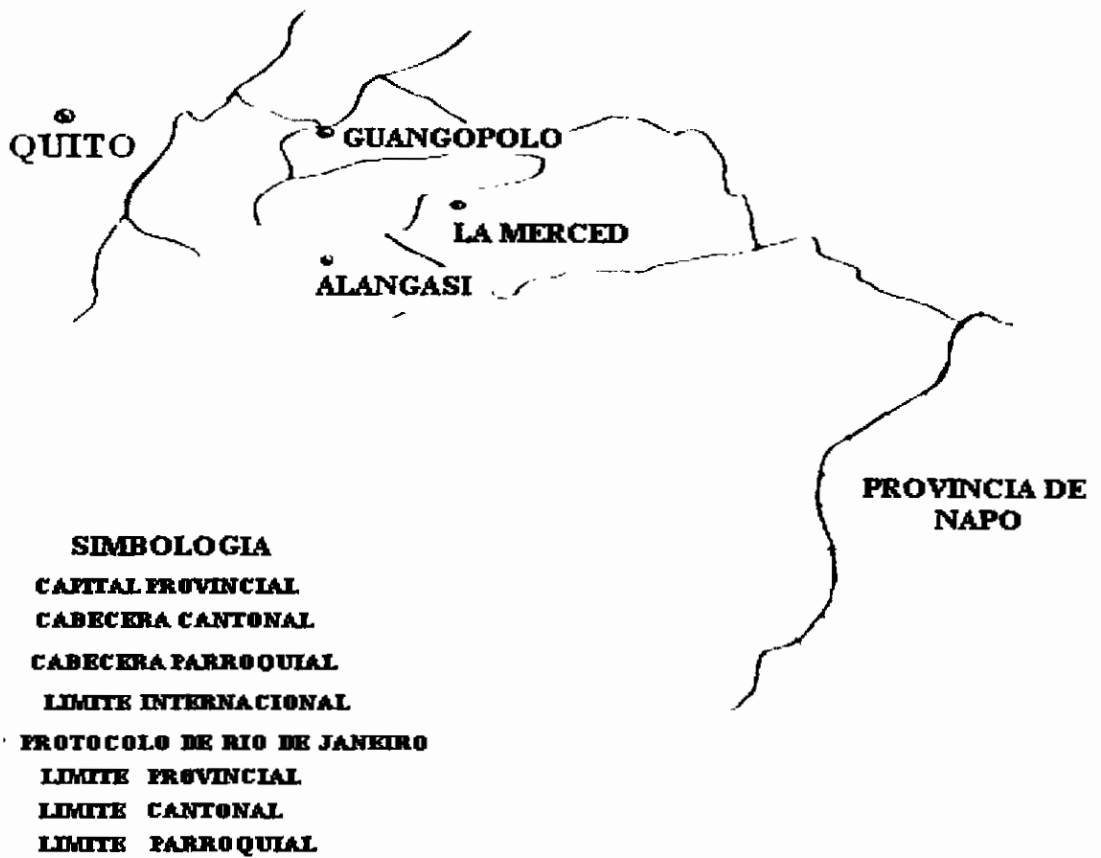


Figura 2.1 Ubicación geográfica de las parroquias rurales del cantón Quito.

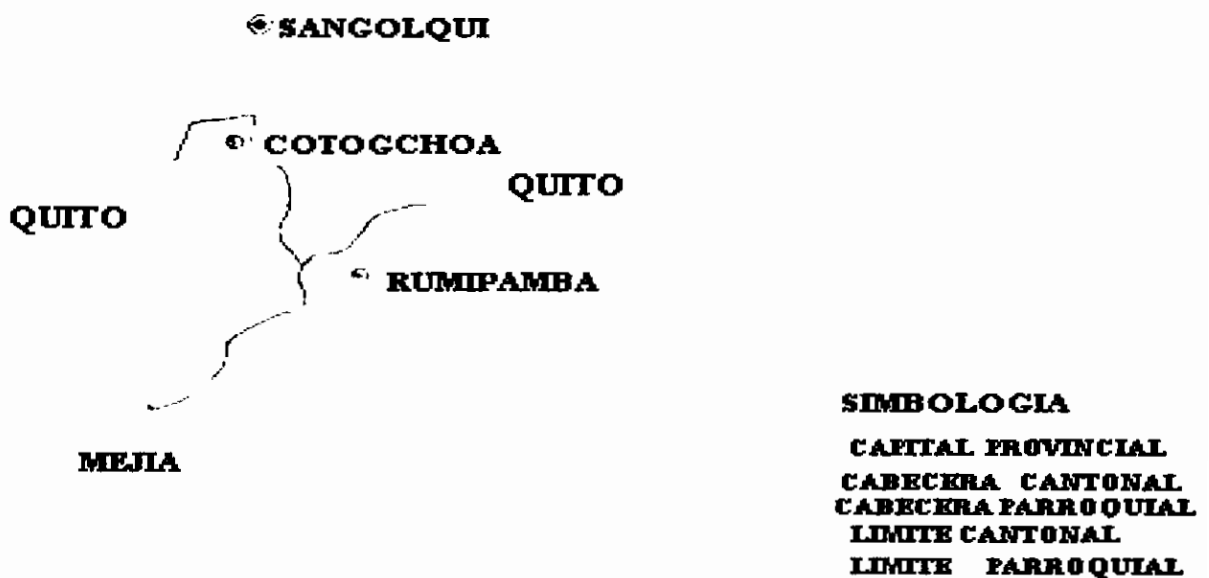


Figura 2.2 Ubicación de la parroquia San Rafael perteneciente al cantón Rumipamba.

### 2.1.3 POBLACIÓN<sup>56</sup>

De acuerdo con el VI censo de población y V de vivienda 2001, se obtuvieron los datos de las tablas 2.1 y 2.2 para las parroquias rurales que pertenecen al cantón Quito y la parroquia rural que pertenece al cantón Rumiñahui, las mismas que constan para el diseño.

<b>Parroquia</b>	<b>Población Total [habitantes]</b>	<b>Cabecera parroquial [habitantes]</b>	<b>Resto de la parroquia [habitantes]</b>
Guangopolo	2284	1465	819
Alangasí	17322	2924	14398
La Merced	5744	1838	3906

**Tabla 2.1** Distribución de población para las parroquias rurales del cantón Quito

<b>Sector</b>	Sangolquí	Periferia	Parroquias rurales
<b>Población [habitantes]</b>	45932	4508	2593

**Tabla 2.2** Distribución de población para Sangolquí y sus sectores

De los cuadros se puede observar que existen en total 71282 habitantes en todos los sectores considerados en nuestro diseño; en estos sitios se encuentran ubicados los respectivos destacamentos y juntas parroquiales.

### 2.1.4 SERVICIO TELEFÓNICO Y ELÉCTRICO

De acuerdo con el VI censo de población y V de vivienda 2001, se presentan los datos en la tabla 2.3 de la distribución de población para las parroquias

<sup>56</sup> Estos datos de la población, servicio telefónico y servicio eléctrico fueron proporcionados por el INEC (Instituto Ecuatoriano de Censos)

rurales del cantón Quito y Rumiñahui según disponen o no, tanto de servicio telefónico como de servicio eléctrico.

Parroquias y área	Servicio Telefónico			Servicio Eléctrico		
	Total viviendas	Si Dispone	No Dispone	Total Viviendas	Si Dispone	No Dispone
<b>Quasiguanza</b>	491	91	400	491	456	35
<b>Cabecera parroquial</b>	318	80	238	318	300	18
<b>Resto de la parroquia</b>	173	11	162	173	156	17
<b>Alangasí</b>	4152	2732	1420	4152	4008	144
<b>Cabecera parroquial</b>	734	513	221	734	720	14
<b>Resto de la parroquia</b>	3418	2219	1199	3418	3288	130
<b>La Merced</b>	1305	470	835	1305	1203	102
<b>Cabecera parroquial</b>	470	276	194	470	452	18
<b>Resto de la parroquia</b>	835	194	641	835	751	84
	14225	9275	4950	14225	13915	310
	1309	483	826	1309	1225	84
	768	212	556	768	699	69

**Tabla 2.3** Distribución de población para las parroquias rurales del cantón Quito y Rumiñahui

Para las instalaciones telefónicas a los respectivos abonados se utiliza los postes de alumbrado público con los que cuenta la zona.

Se puede concluir que en un total de 7605 ( $400+1420+835+4950$ ) viviendas no se dispone de servicio telefónico, y en un total de 591 ( $35+144+102+310$ )

viviendas no se dispone de servicio eléctrico; es decir, aproximadamente 26873 ((7605 viviendas que no disponen de servicio telefónico)\*(71282 habitantes)/(20173 viviendas en total)) habitantes no disponen de servicio telefónico, y 2088 ((591 viviendas que no disponen de servicio eléctrico)\*(71282 habitantes)/(20173 viviendas en total)) habitantes no disponen de servicio eléctrico.

### 2.1.5 INFRAESTRUCTURA

Existen dos clases de servicios en la zona: telefonía fija pública, que es proporcionada por Andinatel S.A.; y, telefonía celular, proporcionada por las empresas Movistar, Alegro y Porta.

En la tabla 2.4 se presentan el total de abonados y el número de cabinas públicas de telefonía existentes en cada uno de los sectores del Valle de los Chillos.

<b>Ubicación</b>	<b>Abonados</b>	<b>Cabinas Públicas de Telefonía</b>
Amaguaña	2130	25
La Merced	1100	12
San Rafael	8024	8
Sangolquí	6978	16
Conocoto	5644	8

**Tabla 2.4** Distribución de abonados por central telefónica existente en la zona<sup>57</sup>

El número total de abonados para telefonía fija es de 23876; también se pueden obtener valores de densidad telefónica ((número de líneas / número de habitantes)\*100) para los distintos sectores, citándose el caso de La Merced que tendría una densidad de 19.2% ((1100/5744)\*100).

<sup>57</sup> Estos datos fueron proporcionados por la Agencia de Andinatel ubicada en Santa Rosa Sangolquí hasta el 31 de mayo del 2005



## 2.1.6 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN

La mayoría de los sectores del Valle de los Chillos se comunica con Quito a través de enlaces de radio cuyo repetidor se encuentra ubicado en Cruz Loma; existiendo también enlaces mediante cobre entre San Rafael-La Merced y el de Selva Alegre- San Rafael que utiliza fibra óptica.

En la tabla 2.5 se dan a conocer las características de las centrales telefónicas.

<b>Centrales telefónicas</b>	<b>Canales de Voz</b>	<b>Velocidad de transmisión [Mbps]</b>
Amaguaña	520	34
Conocoto	502	34
Pintag	36	2
San Rafael	1020	34
Sangolquí	560	34

**Tabla 2.5** Características de transmisión

En base a los datos de la tabla 2.5 se puede concluir que en el sector de San Rafael se dispone de la mayor capacidad por tener un mayor número de canales de voz.

En la figura 2.3 se presenta un esquema de los enlaces de radio existentes entre Quito y EL Valle de los Chillos. (Centrales locales).

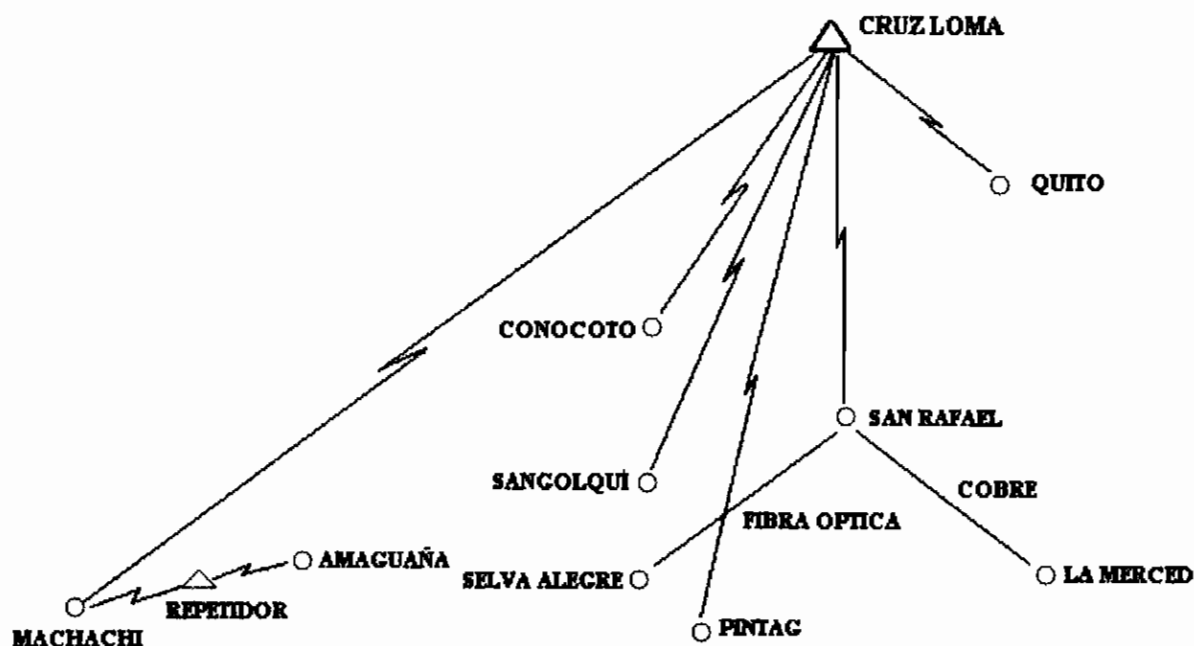


Figura 2.3 Enlaces de radio existentes en el Valle de los Chillos

### 2.1.7 CENTRALES TELEFÓNICAS FIJAS

Las centrales están ubicadas en sus respectivas parroquias. De acuerdo con la Gerencia de Planificación de Andinatel S.A la situación al 31 de mayo del 2005 en relación con la capacidad, red primaria y centro de conexión, esto se describe en la tabla 2.6.

Central	Código Acrónimo	Centro de conexión	Capacidad Líneas	Red Primaria	Código de área
Amaguaña	AMAG	Machachi	2560	1100	2
Conocoto	CNCT	Quito	5960	7980	2
La Merced	LMED	Quito	760	466	2
Pintag	PTAG	Quito	544	910	2
San Rafael	SRF	Quito	7200	16200	2
Sangolquí	SGLQ	Quito	6260	9500	2

Tabla 2.6 Resumen de la Capacidad de Líneas para el Valle de los Chillos

### **2.1.8 EQUIPOS DE CÓMPUTO QUE EXISTEN EN LA ACTUALIDAD EN LAS JUNTAS PARROQUIALES Y DESTACAMENTOS POLICIALES**

En la oficina del puesto de auxilio inmediato ubicado en San Rafael (UPC 16 unidad de policía comunitaria) cuentan con los servicios de dos líneas telefónicas, un servicio de fax, dos impresoras, dos computadores y una comunicación vía radio que es una frecuencia privada de la policía.

En lo que se refiere a las juntas parroquiales y destacamentos policiales ubicados en las parroquias de Guangopolo, Alangasí, La Merced se especificará el sistema de comunicaciones que utilizan; cabe mencionar que en el proyecto tomamos en cuenta al sector de "El Tingo", pero este lugar de acuerdo al número de habitantes está en proyecto de llegar a ser una parroquia y actualmente pertenece a la parroquia de Alangasí. Es así que hemos decidido ubicar al destacamento y junta parroquial de Guangopolo en lugar del sector "El Tingo" en este diseño, ya que este lugar necesita de un sistema de comunicaciones urgente por estar el actual ya casi obsoleto.

En Guangopolo, la Junta Parroquial está formada por las siguientes oficinas: Junta Parroquial, Tenencia Política, Destacamento Policial y sala de reuniones. La Tenencia Política cuenta con el servicio de línea telefónica, una máquina de escribir, la oficina de la junta parroquial cuenta con un computador y una impresora, mientras que el destacamento policial cuenta con una comunicación vía radio que es una frecuencia privada de la policía.

En la Junta parroquial de Alangasí cuentan con las siguientes oficinas: Tenencia Política, junta parroquial y un salón de reuniones sociales. La oficina de la junta parroquial cuenta con los servicios de línea telefónica, fax, una impresora y un computador, la Tenencia política cuenta con un servicio de línea telefónica, una impresora y un computador, mientras que el destacamento policial cuenta con una computadora, una impresora, una línea telefónica y comunicación vía radio en los canales 1 y 2.

En la oficina de la Junta parroquial de La Merced cuentan con el servicio de dos líneas telefónicas, fax, dos computadores, dos impresoras. El destacamento policial cuenta con las siguientes oficinas: Tenencia política, registro civil, y la del destacamento; la tenencia política y el destacamento policial cuentan con los servicios de línea telefónica y no cuentan con ningún computador, pero tienen dos maquinas de escribir, adicionalmente el destacamento policial cuenta con una comunicación vía radio Motorola PRO 5100 siendo una frecuencia privada de la policía.

Cabe mencionar que el cableado en todos los sitios es UTP categoría 3, en topología tipo bus sin cumplir con las normas EIA/TIA. En la tabla 2.7 se describen de manera resumida los equipos y servicios con que cuentan actualmente los destacamentos y juntas parroquiales.

<b>SERVICIOS Y EQUIPOS</b>				
	<b>Línea Telefónica</b>	<b>Máquina de escribir</b>	<b>Tipo de cableado</b>	<b>Computadores</b>
<b>SITIO</b>				
<b>Puesto de auxilio inmediato de San Rafael</b>	2	0	UTP categoría 3	2 Intel Pentium 3 Procesador 1.60 GHz 256 MB de RAM
<b>Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo</b>	1	1	UTP categoría 3	1 Intel Pentium 4 Procesador 1.4 GHz 256 MB de RAM
<b>Junta Parroquial de Alangasí</b>	2	0	UTP categoría 3	1 Intel Pentium 3 Procesador 1.60 GHz 256 MB de RAM 1 Intel Pentium 4 Procesador 1.4 GHz 256 MB de RAM
<b>Destacamento policial de Alangasí</b>	1	0	UTP categoría 3	1 Intel Celeron Pentium Procesador 1.4 GHz 256 MB de RAM
<b>Junta parroquial de la Merced</b>	2	0	UTP categoría 3	1 Intel Pentium 3 Procesador 1.60 GHz 256 MB de RAM 1 Intel Pentium 4 Procesador 1.4 GHz 256 MB de RAM
<b>Destacamento policial de la Merced</b>	2	2	UTP categoría 3	0

<b>SITIO</b>	<b>Fax</b>	<b>Impresora</b>	<b>Radio</b>	<b>Copiadora</b>
<b>Puesto de auxilio inmediato de San Rafael</b>	1	2 Epson LX-300+	Motorola	0
<b>Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo</b>	0	Epson LX-300+ Model P170A	Motorola	0
<b>Junta Parroquial de Alangasí</b>	1 275 BROTHER	Epson LX-300+ Model P170A	Motorola	1 Toshiba Studio 120
<b>Destacamento policial de Alangasí</b>	0	Epson LX-300+ Model P170A	Motorola	0
<b>Junta parroquial de la Merced</b>	1 Panasonic KX FP 152	2 Epson LX-300+ Model P170A	Midland 77120ESP2	0
<b>Destacamento policial de la Merced</b>	0	0	Motorola PRO 5100	0

**Tabla 2.7** Equipos y servicios con que cuentan actualmente los destacamentos y juntas parroquiales

### 2.1.9 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE LA RED INALÁMBRICA

En la tabla 2.8 se presentan la dirección donde se encuentran ubicadas las juntas parroquiales y destacamentos policiales, y en donde se tiene proyectado ubicar los puntos de la red inalámbrica.

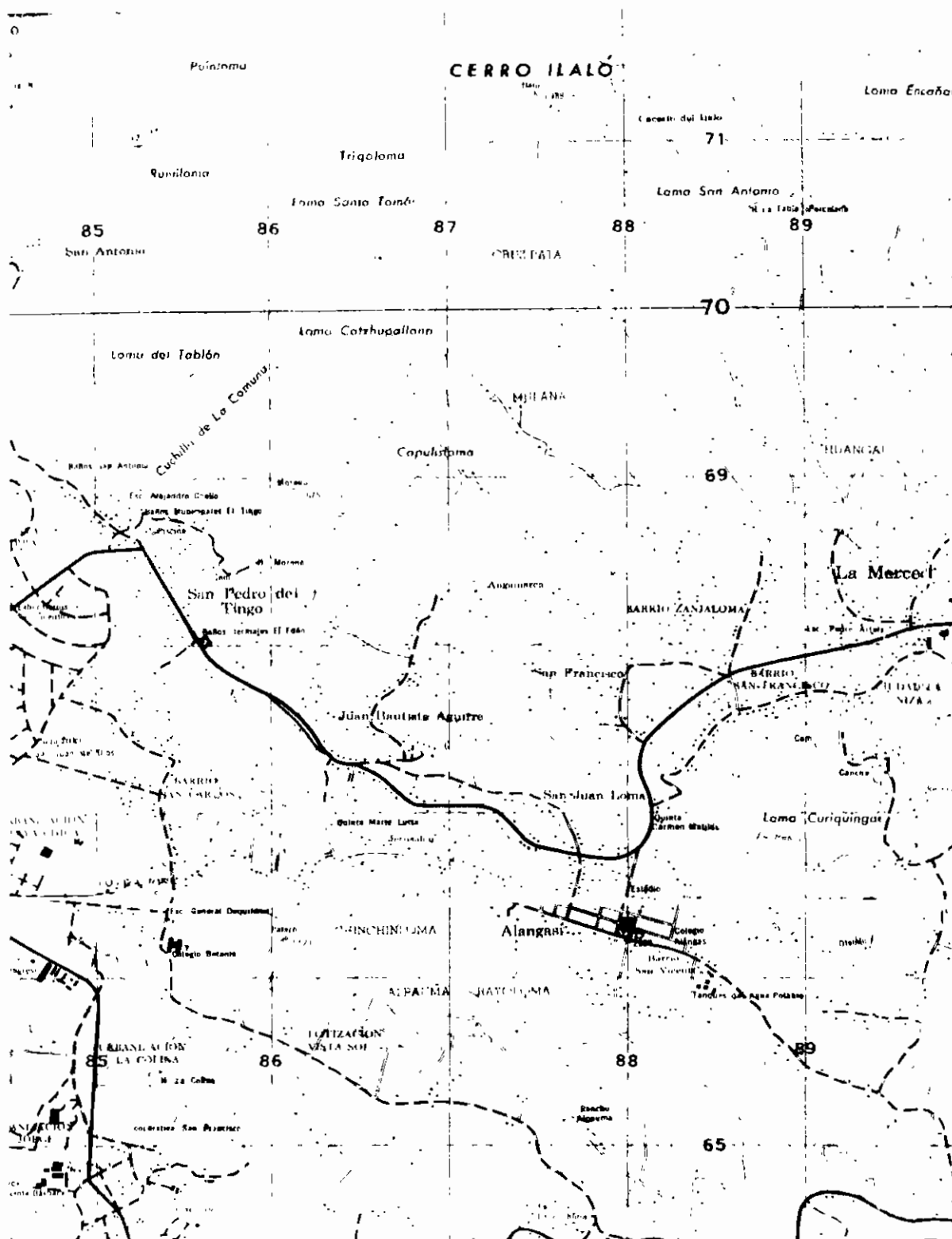


Figura 2.4 a) Ubicación de los destacamentos y juntas parroquiales

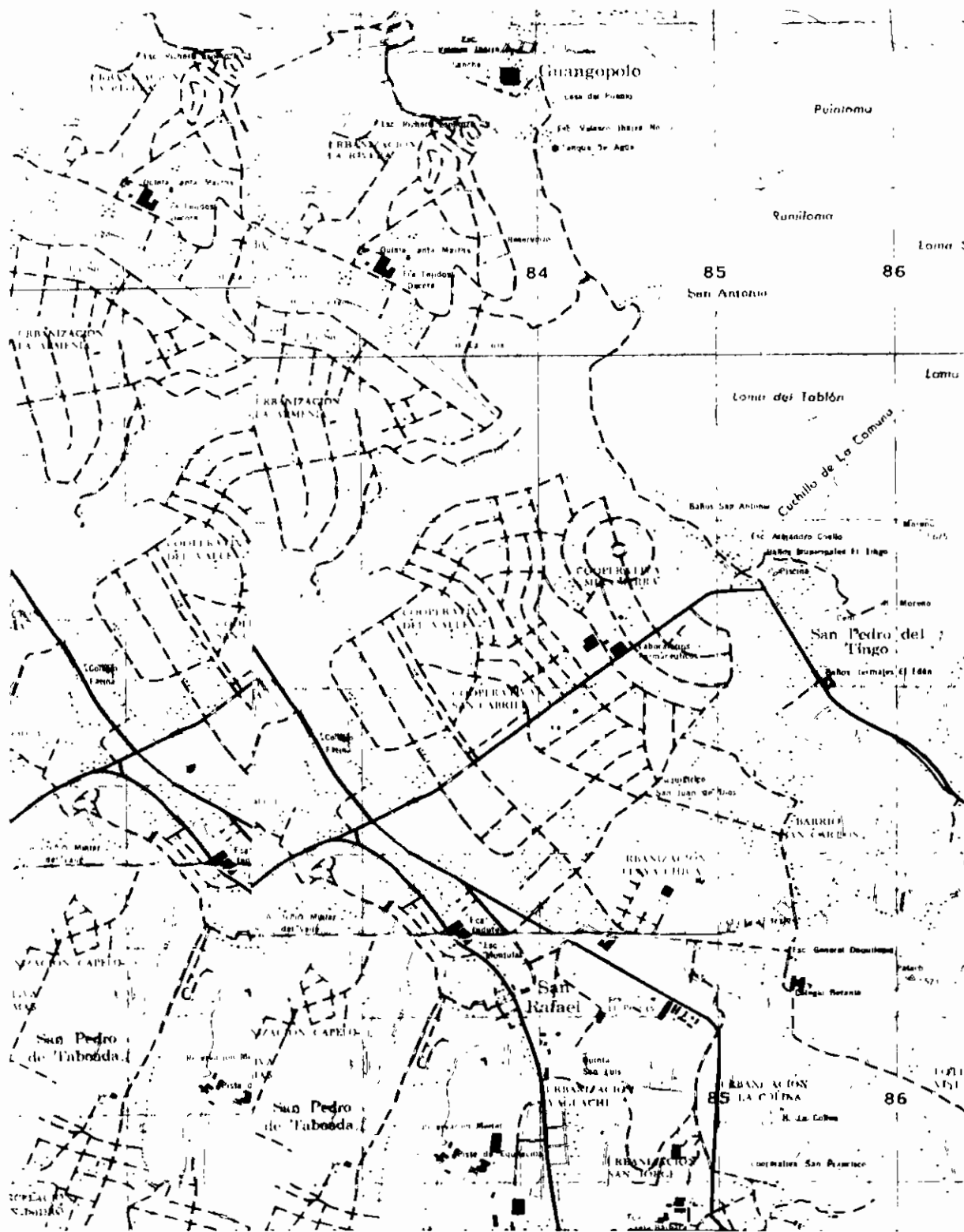


Figura 2.4 b) Ubicación de los destacamentos y juntas parroquiales

**DESTACAMENTO Y JUNTA PARROQUIAL DE GUANGOPOLO.**  
**PUERTO DE AUXILIO INMEDIATO DE SAN RAFAEL.**



- Adaptación a tecnologías nuevas, determinando su rápido crecimiento futuro.
- Equipos basados en estándares nacionales e internacionales que determinan el óptimo funcionamiento de un sistema, tanto en el diseño como en su implementación.
- Redundancia en la red.

Actualmente en ninguno de los sectores incluidos en nuestro diseño se dispone de los requerimientos antes mencionados.

## **2.1.13 FACTORES A CONSIDERARSE EN EL DISEÑO**

### **2.1.13.1 Requisitos de Seguridad en la Comunicación**

Lo importante en la comunicación es que los equipos utilizados presenten algún esquema para proteger la información de usuarios extraños. Estos esquemas pueden ser:

- Autenticación y autorización sólidas de los clientes inalámbricos.
- Control de acceso sólido que permita el acceso de red a clientes autorizados y lo deniegue a clientes no autorizados.
- Cifrado eficaz (128 bits) del tráfico de red inalámbrica.
- Administración segura de las claves de cifrado.

Todos estos niveles de seguridad en redes inalámbricas ya se han mencionado en el capítulo 1, por lo cual no profundizaremos en su análisis.

### **2.1.13.2 Escalabilidad**

En cuanto a la escalabilidad de nuestra red, en un futuro al aumentar el número de usuarios, el tráfico en la red puede crecer a tal punto que la calidad de servicio se degrade a valores inaceptables. Esto dependerá de la capacidad de tráfico de los radioenlaces actuales, del tipo de tráfico y de las tasas asignadas a cada usuario. Sin embargo, se puede evitar la degradación de la calidad de

servicio realizando un estricto control de errores de los paquetes enviados, evitando retardos y aumentando los anchos de banda proporcionados.

### **2.1.13.3 Licencias**

Entre las bandas ISM (Industrial, Scientific and Medical) se tienen las siguientes: 902-928MHz, 2.400-2.4835GHz, 5.725-5.850GHz asignadas a las redes inalámbricas basadas en spread spectrum.

La banda ISM es "unlicensed", es decir, se asigna sin licencia en el sentido de que FCC simplemente asigna la banda y establece las directrices de utilización, pero no decide sobre quién debe transmitir en esa banda usando determinadas zonas de frecuencia. De hecho, algunas de estas frecuencias están siendo extensamente utilizadas por otros dispositivos como teléfonos inalámbricos, puertas de garaje automáticas, sensores remotos, etc, es por esto que las autoridades reguladoras exigen que los productos se desarrollen dentro de algún esquema que permita controlar su utilización. Para esto se cuenta con una alternativa teórica que consiste en utilizar una potencia de salida muy baja, no siendo una alternativa práctica debido a que afecta a otros factores como por ejemplo la velocidad.

En el diseño de nuestros radioenlaces en las diferentes ubicaciones antes analizadas, no necesitamos de permisos o licencias por parte de organismos reguladores del espectro de frecuencias, ya que trabajamos en la banda de 5.8GHz que es de utilización libre y pertenece a la banda ISM, haciendo uso de la técnica de multiplexación OFDM (Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal).

### **2.1.13.4 Simplicidad y Facilidad de Uso**

La red inalámbrica debe ser transparente al usuario, el mismo que debe operar con la misma facilidad que en una red alámbrica.

También se puede mencionar la naturaleza portable de las redes inalámbricas que permite preconfigurar la red y resolver problemas antes de su instalación

emplean diferentes mecanismos de acceso para servir a sus usuarios desde la misma estación base.

La cobertura de una celda está limitada por la potencia y la ganancia de las antenas, también por la propagación y la línea de vista. El perfil topográfico de la zona puede presentar zonas de sombra dentro de una celda. La solución para este problema es reducir el tamaño de las celdas o emplear mini celdas que cubran dichas áreas, implicando mayores costos ya que se necesitaría más estaciones base.

#### **2.1.13.8 Compatibilidad con Redes Existentes**

Las redes inalámbricas deben proporcionar estándares de interconexión con redes de cable existentes.

#### **2.1.13.9 Integridad y Fiabilidad**

La red inalámbrica debe ser diseñada de una manera tal que proporcione conexiones con alto grado de integridad de datos, siendo igual o mejor que una red cableada. Se deben contar con métodos de detección y control de errores como por ejemplo ARQ (Automatic Repeat ReQuest) y FEC (Forward Error Correction).

#### **2.1.13.10 Rendimiento**

Depende de la puesta a punto de los productos así como del número de usuarios, los factores de propagación y el tipo de sistema inalámbrico utilizado. En estos sistemas se tiene un BER de  $1 \cdot 10^{-7}$  y un rendimiento del 98 %.

Los equipos deben ser fabricados de tal manera que puedan trabajar sin ningún problema en condiciones climáticas tanto frías como cálidas. Equipos con potencias de salida altas y rangos de sensibilidad aceptables deben ser los escogidos para la implementación ya que estos proporcionan márgenes de enlace que aseguren operaciones sólidas bajo condiciones climáticas adversas, pero también frente a interferencias de otros sistemas.

### **3.1 ESTUDIO DE LAS NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS DE INTERCONEXIÓN**

Este proyecto brindará los servicios de transmisión de voz, datos, vídeo, voz sobre IP e Internet. Para esto se diseñará la red inalámbrica empleando como tecnología de transmisión Spread Spectrum en la banda de 5.8GHz. Esta técnica de espectro ensanchado se utiliza mayormente en redes inalámbricas de área local (WLAN), pero también puede ser usada para enlaces punto-punto y punto multipunto permitiendo por tanto formar celdas que presten servicios a un determinado número de usuarios.

#### **3.1.1 NECESIDADES DE LOS DESTACAMENTOS Y JUNTAS PARROQUIALES**

Las necesidades de los distintos destacamentos y juntas parroquiales del Noroeste del Valle de los Chillos son imperiosas, ya que el presupuesto entregado a las mismas por parte del Ministerio de Gobierno y otras instituciones del Estado Ecuatoriano es mínimo, no alcanzando a cubrir todas las necesidades en lo referente a sistemas de comunicación.

Nuestro diseño permitirá establecer un enlace permanente de los distintos destacamentos policiales y juntas parroquiales con el principal puesto de auxilio inmediato ubicado en San Rafael, solucionando así el problema de las comunicaciones de estos sitios mediante su implementación en el futuro. Por otro lado, mediante esta interconexión se podría:

- Mantener la comunicación de audio y vídeo para reuniones del personal policial en situaciones de emergencia, como por ejemplo rescates, auxilios inmediatos, allanamientos, robos a casas, robos de autos, etc. De esta manera se agilizaría la solución de las situaciones antes mencionadas.
- Administrar toda la información de una manera más eficaz.
- Los policías y personal administrativo de todos los destacamentos policiales y juntas parroquiales mediante el acceso a internet podrían tener su propio correo electrónico con el propósito de informarse sobre

cursos de manejo de armas, defensa personal, información de cultura general, actualizaciones en cuanto a implemento policial, leyes vigentes en el Ecuador, natalidad y mortalidad en el país, ley de la protección a la mujer, ley contra el maltrato infantil, leyes de tránsito, pudiendo de esta manera aplicar las penas a los infractores.

- Como se mencionó en el Capítulo 2 las Juntas Parroquiales al poseer oficinas de la Tenencia Política, del registro civil y de la junta, podrían agilizar los problemas judiciales y el registro de nuevos miembros de la sociedad, mediante la instalación de más salidas de telecomunicaciones y por lo tanto de nuevas computadoras.
- En las reuniones de trabajo en las juntas parroquiales agilizar la información de obras mediante exposiciones con laptops instaladas temporalmente, vídeos, etc. y en el caso de deudas por cobrar se tendría una base de datos de todos los habitantes, lo cual reduciría el tiempo en realizar este trabajo.
- Para efectos de capturar antisociales, rescates peligrosos, allanamientos pedir apoyo con más refuerzos policiales y armas al principal puesto de auxilio inmediato ubicado en San Rafael vía correo electrónico interno.
- Mantener un registro de las personas infractoras de las señales de tránsito, informándose mutuamente entre los distintos destacamentos policiales.

### **3.1.2 REQUERIMIENTOS DE INTERCONEXIÓN**

Como se expuso anteriormente, este proyecto está enfocado al diseño de una red inalámbrica con tecnología Spread Spectrum la misma que permita el transportar datos, voz, vídeo, Internet y VoIP entre los destacamentos y juntas parroquiales del Noroeste del Valle de los Chillos.

La figura 3.1 muestra un esquema general de la red a diseñarse:

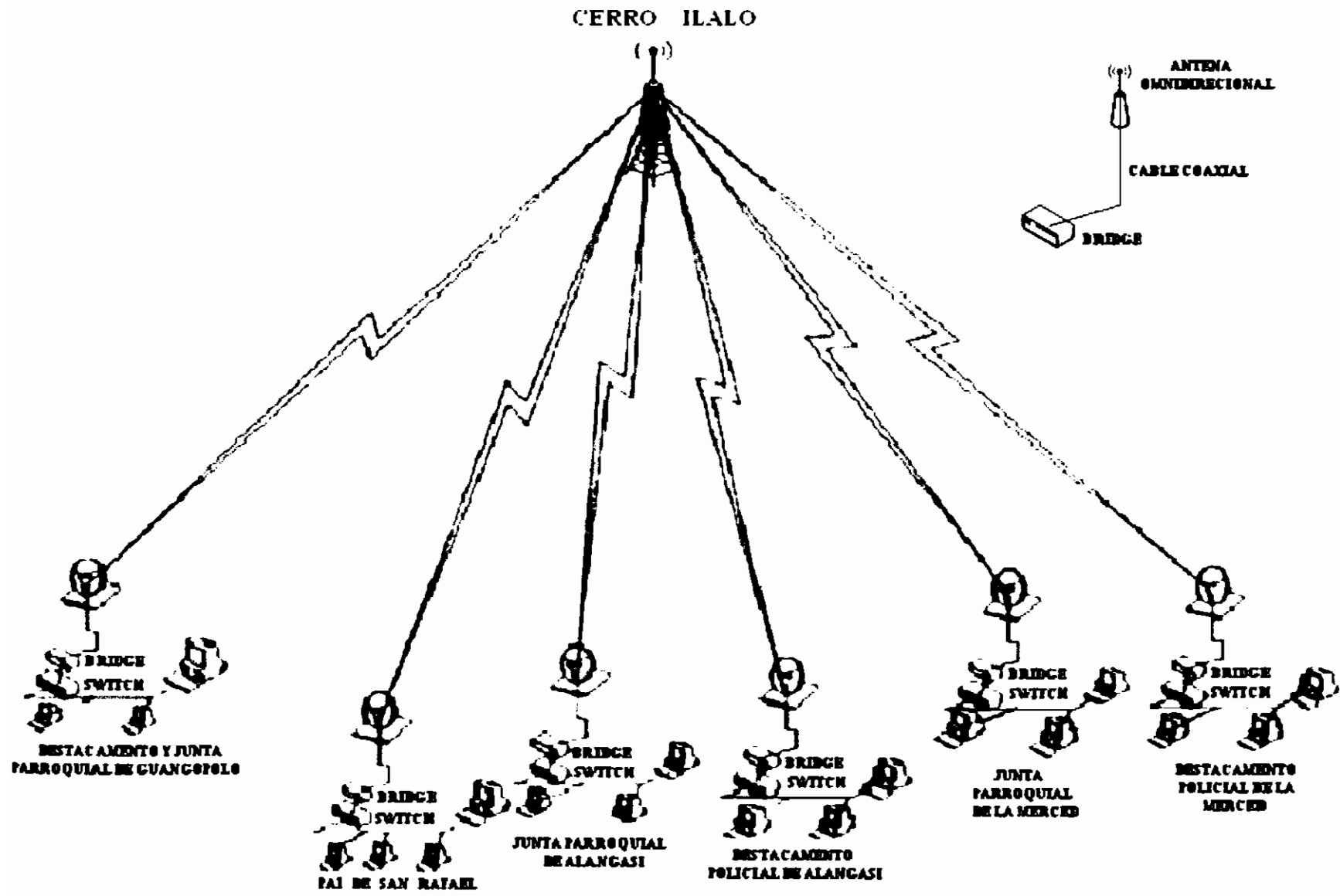


Figura 3.1 Esquema del Enlace Inalámbrico

Conforme a la información obtenida mediante una encuesta a las personas que trabajan en los distintos sitios, los mismos que serán atendidos por la red, se podrá mencionar los siguientes requerimientos:

- Diseñar una red de área local en topología estrella en cada sitio, dependiendo del número de salidas de telecomunicaciones que requieran respectivamente, para luego conectarse a un Switch, luego a un puente inalámbrico y finalmente salir a la antena.
- Deberá tenerse una antena directiva en cada uno de los lugares y una antena omnidireccional, para que mediante enlaces punto-multipunto los trabajadores administrativos y policiales de los diferentes sitios puedan acceder a la red inalámbrica.
- Los equipos activos deben presentar características de configuración de diferentes parámetros, como seguridades, velocidades, etc.
- La red debe tener una cobertura mínima, dependiendo de la distancia mínima a cubrir.
- La red debe presentar características técnicas mínimas que permitan la escalabilidad de la misma hasta cubrir su máxima cobertura.
- Se requiere que los enlaces tengan una confiabilidad mayor del 99.9% para que la señal en recepción sea inteligible (el nivel de la señal debe ser mayor que el nivel de ruido).
- Los equipos seleccionados deben incluir dentro de sus características técnicas un esquema de corrección de errores a fin de garantizar la integridad de los datos, además de un esquema de encriptación para proteger la información de usuarios extraños a la red.
- La técnica seleccionada para el diseño debe garantizar que exista una amplia gama de productos disponibles en el mercado nacional.

### **3.1.3 ASPECTOS GENERALES Y PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN UN RADIO ENLACE**

El desempeño de un sistema se garantiza en base a la obtención de parámetros de recepción de señal adecuados para garantizar una tasa de errores baja, requiriéndose la realización de los cálculos de propagación que

son los que permitirán establecer los parámetros de potencia de los equipos y la ganancia adecuada de las antenas.

Los sistemas analizados en el proyecto son del tipo LOS (Línea de Vista Directa), por lo tanto debemos cumplir con las condiciones de propagación en línea de vista sin obstáculos.

### 3.1.3.1 Propagación de Ondas Espaciales

La propagación de ondas espaciales incluye energía radiada que viaja unas cuantas millas, en la parte inferior de la atmósfera de la tierra. Las ondas espaciales incluyen ondas directas y ondas reflejadas de tierra; las ondas directas viajan esencialmente en línea recta, entre las antenas transmisora y receptora. La propagación de ondas espaciales con ondas directas se llama comúnmente transmisión de línea de vista y está limitada por la curvatura de la tierra.

Las ondas reflejadas a tierra son ondas reflejadas por la superficie de la tierra conforme se propagan, entre las antenas transmisora y receptora. La figura 3.2 muestra la propagación de ondas espaciales, entre dos antenas.

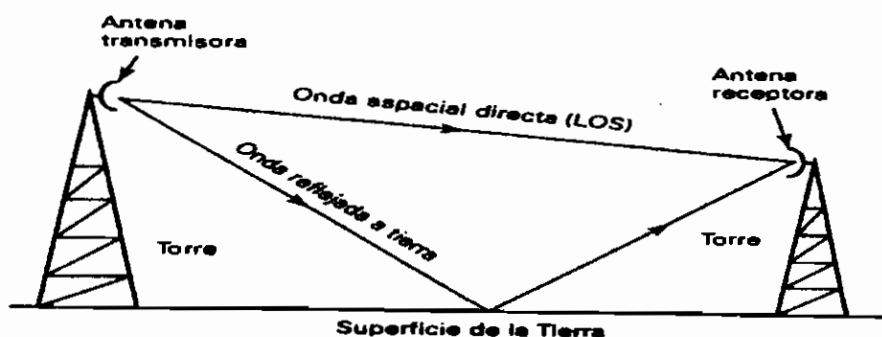


Figura 3.2 Propagación de ondas espaciales<sup>60</sup>

<sup>60</sup> Sistemas de Comunicaciones Electrónicas; TOMASI, Wayne; Segunda Edición; Prentice-Hall; página 369.



La intensidad del campo en la antena receptora depende de la distancia que hay entre las dos antenas (atenuación y absorción) y si las ondas, directa y reflejada a tierra, están en fase (interferencia).

La curvatura de la tierra presenta un horizonte para la propagación de ondas espaciales comúnmente llamado radio horizonte. Debido a la refracción atmosférica, el radio horizonte se extiende más allá del horizonte óptico para la atmósfera estándar común. El radio horizonte es aproximadamente cuatro tercios del horizonte óptico.

La tropósfera que es la región de la atmósfera terrestre adyacente a la tierra, se extiende hasta unos diez kilómetros de altura y tiene una temperatura que disminuye con la altura al ritmo de unos  $6,5^{\circ}$  C por kilómetro hasta un valor de unos  $-50^{\circ}$  C como límite superior, causa la refracción, debido a cambios en su densidad, temperatura, contenido de agua-vapor, y relativa conductividad. El radio horizonte puede alejarse simplemente elevando las antenas, transmisora o receptora (o ambas), por arriba de la superficie de la tierra, con torres o colocándolas arriba de montañas o edificios altos.

La figura 3.3 muestra el efecto que tiene la altura de la antena en el radio horizonte. El radio horizonte de línea de vista para una sola antena se da como

$$d = \sqrt{2h} \quad (\text{Ec. 3.1})$$

donde  $d$ : distancia a radio horizonte (millas)

$h$ : altura de la antena sobre el nivel del mar (pies)

Para una antena transmisora y una receptora, la distancia entre las dos antenas es:

$$d = d_t + d_r, \quad (\text{Ec. 3.2})$$

$$d = \sqrt{2h_t} + \sqrt{2h_r}$$

En donde  $d$ : distancia total (millas)

$d_t$ : radio horizonte para antenas transmisora (millas)

$d_t$ : radio horizonte para antena receptora (millas)

$h_t$ : altura de la antena transmisora (pies)

$h_r$ : altura de la antena receptora (pies)

$$d = \sqrt{2} \cdot \sqrt{h_t} + \sqrt{2} \cdot \sqrt{h_r} \quad (\text{Ec. 3.3})$$

en donde  $d_t$  y  $d_r$  son distancias en kilómetros y  $h_t$  y  $h_r$  son alturas en metros.

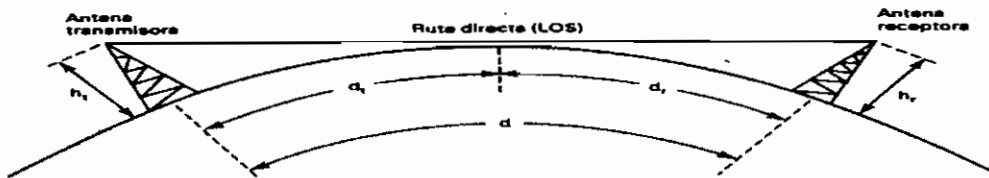


Figura 3.3 Ondas espaciales y radio horizonte<sup>61</sup>

### 3.1.3.2 Zonas de Fresnel

Las ondas electromagnéticas al propagarse entre dos puntos determinados configuran un elipsoide cuya sección transversal aumenta a medida que el frente de ondas se aleja de los extremos. Este fenómeno es variable con la frecuencia y da lugar a la formación de las denominadas zonas de Fresnel. Así, en un punto específico del trayecto, el radio del elipsoide de la  $n$ ésima región de Fresnel viene dado por la expresión:

$$R_n = \sqrt{\frac{n \times L_A \times L_B \times \lambda}{L}} \quad (\text{Ec. 3.4})$$

Donde  $R_n$ : Radio de la  $n$ ésima región del elipsoide de Fresnel

$n$ : Número de la elipsoide

<sup>61</sup> Sistemas de Comunicaciones Electrónicas; TOMASI, Wayne; Segunda Edición; Prentice-Hall; página 370.

$L_A$ : Distancia desde el punto en estudio al Terminal A

$L_B$ : Distancia desde el punto en estudio al Terminal B

L: Longitud total del trayecto

$\lambda$ : Longitud de onda ( $c/f$ )

c: Velocidad de la luz ( $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ )

f: Frecuencia de trabajo

En la figura 3.4 se muestran las longitudes  $L_A$  y  $L_B$ :

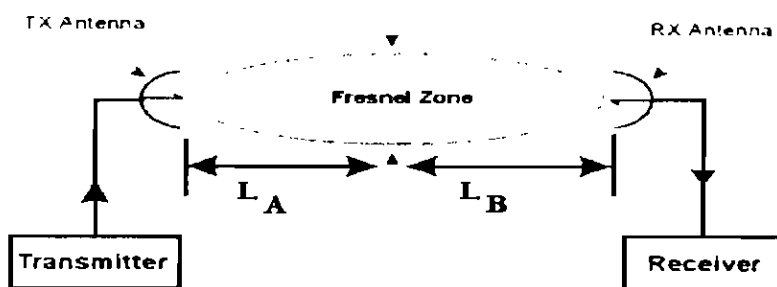


Figura 3.4 Representación de la zona de Fresnel<sup>62</sup>

Para los cálculos se considera la primera zona de Fresnel, la cual contribuye con la mayor parte de la energía al punto de recepción.

En la figura 3.5 se indica la zona de fresnel y su frente de onda.

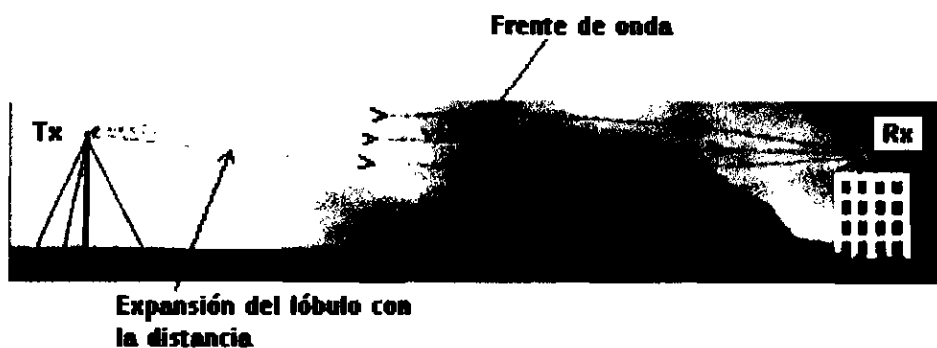


Figura 3.5 Zona de Fresnel

<sup>62</sup> <http://www.ydi.com/index.asp>

Si la frecuencia aumenta el radio de la zona de Fresnel disminuye, es decir el frente de ondas se hace más directivo.

Debido a que la atmósfera no es un medio homogéneo, la trayectoria del rayo sufre una curvatura dada por los índices de refracción de la atmósfera, adicionalmente la tierra también es curva, por lo que las líneas de vista deben ser calculadas en base a los índices de refracción y a la curvatura de la tierra con la constante  $K_e$ .

La constante  $K_e$  varía según la zona, obteniéndose así:

Para zonas frías  $K_e = 6/5$  a  $4/3$

Para zonas templadas  $K_e = 4/3$

Para zonas tropicales  $K_e = 4/3$  a  $2/3$

### 3.1.3.3 Obstrucciones que limitan la Línea de Vista en el Diseño de un Radioenlace

Entre los principales elementos que obstruyen la línea de vista se tienen:

- Obstrucciones topográficas como montañas.
- Curvatura de la tierra.
- Construcciones como casas o edificios altos, árboles.

En la figura 3.6 se indica la obstrucción por montaña.



Figura 3.6 Obstrucción por montaña <sup>63</sup>

<sup>63</sup> <http://www.fab-corp.com/lineofsight.htm>.

En el diseño se debe procurar que las obstrucciones mencionadas no intercepten a la primera zona de Fresnel, ya que de lo contrario se producen atenuaciones.

#### **3.1.3.4 Características de la Trayectoria de Propagación**

Las microondas experimentan refracciones y desviaciones en la atmósfera y están sujetas a obstrucción, difracción y reflexión al encontrar obstáculos tales como montañas, edificios altos, grandes extensiones de agua o terreno plano y capas atmosféricas. Si bien estas ondas se desplazan a la velocidad de la luz en un vacío perfecto, en la atmósfera la velocidad se reduce y varía de acuerdo con los cambios de densidad y contenido de humedad del aire.

La variación gradual del aire puede producir una refracción o desviación continua de las ondas de radio, de manera que el haz de transmisión se curva gradualmente hacia la capa atmosférica más densa (las más bajas). Debido a que la atmósfera se rarifica a medida que aumenta la altura, las ondas de radio y en menor grado las ondas luminosas no siguen una trayectoria rectilínea sino que normalmente se desvían hacia la tierra. Los trayectos de propagación usualmente se prolongan más allá del horizonte o línea visual, debido a que las ondas de radio son más sensibles que las luminosas a las tres gradientes de densidad atmosférica: presión, temperatura y humedad.

Generalmente la atmósfera no es homogénea sino que se estratifica en capas de diversa densidad o varía en forma continua; esta falta de homogeneidad presenta un medio de propagación irregular a la parte frontal del haz de microondas, lo que produce una propagación no sólo del haz principal o rayo directo sino también muchos otros haces o rayos secundarios refractados o reflejados que llegan a la antena de recepción con diversas fases y amplitudes. La amplitud resultante de la señal recibida es la suma del rayo principal más los secundarios.

En la Fig. 3.7 se muestra un radioenlace típico y su diagrama de niveles con todos los parámetros de diseño.

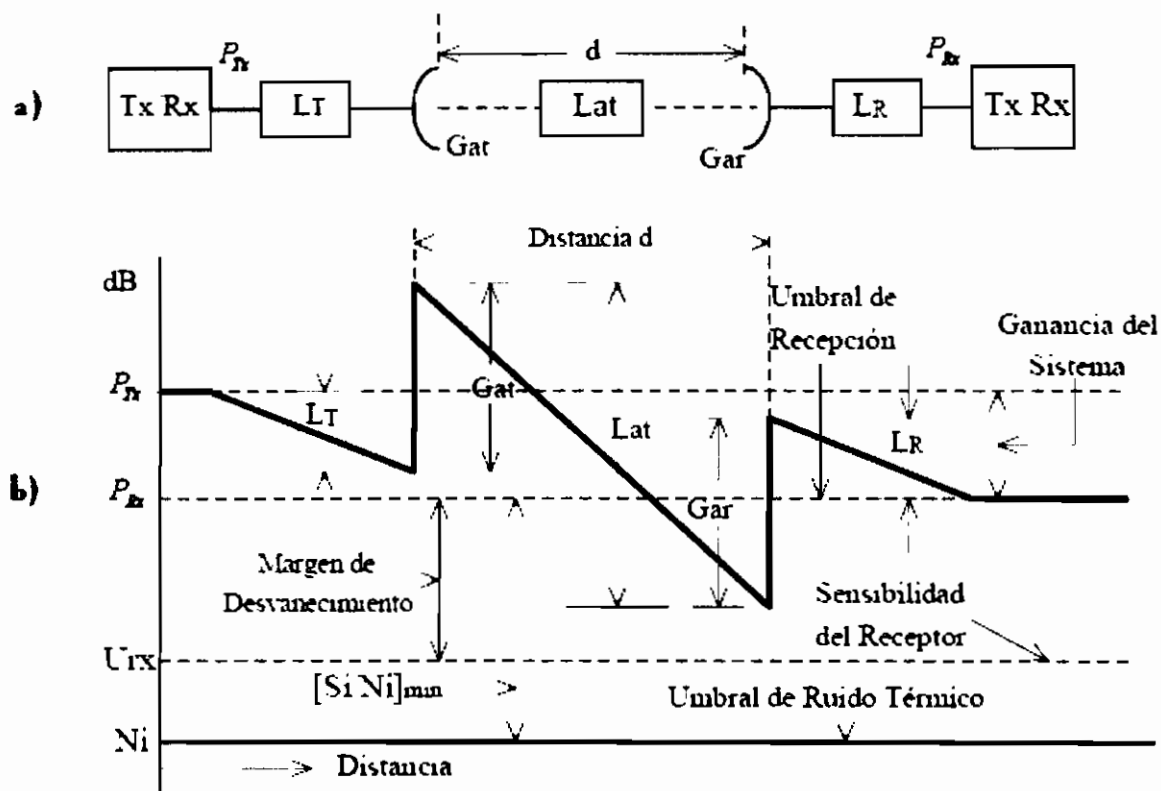


Figura 3.7 a) Radioenlace; b) Diagrama de Niveles en un Radioenlace de Microondas <sup>64</sup>

De la figura 3.7 se pueden obtener:

- $P_{Tx}$ : Potencia de salida del transmisor, en dBm
- $P_{Rx}$ : Potencia de entrada del receptor, en dBm
- $L_T$ : Pérdidas en la línea de transmisión antena-transmisor, en dB
- $L_R$ : Pérdidas en la línea de transmisión antena-receptor, en dB
- $G_{at}$  y  $G_{ar}$ : Ganancias de las antenas transmisora y receptora, en dB
- $L_{at}$ : Pérdidas en la trayectoria, en dB
- $d$ : Separación entre las antenas, en Km
- $\frac{S}{N}$ : Relación Señal a Ruido, adimensional

<sup>64</sup> [www.serbi.ula.ve/serbiula/libros-electronicos/libros/trasmisionde datos/pdf/capitulo IX](http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros-electronicos/libros/trasmisionde%20datos/pdf/capitulo%20IX).

También de la figura 3.7, podemos ver que

$$P_{Tx} = \left[ \frac{S_i}{N_i} \right]_{\min} + [N_i + L_T + L_{at} + L_R] - [G_{at} + G_{ar}] \text{ dBm} \quad (\text{Ec. 3.5})$$

$$P_{Rx} = P_{Tx} + \text{Ganancias} - \text{Pérdidas} \quad (\text{Ec. 3.6})$$

$$P_{Rx} = P_{Tx} + G_{at} + G_{ar} - L_T - L_R - L_{at} \quad (\text{Ec. 3.7})$$

### 3.1.3.5 Parámetros en la transmisión de señales por Microondas

A continuación vamos a describir algunos de los parámetros que afectan la transmisión de señales digitales por microondas.

#### 3.1.3.5.1 Pérdidas en el Espacio Libre

La pérdida de trayectoria en el espacio libre se define como la pérdida incurrida por una onda electromagnética conforme se propaga en una línea recta a través del espacio libre sin ninguna absorción o reflexión de energía de los objetos cercanos. Esta pérdida, normalmente expresada en dB, depende de la frecuencia de la señal y de la distancia de la trayectoria y viene dada por la siguiente expresión:

$$L_{dB} = 92.44 + 20 \log_{10}(d_{km}) + 20 \log_{10}(f_{GHz}) \text{ dB} \quad (\text{Ec. 3.8})$$

#### 3.1.3.5.2. Pérdidas en los Alimentadores (Feeders)

El feeder puede ser una guía de onda o cable coaxial y presenta una atenuación por unidad de longitud y se define como:

$$A_f = L_f \times A_o \quad (\text{Ec. 3.9})$$

Donde  $A_f$ : Pérdidas en los alimentadores

$L_f$ : Longitud total de feeder

$A_o$ : Atenuación del feeder por unidad de longitud

### 3.1.3.5.3 Pérdidas de Derivación (Branching)

Corresponden a la atenuación producida cuando la señal al partir desde el transmisor y llegar a su correspondiente feeder (similar en recepción), recorre una serie de filtros de radiofrecuencia y circuladores que producen dicha atenuación.

### 3.1.3.5.4 Ruido en el Receptor

En la transmisión por microondas en línea visual se introduce un ruido de fondo procedente de la agitación térmica que es función de la temperatura, conocido también como el “umbral de ruido térmico”, el cual viene dado mediante la expresión:

$$N_i = -198.6 + 10\log_{10}(T) + 10\log_{10}(B) + N_F \quad [dBm] \quad (\text{Ec. 3.10})$$

Donde T: Temperatura en grados Kelvin

B: Ancho de banda en Hz

$N_F$ : Ruido inherente de la etapa de entrada del receptor en dB

La cifra de ruido varía dependiendo de la clase de receptor y de la banda de operación utilizada. En general, la relación S/N mínima debe quedar de 10 a 20 dB sobre el ruido de agitación térmica (valor que depende del método de codificación y detección de las señales digitales) para funcionar con un BER máximo permitido de  $10^{-6}$  en el umbral de detección del receptor.

### 3.1.3.5.4 Umbral de Recepción

El umbral de recepción es la potencia mínima de la portadora a la entrada del receptor que proporcionará una relación S/N mínima y un BER máximo para recepción normal, como se muestra en la figura 3.7.



### 3.1.3.5.5 Margen de Desvanecimiento

El margen de desvanecimiento es uno de los factores más importantes que determinan el rendimiento de los sistemas de microondas. Este margen es la reserva de potencia de que dispone el receptor para contrarrestar los efectos de desvanecimientos atmosféricos cualquiera que sea su origen.

El margen de potencia contra el desvanecimiento debe ser apropiado para mantener al mínimo el BER especificado en la confiabilidad del sistema. El margen necesario se determina con base en las características del trayecto específico, la confiabilidad de propagación del sistema y el uso o la omisión de protección por diversidad. El margen de desvanecimiento se puede incluir como pérdida en el cálculo de la pérdida neta del sistema.

El valor de la potencia de recepción debe ser mayor que la potencia de umbral del equipo, para asegurar que el nivel de la señal pueda ser aceptado por el receptor. Por tanto el margen de desvanecimiento debe ser positivo y está dado por la siguiente expresión:

$$MD = P_{rx} - U_{rx} \quad [dB] \quad (\text{Ec. 3.11})$$

Donde  $P_{rx}$  : Potencia de entrada al receptor  
 $U_{rx}$  : Sensibilidad del Receptor

### 3.1.3.5.6 Confiabilidad

Se define la confiabilidad de un radioenlace como el porcentaje de tiempo durante el cual la señal que llega al receptor se mantiene sobre los límites mínimos aceptables para que la señal sea inteligible. Para que la señal recibida sea inteligible el nivel de la misma debe ser más fuerte que el nivel de ruido en el receptor.

$$\text{Confiabilidad} = 100 \cdot e^{-10^{(-M/10)}} \quad (\text{Ec. 3.12})$$

### 3.1.3.5.7 Pérdida Neta de la Trayectoria

La pérdida neta del trayecto estipula el total de atenuación o pérdida de intensidad que sufren las señales de microondas a lo largo de la trayectoria de propagación. Se compone de la pérdida en el trayecto, el margen de desvanecimiento, las pérdidas en cables y guías de ondas, pérdidas en el equipo de radio y cualquier otra pérdida entre las antenas de transmisión y recepción.

Asociada con la pérdida neta del trayecto se puede definir la “ganancia del sistema”.

#### 3.1.3.5.7.1 Ganancia del Sistema

La ganancia del sistema es la diferencia entre la potencia nominal de salida del transmisor y la potencia mínima de entrada requerida por un receptor. Se utiliza para predecir la confiabilidad de un sistema para determinados parámetros del sistema. Se puede definir mediante la siguiente expresión:

$$G_S = P_{Tx} - P_{Rx} \quad (\text{Ec. 3.13})$$

En donde  $G_S$ : Ganancia del sistema (dB)

$P_{Tx}$ : Potencia de salida del transmisor (dBm)

$P_{Rx}$ : potencia de entrada del receptor para una relación S/N y BER especificados (dBm)

Esta ganancia es constante, pues ella depende de las pérdidas y ganancias presentes en el enlace. En general, de la figura 3.7, se tiene:

$$G_S = \text{Pérdidas} - \text{Ganancias} = (L_R + L_{at} + L_T) - (G_{at} + G_{ar}) \text{dB} \quad (\text{Ec. 3.14})$$

Entendiéndose por “Pérdidas” la pérdida neta total del trayecto, mientras que por “Ganancias” las ganancias de las antenas transmisora y receptora.

### 3.1.3.5.8 Probabilidad de la Tasa de Error (BER)

La probabilidad de la tasa de bits errados BER, en un radio enlace digital causada sólo por ruido térmico viene dada por:

$$P_p = P_o \times 10^{-\frac{MD}{10}} \quad (\text{Ec. 3.15})$$

Donde MD: Margen de Desvanecimiento

$$P_o = K \cdot Q \times a \times f \times (D)^3 \quad (\text{Ec. 3.16})$$

Donde f: Frecuencia transmitida (GHz)

D: Longitud del trayecto (Km)

K\*Q: Factor dato  $2.1 \cdot 10^{-5}$

a: Factor de rugosidad igual a  $R^{-1.3}$

R: Rugosidad del terreno en metros

### 3.1.3.5.9 Disponibilidad de un Radioenlace

El radioenlace tendría una probabilidad de disponibilidad:

$$P_{dis} = 1 - P_p \quad (\text{Ec. 3.18})$$

En porcentaje se tiene

$$\% \text{ Disponibilidad} = (1 - P_p) \times 100 \quad (\text{Ec. 3.19})$$

## **3.2 DISEÑO DE LA RED DE ÁREA LOCAL**

En la visita realizada a los diferentes Destacamentos, Juntas parroquiales y el puesto de auxilio inmediato, se observó que en sus instalaciones cuentan con oficinas, dormitorios, salas de reuniones, cocina; tomando en consideración lo anterior, y con los planos realizados de todos estos sectores, podremos determinar la cantidad total de salidas de comunicaciones que se van a requerir en estos sitios y de esta manera dimensionar el cableado que se va utilizar en el presente diseño. De acuerdo a esto, se analizará la cantidad y las características de los equipos a utilizarse.

### **3.2.1 TECNOLOGÍA DE RED A IMPLEMENTARSE**

Los equipos en la actualidad funcionan independientemente a una velocidad de 10 Mbps tanto en las Juntas Parroquiales y Destacamentos policiales. El cableado estructurado está hecho con cable UTP categoría 3. A futuro existe la posibilidad de que alguno o todos los destacamentos y el puesto de auxilio inmediato cambien sus instalaciones ya que en la actualidad éstas no satisfacen los requerimientos físicos para un buen ambiente de trabajo. Sin embargo, nuestro diseño está hecho para mejorar los requerimientos de comunicación en las instalaciones actuales, uno de cuyos requerimientos es la velocidad proporcionada por ethernet, por lo que utilizaremos Fast Ethernet que es una tecnología superior. Esta mejora conlleva el aumento de terminales (salidas de voz y datos).

La futura tecnología de red debe proporcionar un ancho de banda aceptable y superar la velocidad de 10 Mbps. Fast Ethernet es la tecnología más difundida en el Ecuador y proporciona una velocidad de acceso de 100 Mbps. Cubrirá la demanda de los destacamentos policiales y Juntas parroquiales, además de que los precios del hardware que soporta esta nueva tecnología son accesibles para el usuario.

Fast Ethernet (100BASE-T) es la solución más viable para nuestro proyecto, ya que conserva los sistemas de cableado, el método MAC y formatos de trama de 10BASE-T.

### **3.2.2 TOPOLOGÍA DE LA RED A IMPLEMENTARSE**

Actualmente en las juntas parroquiales, destacamentos policiales y el puesto de auxilio inmediato, los equipos (computadoras principalmente) funcionan independientemente, es decir, no están interconectados entre sí formando una red.

Como una alternativa, se diseñarán redes locales en todos los sitios en base a una topología en estrella, mediante la utilización de un switch al cual cada estación de trabajo estará conectada.

### **3.2.3 CABLEADO**

Los destacamentos y juntas parroquiales manejarán algunas aplicaciones y programas de aplicación de MS WINDOWS, siendo útil el cable UTP categoría 5e.

#### **3.2.3.1 DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO**

Se debe considerar primeramente:

- Un diseño de cableado genérico independiente de las aplicaciones.
- Todo el cableado se lo hará con cable UTP categoría 5e.
- El número de áreas de trabajo se deriva de la observación de las instalaciones, planos y de acuerdo a las necesidades de las personas que trabajan en los distintos sitios.

##### **3.2.3.1.1 Diseño del cableado en el Destacamento y Junta parroquial de Guangopolo**

En la actualidad las instalaciones del Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo, tienen una precaria infraestructura en lo referente a comunicaciones. Los equipos funcionan independientemente a una velocidad de 10Mbps y disponen de un cableado con cable UTP categoría 3, por lo que se requiere un sistema de cableado estructurado para tener salidas de comunicación, contar con más estaciones de trabajo y así agilizar todos los

trámites. Tomando en cuenta esto, y según los estudios realizados en el capítulo anterior, el cableado deberá ser replanteado en su totalidad.

En la figura del Anexo A-1 se indican las instalaciones del destacamento y junta parroquial con detalle. A continuación se introducirá brevemente su descripción:

- a) En la parte izquierda están ubicadas las oficinas del destacamento, junta parroquial y tenencia política, donde se realizan los trámites legales, obras para la comunidad, cobro de impuestos, informes policiales, etc. Además en esta parte están ubicados el dormitorio y la cocina.
- b) La parte central es la entrada tanto a las oficinas como al salón de sesiones.
- c) En la parte derecha está ubicado el salón de sesiones donde se realiza reuniones de trabajo para informar de las obras que se realizan en la comunidad.

Especificaremos para el caso de Guangopolo:

- 5 salidas dobles de telecomunicaciones: en el salón de sesiones 2, en la oficina de la junta parroquial 1 y en la oficina de la tenencia política 2, donde 5 jacks corresponden a datos y 5 jacks corresponden a voz.
- Una salida simple en el dormitorio, donde 1 jack corresponde a voz.

<b>DATOS</b>	<b>VOZ</b>
5	6

Tabla 3.2 Salidas de Telecomunicaciones

Este valor no considera posibles aumentos de terminales de datos y voz en el transcurso del tiempo, por lo tanto, como criterio de diseño se recomienda dejar un crecimiento en los patch panels: para voz del 30 % al 35%<sup>65</sup> de la capacidad presente y para datos entre el 15% y 20%.<sup>66</sup>

<sup>65</sup> Sistema de cableado estructurado, Ing Pablo Hidalgo

<sup>66</sup> [www.lafacu.com/apuntes/informática/cableado/default.htm](http://www.lafacu.com/apuntes/informática/cableado/default.htm)

La tabla 3.3 muestra los requerimientos de salidas de datos y voz del Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo tomando en cuenta el crecimiento futuro.

<b>DATOS</b>	<b>VOZ</b>
6	8

Tabla 3.3 Salidas de telecomunicaciones con proyección para Guangopolo

Se considera que 1HU o 1 unidad de Rack equivale a 1.75", por lo que se procede a dimensionar el Rack a utilizarse en el cuarto de telecomunicaciones del Destacamento y Junta Parroquial.

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>HU</b>
1	Patch Panel	1
1	Bridge	1
1	Switch	1
1	Organizador Horizontal	1
2	Tolerancia	2
1	Espacio intermedio	1
<b>TOTAL</b>		<b>7</b>

Tabla 3.4 Extensión del Rack

En el mercado se encuentran Racks de 15.75", 26.25", 42", 63", 77" y 80" <sup>67</sup>. Se tiene entonces que 7 HU equivalen a  $7 \times 1.75" = 12.25"$ , siendo el Rack a convenir de 15.75".

La cantidad de minicanaletas para el cableado horizontal que se necesita en el Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo se dimensionó midiendo la distancia promedio que existe entre los distintos puntos ubicados en los planos.

<sup>67</sup> Btnet, Sistema de Cableado Estructurado, Bticino, páginas:7, 8; bticino.ecuquito@bticino.com

Estas minicanaletas deben cumplir con la recomendación para enrutamientos horizontales TIA/EIA-569, donde se recomienda que los ductos y canaletas deben mantener un factor de llenado del 60%<sup>68</sup>.

Se consideran dos tipos de minicanaletas<sup>69</sup> de  $(A \times B)mm$ , donde  $Amm$  es el ancho y  $Bmm$  es el alto:

1. Minicanaletas plásticas de  $(22 \times 10)mm$  que permiten llevar en su interior 2 cables UTP de 4 pares.

*Cálculo de la cantidad de minicanaletas:*

$$(11.17 + 2.35 + 3.43 + 3.47 + 2.38 + 1.97 + 3.48 + 2.17 + 1.22)m = 31.64m$$

Las minicanaletas tienen una longitud de 2.10 m<sup>70</sup>, por lo tanto:

$$\text{Canaleta de } 22mm \times 10mm = \frac{31.64m}{2.10m} = 15$$

2. Minicanaleta plásticas de  $(32 \times 10)mm$  que permiten llevar en su interior 4 cables UTP de 4 pares.

*Cálculo de la cantidad de minicanaletas:*

$$(5.2 + 3.48 + 4.77 + 2.69 + 0.88) m = 17.02m$$

Las minicanaletas tienen una longitud de 2.10 m, por lo tanto:

$$\text{Canaleta de } 32mm \times 10mm = \frac{17.02m}{2.10m} = 9$$

El total de cable a utilizarse se lo puede realizar utilizando el método de aproximación<sup>71</sup> en donde se toma en cuenta la distancia más larga y más corta medidas desde el closet de telecomunicaciones hasta la salida de telecomunicaciones más alejada o más cercana de la instalación.

Considerando los planos referentes de Guangopolo en la figura del Anexo A-2 se tiene:

<sup>68</sup>Sistema de cableado estructurado, Ing Pablo Hidalgo

<sup>69</sup>Btnet, Catálogo Versión Reducida, Bticino, página 26; bticino.ecuquito@bticino.com

<sup>70</sup>Btnet, Catálogo Versión Reducida, Bticino, página 26; bticino.ecuquito@bticino.com

<sup>71</sup>Sistema de cableado estructurado, Ing Pablo Hidalgo



- a) La distancia más lejana desde el closet de telecomunicaciones hasta la salida de telecomunicaciones es:  $11.17 + 2.35 + 5.2 = 18.72 \text{ m}$
- b) La distancia más corta es:  $5.2 \text{ m}$
- c) La distancia promedio obtenida es:

$$dp = \frac{dmáx + dmin}{2} = \frac{18.72m + 5.20m}{2} = 11.96m$$

Si se considera un 10% de holgura en la longitud promedio y una holgura de 2.5 m para la terminación en el cuarto de telecomunicaciones, entonces se tiene que la longitud de cada corrida es de:

$$d1 = dp * 1.1$$

$$d1 = 11.96m * 1.1 = 13.16m$$

$$d2 = d1 + 2.5$$

$$d2 = 13.16m + 2.5 = 15.66$$

Un rollo de cable UTP categoría 5e se comercializa con una longitud de 305 m por lo tanto se tienen que cada rollo proporciona:

$$\#corridas = \frac{30.5m}{d2}$$

$$\#corridas = \frac{305m}{15.66m} = 19.48$$

El número de rollos de cable UTP categoría 5e a utilizarse en el Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo es de:

$$\#rollos = \frac{\#puntos}{\#corridas}$$

$$\#rollos = \frac{11}{19.48} = 0.56$$

La tabla 3.5 corresponde a los elementos para el cableado estructurado que se utilizarán en el Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	Rollos de cable UTP cat. 5e	0.56
2	Jacks RJ45 cat. 5e	11
3	Patch Cords RJ45 - RJ45 de 1.5m	22
4	Cinta de identificadores	1
5	Cajetines	6
6	FACE plate de 2 ranuras	5
7	FACE plate de 1 ranuras	1
8	Rack metálico	1
9	Patch panel de 16 puertos	1
10	Organizador horizontal	1
11	Bandejas	2
12	Funda amarras plásticas de 20 cm.	1
13	Canaleta de 22mm x 10mm	15
14	Canaleta de 32mm x 10mm	9

Tabla 3.5 Accesorios Categoría 5e para el Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo

### **3.2.3.1.1.1 Hardware y equipos a utilizar en el Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo**

Se necesitan tres computadores, dos computadores ubicados en la oficina de la Tenencia Política, y una en la oficina de la Junta Parroquial. No se ubican computadores de escritorio en el salón de sesiones, ya que al realizar reuniones de trabajo e informes de obras se utilizarán computadoras portátiles para exposiciones, las mismas que serán traídas por los expositores.

Adicionalmente se utilizarán equipos para VoIP, tecnología que permitirá a los usuarios informáticos establecer conversaciones de voz a través de su equipo, mediante una conexión a internet. También equipos para videoconferencia como una cámara y una tarjeta de vídeo. Se introducirá una PBX (fuera del Rack), que servirá para la comunicación interna entre los usuarios sin que

implique gastos adicionales en el consumo telefónico. En esta central telefónica se cuentan con dos líneas de entrada para proporcionar las distintas extensiones a las diferentes oficinas.

En la tabla 3.6 se indican el hardware y los equipos que se utilizarán.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	<b>PC escritorio</b> CPU Intel Pentium IV 3.0 GHz Tarjeta de red 10/100 Mbps Ethernet Memoria RAM 512 MB Disco duro de 80 GB, Monitor 17"	3
2	Equipos para VoIP y Videoconferencia por Internet	1
3	Impresora Lexmark láser E-230 B/N	2
4	Impresora LEXMARK Inkjet Z-812 color USB	2
5	Scanner Genius Vivid 1200 CP USB	2
6	Switch 3 COM 8 puertos	1
7	Central telefónica Panasonic	1
8	Teléfonos convencionales	5

Tabla 3.6 Hardware y Equipos

### 3.2.3.1.1.2 Software a utilizar en el Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo

Al tratarse de instituciones públicas se necesitan licencias para la instalación de los sistemas operativos en cada computador y así no tener ningún problema con organismos de control. En la tabla 3.7 se indican esas licencias.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	Licencias de Windows XP	3
2	Licencias de Office 2003	3
3	Norton Antivirus	3

Tabla 3.7 Software

### 3.2.3.1.2 Diseño del Cableado en la Junta Parroquial de Alangasí

Al realizar la visita a la Junta Parroquial se observaron sus instalaciones, las mismas que se muestran en la figura del Anexo A-3. Su sistema de cableado estructurado al igual que otras características, son las mismas que en los demás destacamentos y juntas parroquiales, es decir, con cable UTP categoría 3, velocidad de 10Mbps y Ethernet. También los equipos funcionan en forma independiente (no en red).

En la parte izquierda está ubicado el salón de reuniones sociales y en la parte derecha se ubican las oficinas de la Junta Parroquial, Tenencia Política, una biblioteca y el dormitorio.

Especificaremos para el caso de la Junta Parroquial de Alangasí:

- 6 salidas dobles de telecomunicaciones: en el salón de reuniones sociales 2, en la oficina de la junta parroquial 2, en la oficina de la tenencia política 1 y en la biblioteca 1, donde 6 jacks corresponden a datos y 6 jacks corresponden a voz.
- Una salida simple en el dormitorio, donde 1 jack corresponde a voz.

<b>DATOS</b>	<b>VOZ</b>
6	7

**Tabla 3.8** Salidas de Telecomunicaciones

En total se tienen 13 Jacks, teniendo un total de 13 puertos.

Para la cantidad de puertos a dejar para un crecimiento en el patch panel se consideran los mismos porcentajes analizados en el destacamento y junta parroquial de Guangopolo, por lo que se obtiene 7 puertos para datos y 9 puertos para voz.

A continuación se dimensiona el Rack a utilizarse en el cuarto de telecomunicaciones de la Junta Parroquial. Esta información se muestra en la tabla 3.9.

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>HU</b>
1	Patch Panel	1
1	Bridge	1
1	Switch	1
1	Organizador Horizontal	1
2	Tolerancia	2
1	Espacio intermedio	1
<b>TOTAL</b>		<b>7</b>

Tabla 3.9 Extensión del Rack

Equivalente a  $7 \times 1.75'' = 12.25''$ , el Rack a convenir es el de  $15.75''$ .

La cantidad de minicanaletas que se utilizarán en el cableado horizontal se lo realiza de idéntica forma que en el caso de Guangopolo.

Cantidad de Minicanaletas plásticas de  $(22 \times 10)mm$ :

$$3.27 + 19.61 + 7.11 + 2.84 + 4.43 + 3.79 + 2.74 + 4.59 + 5.64 + 0.75 + 2.04 = 56.81m$$

$$\frac{56.81m}{2.10m} = 27$$

Cantidad de Minicanaletas plásticas de  $(32 \times 10)mm$ :

$$9.07 + 0.93 = 10m$$

$$\frac{10m}{2.10m} = 5$$

La distancia mínima al rack es de 2.74m y la distancia máxima de cableado horizontal que disponemos en nuestro sistema es de  $(19.61 + 3.27 + 3.79)m = 26.67m$ . Para calcular la cantidad de cable requerido se toman en cuenta esas distancias mínima y máxima, las mismas que están indicadas en el Anexo A-4.

Distancia promedio: 
$$dp = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2} = \frac{26.67m + 2.74m}{2} = 14.71m$$

Utilizando los mismos criterios para las holguras se tiene que la longitud de cada corrida es de:

$$d1 = dp * 1.1$$

$$d1 = 14.71m * 1.1 = 16.18m$$

$$d2 = d1 + 2.5$$

$$d2 = 16.18m + 2.5 = 18.68m$$

Cada rollo proporciona:

$$\#corridas = \frac{305m}{d2}$$

$$\#corridas = \frac{305m}{18.68} = 16.33 \approx 16$$

El número de rollos se determina considerando el número de puntos totales y el número de corridas, por lo tanto el número de rollos de cable UTP categoría 5e a utilizarse en la Junta Parroquial de Alangasi es de:

$$\#rollos = \frac{\#puntos}{\#corridas}$$

$$\#rollos = \frac{13}{16.33} = 0.80 \quad \text{rollo de cable UTP categoría 5e.}$$

En la tabla 3.10 se indican los elementos para el cableado estructurado.

<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	Rollos de cable UTP cat. 5e	0.80
2	Jacks RJ45 cat. 5e	13
3	Patch Cord de 2m	26
4	Cinta de identificadores	1
5	Cajetines	7
6	Face plate de 2 ranuras	6
7	Face plate de 1 ranuras	1
8	Rack metálico	1
9	Patch panel de 16 puertos	1
10	Organizador horizontal	1
11	Bandejas	2
12	Funda amarras plásticas de 20 cm.	1
13	Canaleta de 22mm x 10mm	27
14	Canaleta de 32mm x 10mm	5

Tabla 3.10 Accesorios categoría 5e para la Junta Parroquial de Alangasí

#### **3.2.3.1.2.1 Hardware y equipos a utilizar en la Junta Parroquial de Alangasí**

Se ubicarán 2 computadores de escritorio en la oficina de la Junta Parroquial, 1 en la oficina de la Tenencia Política y 1 en la biblioteca; en el salón de reuniones sociales no se ubicarán computadores de escritorio ya que se utilizarán computadores portátiles temporalmente.

Para VoIP y videoconferencia por Internet se utilizarán equipos de similares características que en el caso del destacamento y junta parroquial de Guangopolo. También se usará una PBX de características técnicas similares a la PBX de ese sector.

En la tabla 3.11 se indican el hardware y los equipos que se utilizarán.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	<b>PC escritorio</b> CPU Intel Pentium IV 3.0 GHz tarjeta de red 10/100 Mbps Ethernet Memoria RAM 512 MB Disco duro de 80 GB, Monitor 17"	4
2	Equipos para VoIP y Videoconferencia por Internet	1
3	Impresora Lexmark láser E-230 B/N	2
4	Impresora LEXMARK Inkjet Z-812 color USB	2
5	Scanner Genius Vivid 1200 CP USB	2
6	Switch 3 COM 8 puertos	1
7	Central telefónica Panasonic	1
8	Teléfonos convencionales	6

Tabla 3.11 Hardware y Equipos

### 3.2.3.1.2.2 Software a utilizar en la Junta Parroquial de Alangasí

Igual que en el caso de Guangopolo, al tratarse de instituciones públicas se necesitan licencias para el software, tal como se indica en la tabla 3.12.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	Licencias de Windows XP	4
2	Licencias de Office 2003	4
3	Norton Antivirus	4

Tabla 3.12 Software

### 3.2.3.1.3 Diseño del Cableado en el Destacamento Policial de Alangasí

Sus instalaciones se indican en la figura del Anexo A-5 que constan de una oficina y 4 dormitorios. En los dormitorios ubicamos salidas para voz y en la oficina salidas doble tanto de voz y datos.



<b>DATOS</b>	<b>VOZ</b>
3	7

Tabla 3.13 Salidas de Telecomunicaciones

La tabla 3.14 muestra los requerimientos de jacks para datos y voz del destacamento Policial tomando en cuenta los crecimientos.

<b>DATOS</b>	<b>VOZ</b>
4	9

Tabla 3.14 Salidas de Telecomunicaciones con proyección

Con lo cual seleccionaremos un patch panel de 16 puertos.

En la tabla 3.15 se dimensiona el rack a utilizarse en el cuarto de telecomunicaciones del destacamento.

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>HU</b>
1	Patch Panel	1
1	Bridge	1
1	Switch	1
1	Organizador Horizontal	1
2	Tolerancia	2
1	Espacio	1
<b>TOTAL</b>		<b>7</b>

Tabla 3.15 Extensión del Rack

Equivalente a  $7 \times 1.75" = 12.25"$ . El Rack a convenir es el de  $15.75"$ .

La cantidad de minicanaletas que se utilizarán en el cableado horizontal se lo obtiene considerando el número de cables y la distancia promedio entre los distintos puntos ubicados en el plano.

Cantidad de Minicanaletas de 22mm x 10mm:

$$3.52 + 2.86 + 2.57 + 2.7 + 1.77 + 2.66 = 16.08m$$

$$\frac{16.08m}{2.10m} = 8$$

Cantidad de Minicanaletas de 32mm x 10mm:

$$0.84 + 1.3 + 2.01 + 1.71 + 4.13 = 9.99m$$

$$\frac{9.99m}{2.10m} = 5$$

Se tiene una distancia mínima al Rack de 2.01 m y una distancia máxima de  $4.13+1.71+1.77+2.66 = 10.27$  m. Estas distancias se utilizan en el cálculo de la cantidad de cable requerido para nuestro SCE (Sistema de Cableado Estructurado) y están indicadas en la figura del Anexo A-6.

Distancia promedio: 
$$dp = \frac{d_{max} + d_{min}}{2} = \frac{10.27m + 2.014m}{2} = 6.14m$$

Con los mismos criterios de holgura en la longitud promedio y para la terminación en el cuarto de telecomunicaciones, la longitud de cada corrida es de:

$$d1 = dp * 1.1$$

$$d1 = 6.14 * 1.1 = 6.75m$$

$$d2 = d1 + 2.5$$

$$d2 = 6.75m + 2.5 = 9.25m$$

Cada rollo proporciona:

$$\#corridas = \frac{305m}{d2}$$

$$\#corridas = \frac{305m}{9.25m} = 32.97 \rightarrow 32corridas$$

El número de rollos a utilizarse en la Junta Parroquial de Alangasí es de:

$$\#rollos = \frac{\#puntos}{\#corridas}$$

$$\#rollos = \frac{10}{10.37} = 0.30 \text{ rollo de cable UTP categoría 5e.}$$

En la tabla 3.16 se indican los elementos para el cableado estructurado.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	Rollos de cable UTP cat. 5e	0.30
2	Jacks RJ45 cat. 5e	10
3	Patch Cord de 2m	20
4	Cinta de identificadores	1
5	Cajetines	7
6	Face plate de 2 ranuras	3
7	Face plate de 1 ranuras	4
8	Rack metálico	1
9	Patch panel de 16 puertos	1
10	Organizador horizontal	1
11	Bandejas	2
12	Funda amarras plásticas de 20 cm.	1
13	Canaleta de 22mm x 10mm	8
14	Canaleta de 32mm x 10mm	5

Tabla 3.16 Accesorios Categoría 5e para el Destacamento Policial de Alangasi

### 3.2.3.1.3.1 Hardware y equipos a utilizarse en el Destacamento Policial de Alangasí

Se ubicarán 3 computadores de escritorio en la oficina del Destacamento Policial.

Para VoIP y videoconferencia se utilizarán equipos con iguales características técnicas que en Guangopolo. Así también una PBX similar.

En la tabla 3.17 se indican el hardware y los equipos que se utilizarán.

Ítem	Descripción	Cantidad
1	<b>PC escritorio</b> CPU Intel Pentium IV 3.0 GHz tarjeta de red 10/100 Mbps Ethernet Memoria RAM 512 MB Disco duro de 80 GB, Monitor 17"	3
2	Equipos para VoIP y Videoconferencia por Internet	1
3	Impresora Lexmark láser E-230 B/N	1
4	Impresora LEXMARK Inkjet Z-812 color USB	1
5	Scanner Genius Vivid 1200 CP USB	1
6	Switch 3 COM 8 puertos	1
7	Central telefónica Panasonic	1
8	Teléfonos convencionales	6

Tabla 3.17 Hardware y Equipos

### 3.2.3.1.3.2 Software a utilizar en el Destacamento Policial de Alangasí

Se necesitan licencias para el software, las mismas que se especifican en la tabla 3.18.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	Licencias de Windows XP	3
2	Licencias de Office 2003	3
3	Norton Antivirus	3

Tabla 3.18 Costos de Software

#### 3.2.3.1.4 Diseño del Cableado en la Junta Parroquial de la Merced

Especificaremos para el caso de la Junta Parroquial de la Merced:

2 salidas dobles de telecomunicaciones donde 2 jack corresponden a datos y 2 jacks corresponden a voz, tal como se indica en la figura del Anexo A-7.

<b>DATOS</b>	<b>VOZ</b>
2	2

Tabla 3.19 Salidas de Telecomunicaciones

En total se tienen 4 Jacks, teniendo un total de 4 puertos.

Para la cantidad de puertos a dejar vacantes en el Patch Panel se considerarán los mismos porcentajes del caso de Guangopolo por lo que se obtienen 3 salidas para datos y 3 salidas para voz.

En la tabla 3.20 se dimensiona el rack a utilizarse en el cuarto de telecomunicaciones de la Junta Parroquial.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	HU
1	Patch Panel	1
1	Bridge	1
1	Switch	1
1	Organizador Horizontal	1
2	Tolerancia	2
1	Espacio	1
<b>TOTAL</b>		<b>7</b>

Tabla 3.20 Extensión del Rack

Equivalente a  $7 \times 1.75" = 12.25"$ . El rack a convenir es el de  $15.75"$ .

Cantidad de Minicanaletas de 22mm x 10mm:

$$2.32 + 2.09 + 3.37 + 1.44 = 9.22m$$

$$\frac{9.22m}{2.10m} = 5$$

Tomando en cuenta una distancia mínima al rack de 2.32m y una distancia máxima de 3.374m que se pueden observar en la figura del Anexo A-8, se calcula la cantidad de cable requerido.

Distancia promedio: 
$$dp = \frac{d_{max} + d_{min}}{2} = \frac{3.374m + 2.32m}{2} = 2.85m$$

La longitud de cada corrida es de:

$$d1 = dp * 1.1$$

$$d1 = 2.85 * 1.1 = 3.14m$$

$$d2 = d1 + 2.5$$

$$d2 = 3.14m + 2.5 = 5.64m$$

Cada rollo proporciona:

$$\#corridas = \frac{305m}{d2}$$

$$\#corridas = \frac{305m}{5.64m} = 54.08 \rightarrow 54corridas$$

El número de rollos a utilizarse en la Junta Parroquial de la Merced es de:

$$\#rollos = \frac{\#puntos}{\#corridas}$$

$$\#rollos = \frac{4}{54.08} = 0.07 \text{ rollos de cable UTP categoría 5e.}$$

En la tabla 3.21 se indican los elementos para el cableado estructurado.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	Rollos de cable UTP cat. 5e	0.07
2	Jacks RJ45 cat. 5e	4
3	Patch Cord de 2 m	8
4	Cinta de identificadores	1
5	Cajetines	2
6	Face plate de 2 ranuras	2
7	Face plate de 1 ranuras	0
8	Rack metálico	1
9	Patch panel de 16 puertos	1
10	Organizador horizontal	1
11	Bandejas	2
12	Funda amarras plásticas de 20 cm.	1
13	Canaleta de 22mm x 10mm	5
14	Canaleta de 32mm x 10mm	0

Tabla 3.21 Accesorios Categoría 5e para la Junta Parroquial de la Merced

### 3.2.3.1.4.1 Hardware y equipos a utilizarse en la Junta Parroquial de la Merced

Esta oficina presenta una área pequeña por lo tanto ubicaremos 2 computadores de escritorio.

Los equipos para VoIP y Videoconferencia por Internet son similares a los de Gaungopolo. En este caso no se utilizará una PBX por la necesidad de pocas salidas para voz.

En la tabla 3.22 se indican el hardware y los equipos que se utilizarán.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	<b>PC escritorio</b> CPU Intel Pentium IV 3.0 GHz Tarjeta de red 10/100 Mbps Ethernet Memoria RAM 512 MB Disco duro de 80 GB, Monitor 17"	2
2	Equipos para VoIP y Videoconferencia por Internet	1
3	Impresora Lexmark láser E-230 B/N	1
4	Impresora LEXMARK Inkjet Z-812 color USB	1
5	Scanner Genius Vivid 1200 CP USB	1
6	Switch 3 COM 8 puertos	1
7	Teléfonos convencionales	2

Tabla 3.22 Hardware y Equipos

### 3.2.3.1.4.2 Software a utilizarse en la Junta Parroquial de la Merced

Debido a que es una entidad pública necesita licencias para el software de sus equipos, las mismas que se especifican en la tabla 3.23.



<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	Licencias de Windows XP	2
2	Licencias de Office 2003	2
3	Norton Antivirus	2

Tabla 3.23 Software

### 3.2.3.1.5 Diseño del Cableado en el Destacamento Policial de la Merced

En la actualidad cuenta con dos salidas de telecomunicaciones para voz y no tiene salidas para datos. Sus instalaciones se muestran en la figura del Anexo A-9.

Especificaremos para el caso del Destacamento Policial de la Merced:

- 6 salidas dobles de telecomunicaciones, donde 6 jacks corresponden a datos y 6 jacks corresponden a voz.
- 3 salidas simples, donde 3 jacks corresponden a voz.

<b>DATOS</b>	<b>VOZ</b>
6	9

Tabla 3.24 Salidas de Telecomunicaciones

En total se tienen 15 Jacks, teniendo un total de 15 puertos. Por lo tanto se elegirá un patch panel de 16 puertos.

La tabla 3.25 muestra los requerimientos de jacks para datos y voz del destacamento Policial tomando en cuenta los crecimientos.

<b>DATOS</b>	<b>VOZ</b>
7	12

Tabla 3.25 Salidas de Telecomunicaciones con proyección

A continuación se dimensiona el rack a utilizarse en el cuarto de telecomunicaciones del Destacamento Policial de la Merced, para el efecto se considera la tabla 3.26.

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>HU</b>
1	Patch Panel	1
1	Bridge	1
1	Switch	1
1	Organizador Horizontal	1
2	Tolerancia	2
1	Espacio	1
<b>TOTAL</b>		<b>7</b>

**Tabla 3.26** Extensión del Rack.

Equivalente a  $7 \times 1.75" = 12.25"$ . El Rack a convenir es el de  $15.75"$ .

Cantidad de Minicanaleta de 22mm x 10mm:

$$1.56 + 4.86 + 1.6 + 2.3 + 2.71 + 5.23 + 5.51 + 4.034 + 5.35 + 1.5 + 1.94 + 2.24 = 39.14m$$

$$\frac{39.14m}{2.10m} = 19$$

Cantidad de Minicanaleta de 32mm x 10mm:

$$5.09 + 2.06 + 2.8 + 4.51 + 5.12 = 19.58m$$

$$\frac{19.58m}{2.10m} = 10$$

Considerando los planos referentes al Destacamento Policial de la Merced localizados en el Anexo A -10 se tiene una distancia mínima al rack de 5.09 m y una distancia máxima de  $(1.56+4.86+1.6+2.06+2.8+4.51)m = 17.39$  m. Con estos datos calculamos la cantidad de cable requerido.

Distancia promedio: 
$$dp = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2} = \frac{17.39m + 5.09m}{2} = 11.24m$$

La longitud de cada corrida es de:

$$d1 = dp * 1.1$$

$$d1 = 11.24 * 1.1 = 12.36m$$

$$d2 = d1 + 2.5$$

$$d2 = 12.36 + 2.5 = 14.86m$$

Cada rollo proporciona:

$$\# \text{corridas} = \frac{305m}{d2}$$

$$\# \text{corridas} = \frac{305m}{14.86m} = 20.52 \rightarrow 20 \text{corridas}$$

El número de rollos se determina considerando el número total de puntos de telecomunicaciones y el número de corridas. Por lo tanto el número de rollos a utilizarse en el Destacamento Policial de la Merced es de:

$$\# \text{rollos} = \frac{\# \text{puntos}}{\# \text{corridas}}$$

$$\# \text{rollos} = \frac{15}{20.52} = 0.73 \text{ rollo de cable UTP categoría 5e.}$$

En la tabla 3.27 se indican los elementos para el cableado estructurado.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	Rollos de cable UTP cat. 5e	0.73
2	Jacks RJ45 cat. 5e	15
3	Patch Cord de 2m	30
4	Cinta de identificadores	1
5	Cajetines	9
6	Face plate de 2 ranuras	6
7	Face plate de 1 ranuras	3
8	Rack metálico	1
9	Patch panel de 16 puertos	1
10	Organizador horizontal	1
11	Bandejas	2
12	Funda amarras plásticas de 20 cm.	1
13	Canaleta de 22mm x 10mm	19
14	Canaleta de 32mm x 10mm	10

Tabla 3.27 Accesorios Categoría 5e para el Destacamento Policial de la Merced

### **3.2.3.1.5.1 Hardware y equipos a utilizarse en el Destacamento Policial de la Merced**

Se ubica en total 6 computadores de escritorio: dos en la oficina del destacamento policial, dos en la oficina del registro civil y dos en la tenencia política.

Se utilizarán equipos para VoIP y videoconferencia por internet con similares características técnicas que en el caso de Guangopolo. De igual manera una PBX similar a la que se utilizará en ese sector.

En la tabla 3.28 se indican el hardware y los equipos que se utilizarán.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	<b>PC escritorio</b> CPU Intel Pentium IV 3.0 GHz Tarjeta de red 10/100 Mbps Ethernet Memoria RAM 512 MB Disco duro de 80 GB, Monitor 17"	6
2	Equipos para VoIP y Videoconferencia por Internet	1
3	Impresora Lexmark láser E-230 B/N	3
4	Impresora LEXMARK Inkjet Z-812 color USB	3
5	Scanner Genius Vivid 1200 CP USB	3
6	Switch 3 COM 8 puertos	1
7	Central telefónica Panasonic	1
8	Teléfonos convencionales	8

Tabla 3.28 Hardware y Equipos

### 3.2.3.1.5.2 Software a utilizarse en el Destacamento Policial de la Merced

Se necesitan licencias para el sistema operativo de sus computadoras, las mismas que se especifican en la tabla 3.29.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	Licencias de Windows XP	6
2	Licencias de Office 2003	6
3	Norton Antivirus	6

Tabla 3.29 Software

### 3.2.3.1.6 Diseño del Cableado en el Puesto de auxilio Inmediato de San Rafael

Es el principal puesto de auxilio inmediato donde se solicita la atención de emergencias como robos, allanamientos, ayuda en caso de asaltos a casas,

centros comerciales. En este sitio también se realizan operaciones de emisión de boletas de captura, citación a personas que han cometido algún delito. Al igual que en los casos anteriores, este sitio cuenta con el mismo cableado estructurado y sus equipos funcionan independientemente. Sus instalaciones se muestran en la figura del Anexo A - 11.

Especificaremos para el caso del Puesto de Auxilio Inmediato de San Rafael:

- 4 salidas dobles de telecomunicaciones, donde 4 jacks corresponden a datos y 4 jacks corresponden a voz.
- 3 salidas simples, donde 3 jacks corresponden a voz.

<b>DATOS</b>	<b>VOZ</b>
4	7

Tabla 3.30 Salidas de Telecomunicaciones

La tabla 3.31 muestra los requerimientos de jacks para datos y voz del Puesto de Auxilio Inmediato de San Rafael tomando en cuenta los crecimientos.

<b>DATOS</b>	<b>VOZ</b>
5	9

Tabla 3.31 Salidas de Telecomunicaciones con proyección.

A continuación se dimensiona el Rack a utilizarse en el cuarto de telecomunicaciones. Para el efecto se considera la tabla 3.32.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	HU
1	Patch Panel	1
1	Bridge	1
1	Switch	1
1	Organizador Horizontal	1
2	Tolerancia	2
1	Espacio	1
<b>TOTAL</b>		<b>7</b>

Tabla 3.32 Extensión del Rack

Equivalente a  $7 \times 1.75'' = 12.25''$ . El Rack a convenir es el de  $15.75''$ .

Cantidad de Minicanaleta de 22mm x 10mm:

$$2.12 + 3.32 + 5.61 + 2.74 + 2.16 + 3.45 = 19.40m$$

$$\frac{19.40m}{2.10m} = 10$$

Cantidad de Minicanaleta de 32mm x 10mm:

$$1.73 + 2.25 + 1.27 + 2.75 + 5.07 + 1.22 = 14.29m$$

$$\frac{14.29m}{2.10m} = 7$$

Considerando los planos referentes al Puesto de Auxilio Inmediato de San Rafael localizados en el Anexo A-12 se tiene que la distancia mínima al Rack que es de 3.98 m y distancia máxima es de  $(5.61+3.32+2.12+1.73+2.25)m = 15.03$  m. Estos datos utilizamos para calcular la cantidad de cable requerido.

Distancia promedio: 
$$dp = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2} = \frac{15.03m + 3.98m}{2} = 9.51m$$

La longitud de cada corrida considerando la holgura igual que en los casos anteriores es de:

$$d1 = dp * 1.1$$

$$d1 = 9.51 * 1.1 = 10.46m$$

$$d2 = d1 + 2.5$$

$$d2 = 10.46 + 2.5 = 12.96m$$

Cada rollo proporciona:

$$\#corridas = \frac{305m}{d2}$$

$$\#corridas = \frac{305m}{12.96m} = 23.53 \rightarrow 23corridas$$

El número de rollos a utilizarse es de:

$$\#rollos = \frac{\#puntos}{\#corridas}$$

$$\#rollos = \frac{11}{23.53} = 0.47 \text{ rollo de cable UTP categoría 5e.}$$

En la tabla 3.33 se indican los elementos para el cableado estructurado.



<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	Rollos de cable UTP cat. 5e	0.47
2	Jacks RJ45 cat. 5e	11
3	Patch Cord de 2m	22
4	Cinta de identificadores	1
5	Cajetines	7
6	Face plate de 2 ranuras	4
7	Face plate de 1 ranuras	3
8	Rack metálico	1
9	Patch panel de 16 puertos	1
10	Organizador horizontal	1
11	Bandejas	2
12	Funda amarras plásticas de 20 cm.	1
13	Canaleta de 22mm x 10mm	10
14	Canaleta de 32mm x 10mm	7

Tabla 3.33 Accesorios categoría 5e para el Puesto de Auxilio Inmediato de San Rafael

### 3.2.3.1.6.1 Hardware y equipos a utilizarse en el Puesto de auxilio inmediato de San Rafael

Se ubican en total 4 computadores de escritorio: tres en la oficina principal y una en la oficina del Puesto de Auxilio Inmediato.

Se utilizarán equipos para VoIP y videoconferencia por Internet de similares características técnicas que en los todos los casos anteriores. Así mismo, una PBX para el servicio interno de la institución similar a la que se utilizará en los otros sitios de nuestro diseño.

En la tabla 3.34 se indican el hardware y los equipos que se utilizarán.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	<b>PC escritorio</b> CPU Intel Pentium IV 3.0 GHz Tarjeta de red 10/100 Mbps Ethernet Memoria RAM 512 MB Disco duro de 80 GB, Monitor 17"	4
2	Equipos para VoIP y Videoconferencia por Internet	1
3	Impresora Lexmark láser E-230 B/N	2
4	Impresora LEXMARK Inkjet Z-812 color USB	2
5	Scanner Genius Vivid 1200 CP USB	2
6	Switch 3 COM 8 puertos	1
7	Central telefónica Panasonic	1
8	Teléfonos convencionales	6

Tabla 3.34 Hardware y Equipos

### 3.2.3.1.6.2 Software a utilizarse en el Puesto de Auxilio Inmediato de San Rafael

Debido que es una institución pública al igual que en los casos anteriores, necesita de licencias para instalar del sistema operativo en las computadoras, las mismas que se especifican en la tabla 3.35.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
1	Licencias de Windows XP	4
2	Licencias de Office 2003	4
3	Norton Antivirus	4

Tabla 3.35 Software

### **3.3 DISEÑO DEL ENLACE INALÁMBRICO**

En la figura 3.8 se muestra la posición geográfica de los destacamentos y juntas parroquiales del Noroeste del Valle de los Chillos. Estos son:

- 1) El Puesto de auxilio inmediato de San Rafael.
- 2) La Junta Parroquial y el Destacamento policial de Guangopolo.
- 3) La junta Parroquial y el Destacamento policial de Alangasí.
- 4) La Junta Parroquial y el Destacamento policial de La Merced.

Todos estos establecimientos apuntan a un sitio ubicado en el cerro Ilaíó, teniendo con este punto línea de vista directa.

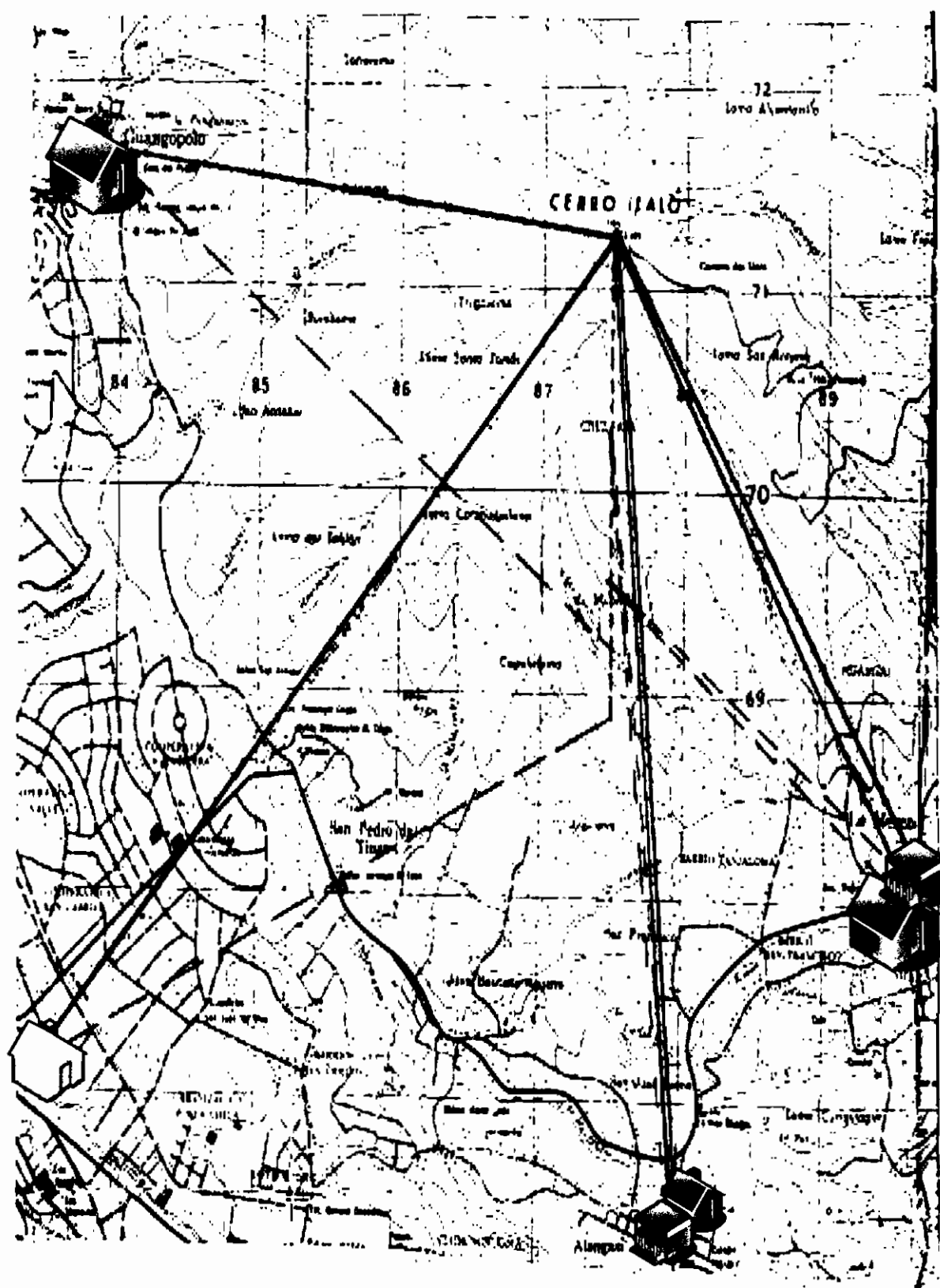


Figura 3.8 Posición geográfica de los destacamentos policiales y Juntas Parroquiales del Noroeste del Valle de los Chillos

- DESTACAMENTO POLICIAL Y JUNTA PARROQUIAL DE GUANGOPOLO
- PUESTO DE AUXILIO INMEDIATO DE SAN RAFAEL
- DESTACAMENTO POLICIAL DE LA MERCED
- JUNTA PARROQUIAL DE LA MERCED
- DESTACAMENTO POLICIAL DE ALANGASÍ
- JUNTA PARROQUIAL DE ALANGASÍ

### **3.3.1 ANÁLISIS DE LÍNEAS DE VISTA**

La línea de vista es una línea imaginaria que se traza a partir de la base hasta el lugar donde se encuentra el equipo remoto que se pondrá en operación para establecer un enlace. Debido a que las ondas de radio de alta frecuencia son atenuadas por obstáculos, se requiere línea de vista sin obstrucciones entre las antenas para un óptimo desempeño y un alcance máximo.

Para determinar si hay línea de vista es necesario utilizar binoculares, si no es factible el alcance de la vista. Cuando hay obstrucción causada por montañas, edificios, árboles, curvatura de la tierra, y en general la topografía del terreno, la instalación no es posible.

La topografía del terreno, en este sector del Valle, no permite tener una línea de vista entre los establecimientos de la figura 3.8, ya que se encuentra con algunos edificios, espesa vegetación, altos árboles. Por lo tanto, los diferentes sitios no podrán establecer una comunicación directa entre ellos sino a través de una antena ubicada en el cerro Ilaló.

La realización del enlace inalámbrico se lo puede realizar de dos maneras:

- 1) Utilizando repetidores, los mismos que se utilizarían en un gran número. Teniendo en cuenta el costo elevado, no sería factible utilizarlos.

- 2) La otra manera es aprovechar la altura de las montañas, en este caso el cerro Ilaló, el mismo que nos permite tener una línea de vista sin obstáculos a todos los establecimientos.

Es así que, luego de haber realizado una visualización detallada desde todos los sitios escogidos para el diseño del enlace inalámbrico, comprobamos que entre cada uno de estos lugares y el cerro Ilaló existe una línea de vista perfecta, dejando atrás la obstrucción de la alta maleza, árboles, edificios, y demás topografía existente en la zona. Por esta razón, se optará por la segunda opción para la realización de este enlace.

Para que un enlace sea considerado como "enlace sin obstrucciones" debe tener al menos el 60% de la primera zona de Fresnel libre de obstáculos. Una vez verificado que se cumpla esto, se pueden emplear las ecuaciones de pérdidas en el espacio libre para los cálculos de propagación.

El mapa de la figura 3.8 se obtuvo del Instituto Geográfico Militar, siendo de escala 1:25000. Cada cuadrícula tiene 1000 m de lado, por lo que 1 cm equivale a 250 m. Se pueden visualizar las alturas sobre el nivel del mar de los destacamentos y juntas parroquiales respectivamente en la tabla 3.36.

<b>Sitio</b>	<b>Altura [m]</b>
Puesto de auxilio inmediato de San Rafael	2720.00
Destacamento policial de Guangopolo	2704.00
Junta Parroquial de Guangopolo	2704.00
Destacamento policial de Alangasí	2777.00
Junta Parroquial de Alangasí	2772.00
Destacamento policial de La Merced	2846.00
Junta Parroquial de La Merced	2846.00
El cerro Ilaló	3374.00

Tabla 3.36 Alturas sobre el nivel del mar de los Destacamentos Y Juntas Parroquiales

Consideraremos 24m de altura de la torre que estará ubicada en el cerro Ilaló, en la cual se colocará la antena omnidireccional a una altura de 15m; y, 5m de

En el mapa de la figura 3.9 se muestran las distancias desde los Destacamentos Policiales y Juntas Parroquiales al cerro Ijaló.

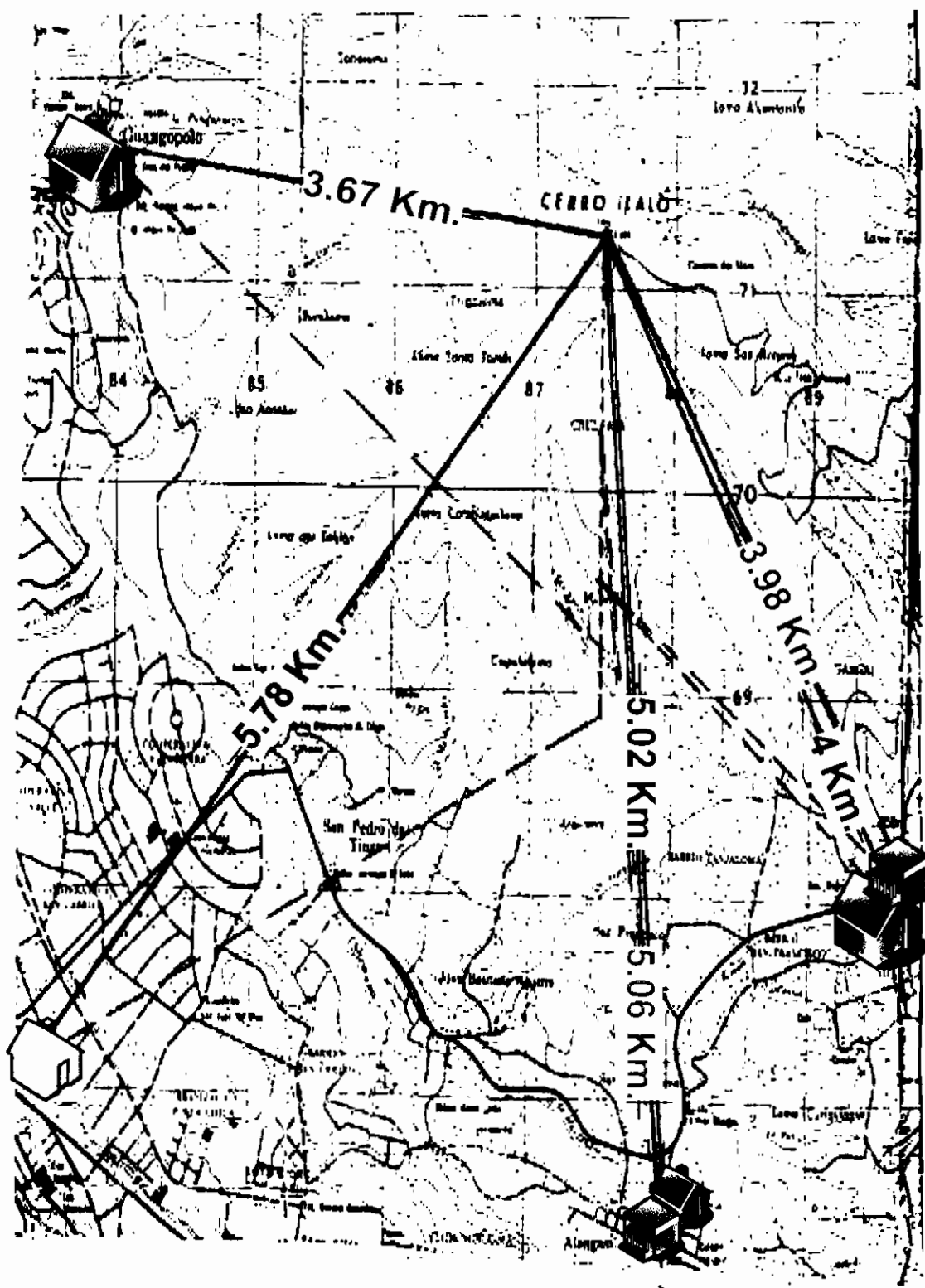


Figura 3.9 Distancias desde el Ijaló hasta los Destacamentos y Juntas Parroquiales

Los colores identifican los mismos lugares que en el caso de la figura 3.8.

La zona de Fresnel se lo calculará utilizando la ecuación 3.4 con  $n=1$  para enlaces sin obstáculos y con línea de vista basándonos en la figura 3.4.

Entonces se tiene:

$$R_1 = \sqrt{\frac{L_A * L_B * \lambda}{L}} \quad (\text{Ec. 3.20})^{73}$$

Siendo  $\lambda = \frac{c}{f}$  donde  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  y  $f = 5.8 \text{ GHz}$

El radio máximo de la zona de Fresnel se da cuando:  $L_A = L_B = \frac{L}{2}$

De donde se obtiene:

$$R_{\max} = \sqrt{\frac{L * \lambda}{4}} \quad (\text{Ec. 3.21})$$

$$\text{Primera zona de Fresnel} = 0.114 \times \sqrt{L} \quad (\text{metros}) \quad (\text{Ec. 3.22})$$

### 3.3.2 CÁLCULOS DEL ENLACE

Haciendo uso de las fórmulas descritas en los numerales 3.1.3.4 y 3.1.3.5, y con los datos que se muestran en la tabla 3.40, se realizarán los cálculos de propagación para cada radioenlace desde cada punto al cerro Ilaí.

<sup>73</sup> Radiocomunicaciones en las bandas de VHF y UHF, Japan Internacional Cooperation Agency; página 87



Mapa de Escala 1:50000	1cm = 16.13 seg	
Frecuencia [f]	5.8	GHz
Potencia de transmisión [ $P_{TX}$ ]	24	dBm
Ganancia de la antena de transmisión [ $G_{TX}$ ]	28	dBi
Ganancia de la antena de recepción [ $G_{Rx}$ ]	9	dBi
Pérdidas en los cables y conectores de transmisión [ $L_{TX}$ ]	3.4	dBi
Pérdidas en los cables y conectores de recepción [ $L_{RX}$ ]	5	dBi
Velocidad de la luz [c]	$3 \cdot 10^8$	m/s
Sensibilidad de la Recepción [ $U_{rx}$ ]	-83	dBm
Radio de la tierra	6370	Km

Tabla 3.40 Datos para el cálculo de propagación

En la tabla 3.41 se muestran los cálculos de propagación.

Ítem	Lugar	Longitud	Latitud	Distancia [Km]	Angulo azimut TX-Rx	Perdidas espacio libre [dB]	Señal de Rx [dbm]
1	Destacamento policial de la Merced	78°23'47"	0°17'20"	3.98	322.85°	119.7	-67.1
	Cerro Ilaló	78°25'5"	0°15'37"				
2	Junta Parroquial de la Merced	78°23'50"	0°17'23"	4.0	324.66°	119.75	-67.15
	Cerro Ilaló	78°25'5"	0°15'37"				
3	Junta Parroquial de Alangasi	78°24'43"	0°18'19"	5.02	352.4°	121.72	-69.2
	Cerro Ilalo	78°25'5"	0°15'37"				
4	Destacamento Policial de Alangasi	78°24'42"	0°18'20"	5.06	352.37°	121.79	-69.19
	Cerro Ilaló	78°25'5"	0°15'37"				
5	Puesto de Auxilio inmediato de San Rafael	78°27'15"	0°17'52"	5.78	45.15°	122.95	-70.25
	Cerro Ilaló	78°25'5"	0°15'37"				
6	Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo	78°27'3"	0°15'24"	3.67	96.29°	119	-66.4
	Cerro Ilaló	78°25'5"	0°15'37"				

Tabla 3.41 Cálculos de propagación desde cada punto al cerro Ilaló

En las tablas 3.42, 3.43, 3.44, 3.45, 3.46 y 3.47 se muestran los datos de las curvas de perfil de todos los establecimientos, los mismos que fueron tomados de mapas proporcionados por el Instituto Geográfico Militar, y los correspondientes gráficos de: Primera Zona de Fresnel, Línea de Vista y Perfil Topográfico, que constan en las figuras 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 y 3.15 que fueron obtenidos mediante la utilización de un programa computarizado, el cual es utilizado por Movistar y algunas empresas dedicadas al estudio de radioenlaces.

### CERRO ILALÓ – DESTACAMENTO Y JUNTA PARROQUIAL DE GUANGOPOLO

<b>Distancia [km]</b>	<b>Elevación [m]</b>				
0.000	3374.00	0.800	3100.00	1.675	2840.00
0.025	3360.00	0.825	3080.00	1.700	2840.00
0.050	3340.00	0.850	3080.00	1.725	2820.00
0.075	3320.00	0.875	3080.00	1.750	2840.00
0.100	3320.00	0.900	3020.00	1.775	2816.00
0.125	3304.00	0.925	3010.00	1.800	2816.00
0.150	3304.00	0.950	2993.00	1.825	2824.00
0.175	3304.00	0.975	2993.00	1.850	2813.00
0.200	3260.00	1.000	2993.00	1.875	2813.00
0.225	3260.00	1.025	2976.00	1.900	2800.00
0.250	3230.00	1.050	2976.00	1.925	2809.00
0.275	3240.00	1.075	2953.00	1.950	2809.00
0.300	3240.00	1.100	2940.00	1.975	2792.00
0.325	3233.00	1.125	2940.00	2.000	2793.00
0.350	3233.00	1.150	2920.00	2.025	2787.00
0.375	3200.00	1.175	2920.00	2.050	2787.00
0.400	3200.00	1.200	2900.00	2.075	2772.00
0.425	3200.00	1.225	2900.00	2.100	2760.00
0.450	3160.00	1.250	2896.00	2.125	2760.00
0.475	3160.00	1.275	2880.00	2.150	2754.00
0.500	3144.00	1.300	2880.00	2.175	2754.00
0.525	3152.00	1.325	2890.00	2.200	2754.00
0.550	3152.00	1.350	2880.00	2.225	2747.00
0.575	3133.00	1.375	2880.00	2.250	2733.00
0.600	3160.00	1.400	2862.00	2.275	2722.00
0.625	3160.00	1.425	2864.00	2.300	2722.00
0.650	3140.00	1.450	2849.00	2.325	2720.00
0.675	3140.00	1.475	2849.00	2.350	2720.00
0.700	3133.00	1.500	2858.00	2.375	2720.00
0.725	3133.00	1.525	2851.00	2.400	2719.00
0.750	3133.00	1.550	2851.00	2.425	2719.00
0.775	3100.00	1.575	2840.00	2.450	2719.00
		1.600	2846.00	2.475	2718.00
		1.625	2846.00	2.500	2718.00
		1.650	2840.00	2.525	2718.00

2.550	2718.00	2.925	2695.00	3.300	2680.00
2.575	2717.00	2.950	2695.00	3.325	2680.00
2.600	2716.00	2.975	2690.00	3.350	2680.00
2.625	2716.00	3.000	2690.00	3.375	2678.00
2.650	2714.00	3.025	2690.00	3.400	2678.00
2.675	2714.00	3.050	2688.00	3.425	2676.00
2.700	2714.00	3.075	2688.00	3.525	2680.00
2.725	2708.00	3.100	2685.00	3.550	2680.00
2.750	2708.00	3.125	2685.00	3.575	2690.00
2.775	2708.00	3.150	2682.00	3.600	2690.00
2.800	2704.00	3.175	2681.00	3.625	2700.00
2.825	2701.00	3.200	2681.00	3.650	2704.00
2.850	2700.00	3.225	2680.00	3.675	2704.00
2.875	2700.00	3.250	2680.00		
2.900	2699.00	3.275	2680.00		

Tabla 3.42 Datos para trazar el enlace Cerro Ilaló - Guangopolo

**CERRO ILALÓ – PUESTO DE AUXILIO INMEDIATO DE SAN RAFAEL**

<b>Distancia [km]</b>	<b>Elevación [m]</b>				
0.000	3374.00	0.925	3236.00	1.600	3080.00
0.025	3350.00	0.950	3240.00	1.625	3030.00
0.050	3345.00	0.975	3240.00	1.650	3027.00
0.075	3340.00	1.000	3236.00	1.675	3027.00
0.100	3313.00	1.025	3236.00	1.700	3020.00
0.125	3313.00	1.050	3187.00	1.725	3020.00
0.150	3317.00	1.075	3187.00	1.750	3020.00
0.175	3304.00	1.100	3184.00	1.775	2990.00
0.200	3312.00	1.125	3184.00	1.800	2980.00
0.225	3312.00	1.150	3184.00	1.825	2980.00
0.250	3316.00	1.175	3176.00	1.850	2960.00
0.275	3316.00	1.200	3140.00	1.875	2960.00
0.625	3300.00	1.225	3140.00	1.900	2950.00
0.650	3300.00	1.250	3140.00	1.925	2925.00
0.675	3287.00	1.275	3140.00	1.950	2925.00
0.700	3287.00	1.300	3140.00	1.975	2915.00
0.725	3279.00	1.325	3140.00	2.000	2915.00
0.750	3280.00	1.350	3117.00	2.025	2905.00
0.775	3265.00	1.375	3115.00	2.050	2903.00
0.800	3247.00	1.400	3115.00	2.075	2900.00
0.825	3247.00	1.425	3111.00	2.100	2900.00
0.850	3252.00	1.450	3111.00	2.125	2868.00
0.875	3252.00	1.475	3100.00	2.150	2868.00
0.900	3236.00	1.500	3100.00	2.175	2836.00
		1.525	3100.00	2.200	2867.00
		1.550	3100.00	2.225	2863.00
		1.575	3100.00	2.250	2863.00

2.275	2857.00	4.200	2600.00	5.025	2554.00
2.300	2857.00	4.225	2607.00	5.050	2531.00
2.325	2853.00	4.250	2587.00	5.075	2568.00
2.350	2909.00	4.275	2587.00	5.100	2552.00
2.375	2909.00	4.300	2573.00	5.125	2552.00
2.400	2900.00	4.325	2573.00	5.150	2520.00
2.425	2900.00	4.350	2547.00	5.175	2520.00
2.450	2884.00	4.375	2520.00	5.200	2520.00
2.475	2884.00	4.400	2520.00	5.225	2566.00
2.500	2884.00	4.425	2520.00	5.250	2566.00
2.525	2884.00	4.450	2520.00	5.275	2560.00
2.550	2868.00	4.475	2510.00	5.300	2560.00
2.575	2868.00	4.500	2520.00	5.325	2549.00
2.600	2852.00	4.525	2520.00	5.350	2549.00
2.625	2877.00	4.550	2520.00	5.375	2600.00
2.650	2866.00	4.575	2520.00	5.400	2600.00
2.675	2866.00	4.600	2520.00	5.425	2600.00
2.700	2843.00	4.625	2520.00	5.450	2600.00
2.725	2843.00	4.650	2569.00	5.475	2573.00
2.750	2831.00	4.675	2565.00	5.500	2573.00
2.775	2836.00	4.700	2565.00	5.525	2580.00
2.800	2836.00	4.725	2564.00	5.550	2580.00
2.825	2806.00	4.750	2564.00	5.575	2580.00
2.850	2806.00	4.775	2564.00	5.600	2576.00
2.875	2796.00	4.800	2570.00	5.625	2576.00
2.900	2796.00	4.825	2570.00	5.650	2596.00
2.925	2827.00	4.850	2569.00	5.675	2596.00
2.950	2827.00	4.875	2569.00	5.700	2600.00
2.975	2840.00	4.900	2566.00	5.725	2600.00
3.000	2840.00	4.925	2566.00	5.750	2720.00
3.025	2847.00	4.950	2566.00	5.775	2720.00
4.150	2606.00	4.975	2566.00		
4.175	2606.00	5.000	2554.00		

Tabla 3.43 Datos para trazar el enlace Cerro Ilaló – Puesto de Auxilio Inmediato de San Rafael

### CERRO ILALÓ – DESTACAMENTO POLICIAL DE ALANGASI

Distance [km]	Elevation [m]				
0.000	3374.00	0.150	3317.00	0.700	3287.00
0.025	3350.00	0.175	3304.00	0.725	3279.00
0.050	3345.00	0.200	3312.00	0.750	3280.00
0.075	3340.00	0.225	3312.00	0.775	3265.00
0.100	3313.00	0.250	3316.00	0.800	3247.00
0.125	3313.00	0.275	3316.00	0.825	3247.00
		0.625	3300.00	0.850	3252.00
		0.650	3290.00	0.875	3252.00
		0.675	3287.00	0.900	3236.00

0.925	3236.00	1.775	2990.00	2.625	2877.00
0.950	3240.00	1.800	2980.00	2.650	2866.00
0.975	3240.00	1.825	2980.00	2.675	2866.00
1.000	3236.00	1.850	2960.00	2.700	2843.00
1.025	3220.00	1.875	2960.00	2.725	2843.00
1.050	3187.00	1.900	2950.00	2.750	2831.00
1.075	3187.00	1.925	2925.00	2.775	2836.00
1.100	3184.00	1.950	2925.00	2.800	2836.00
1.125	3184.00	1.975	2915.00	2.825	2806.00
1.150	3184.00	2.000	2915.00	2.850	2806.00
1.175	3176.00	2.025	2905.00	2.875	2796.00
1.200	3140.00	2.050	2903.00	2.900	2796.00
1.225	3140.00	2.075	2900.00	2.925	2827.00
1.250	3140.00	2.100	2900.00	2.950	2827.00
1.275	3140.00	2.125	2868.00	2.975	2840.00
1.300	3140.00	2.150	2868.00	4.150	2775.00
1.325	3140.00	2.175	2836.00	4.175	2762.00
1.350	3117.00	2.200	2867.00	4.200	2769.00
1.375	3115.00	2.225	2863.00	4.225	2763.00
1.400	3115.00	2.250	2863.00	4.250	2769.00
1.425	3111.00	2.275	2857.00	4.275	2765.00
1.450	3111.00	2.300	2857.00	4.300	2765.00
1.475	3100.00	2.325	2853.00	4.325	2760.00
1.500	3100.00	2.350	2909.00	4.350	2760.00
1.525	3100.00	2.375	2909.00	4.875	2772.00
1.550	3100.00	2.400	2900.00	4.900	2770.00
1.575	3100.00	2.425	2900.00	4.925	2769.00
1.600	3080.00	2.450	2884.00	4.950	2768.00
1.625	3030.00	2.475	2884.00	4.975	2770.00
1.650	3027.00	2.500	2884.00	5.000	2770.00
1.675	3027.00	2.525	2884.00	5.025	2770.00
1.700	3020.00	2.550	2868.00	5.050	2775.00
1.725	3020.00	2.575	2868.00	5.060	2777.00
1.750	3020.00	2.600	2852.00		

Tabla 3.44 Datos para trazar el enlace Cerro Ilaló – Destacamento Policial de Alangasí

**CERRO ILALÓ – JUNTA PARROQUIAL DE ALANGASÍ**

<b>Distancia [km]</b>	<b>Elevación [m]</b>				
0.000	3374.00	0.125	3313.00	0.650	3290.00
0.025	3350.00	0.150	3317.00	0.675	3287.00
0.050	3345.00	0.175	3304.00	0.700	3287.00
0.075	3340.00	0.200	3312.00	0.725	3279.00
0.100	3313.00	0.225	3312.00	0.750	3280.00
		0.250	3316.00	0.775	3265.00
		0.275	3316.00	0.800	3247.00
		0.625	3300.00	0.825	3247.00

0.850	3252.00	1.725	3020.00	2.600	2852.00
0.875	3252.00	1.750	3020.00	2.625	2877.00
0.900	3236.00	1.775	2990.00	2.650	2866.00
0.925	3236.00	1.800	2980.00	2.675	2866.00
0.950	3240.00	1.825	2980.00	2.700	2843.00
0.975	3240.00	1.850	2960.00	2.725	2843.00
1.000	3236.00	1.875	2960.00	2.750	2831.00
1.025	3220.00	1.900	2950.00	2.775	2836.00
1.050	3187.00	1.925	2925.00	2.800	2836.00
1.075	3187.00	1.950	2925.00	2.825	2806.00
1.100	3184.00	1.975	2915.00	2.850	2806.00
1.125	3184.00	2.000	2915.00	2.875	2796.00
1.150	3184.00	2.025	2905.00	2.900	2796.00
1.175	3176.00	2.050	2903.00	2.925	2827.00
1.200	3140.00	2.075	2900.00	2.950	2827.00
1.225	3140.00	2.100	2900.00	2.975	2840.00
1.250	3140.00	2.125	2868.00	4.150	2775.00
1.275	3140.00	2.150	2868.00	4.175	2762.00
1.300	3140.00	2.175	2836.00	4.200	2769.00
1.325	3140.00	2.200	2867.00	4.225	2763.00
1.350	3117.00	2.225	2863.00	4.250	2769.00
1.375	3115.00	2.250	2863.00	4.275	2765.00
1.400	3115.00	2.275	2857.00	4.300	2765.00
1.425	3111.00	2.300	2857.00	4.325	2760.00
1.450	3111.00	2.325	2853.00	4.350	2760.00
1.475	3100.00	2.350	2909.00	4.875	2772.00
1.500	3100.00	2.375	2909.00	4.900	2770.00
1.525	3100.00	2.400	2900.00	4.925	2769.00
1.550	3100.00	2.425	2900.00	4.950	2768.00
1.575	3100.00	2.450	2884.00	4.975	2772.00
1.600	3080.00	2.475	2884.00	5.000	2772.00
1.625	3030.00	2.500	2884.00	5.020	2772.00
1.650	3027.00	2.525	2884.00		
1.675	3027.00	2.550	2868.00		
1.700	3020.00	2.575	2868.00		

Tabla 3.45 Datos para trazar el enlace Cerro Ilaló – Junta Parroquial de Alangasi

**CERRO ILALÓ – JUNTA PARROQUIAL DE LA MERCED**

<b>Distancia [km]</b>	<b>Elevación [m]</b>				
		0.100	3320.00	0.275	3240.00
		0.125	3304.00	0.300	3240.00
		0.150	3304.00	0.325	3233.00
0.000	3374.00	0.175	3304.00	0.350	3233.00
0.025	3360.00	0.200	3260.00	0.375	3200.00
0.050	3340.00	0.225	3260.00	0.400	3200.00
0.075	3320.00	0.250	3230.00	0.425	3200.00

0.450	3160.00	1.300	2880.00	2.150	2754.00
0.475	3160.00	1.325	2890.00	2.175	2800.00
0.500	3144.00	1.350	2880.00	2.200	2806.00
0.525	3152.00	1.375	2880.00	2.225	2806.00
0.550	3152.00	1.400	2862.00	2.250	2803.00
0.575	3133.00	1.425	2864.00	2.275	2804.00
0.600	3160.00	1.450	2849.00	3.050	2688.00
0.625	3160.00	1.475	2849.00	3.075	2688.00
0.650	3140.00	1.500	2858.00	3.100	2685.00
0.675	3140.00	1.525	2851.00	3.125	2685.00
0.700	3133.00	1.550	2851.00	3.150	2682.00
0.725	3133.00	1.575	2840.00	3.175	2681.00
0.750	3133.00	1.600	2846.00	3.200	2681.00
0.775	3100.00	1.625	2846.00	3.225	2680.00
0.800	3100.00	1.650	2840.00	3.250	2680.00
0.825	3080.00	1.675	2840.00	3.275	2680.00
0.850	3080.00	1.700	2840.00	3.300	2680.00
0.875	3080.00	1.725	2820.00	3.325	2680.00
0.900	3020.00	1.750	2840.00	3.350	2680.00
0.925	3010.00	1.775	2816.00	3.375	2678.00
0.950	2993.00	1.800	2816.00	3.400	2678.00
0.975	2993.00	1.825	2824.00	3.425	2676.00
1.000	2993.00	1.850	2813.00	3.525	2680.00
1.025	2976.00	1.875	2813.00	3.550	2680.00
1.050	2976.00	1.900	2800.00	3.575	2690.00
1.075	2953.00	1.925	2809.00	3.600	2690.00
1.100	2940.00	1.950	2809.00	3.625	2700.00
1.125	2940.00	1.975	2800.00	3.650	2704.00
1.150	2920.00	2.000	2805.00	3.675	2704.00
1.175	2920.00	2.025	2805.00	3.800	2750.00
1.200	2900.00	2.050	2806.00	3.900	2838.00
1.225	2900.00	2.075	2805.00	4.000	2846.00
1.250	2896.00	2.100	2807.00		
1.275	2880.00	2.125	2760.00		

Tabla 3.46 Datos para trazar el enlace Cerro Ilaló – Junta Parroquial de La Merced

**CERRO ILALÓ – DESTACAMENTO POLICIAL DE LA MERCED**

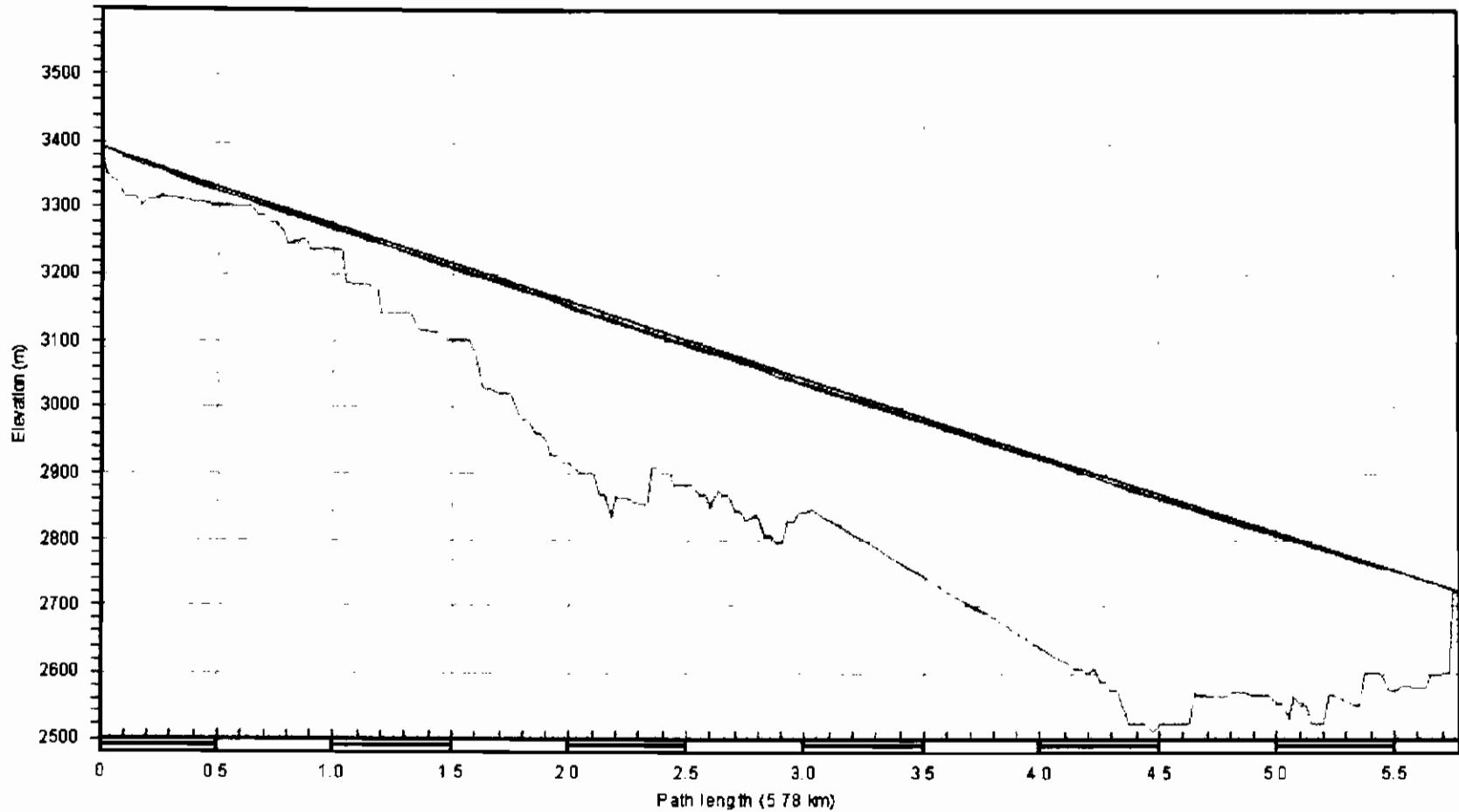
<b>Distancia [km]</b>	<b>Elevación [m]</b>				
0.000	3374.00	0.125	3304.00	0.325	3233.00
0.025	3360.00	0.150	3304.00	0.350	3233.00
0.050	3340.00	0.175	3304.00	0.375	3200.00
0.075	3320.00	0.200	3260.00	0.400	3200.00
0.100	3320.00	0.225	3260.00	0.425	3200.00
		0.250	3230.00	0.450	3160.00
		0.275	3240.00	0.475	3160.00
		0.300	3240.00	0.500	3144.00



0.525	3152.00	1.350	2880.00	2.175	2800.00
0.550	3152.00	1.375	2880.00	2.200	2806.00
0.575	3133.00	1.400	2862.00	2.225	2806.00
0.600	3160.00	1.425	2864.00	2.250	2803.00
0.625	3160.00	1.450	2849.00	2.275	2804.00
0.650	3140.00	1.475	2849.00	3.050	2688.00
0.675	3140.00	1.500	2858.00	3.075	2688.00
0.700	3133.00	1.525	2851.00	3.100	2685.00
0.725	3133.00	1.550	2851.00	3.125	2685.00
0.750	3133.00	1.575	2840.00	3.150	2682.00
0.775	3100.00	1.600	2846.00	3.175	2681.00
0.800	3100.00	1.625	2846.00	3.200	2681.00
0.825	3080.00	1.650	2840.00	3.225	2680.00
0.850	3080.00	1.675	2840.00	3.250	2680.00
0.875	3080.00	1.700	2840.00	3.275	2680.00
0.900	3020.00	1.725	2820.00	3.300	2680.00
0.925	3010.00	1.750	2840.00	3.325	2680.00
0.950	2993.00	1.775	2816.00	3.350	2680.00
0.975	2993.00	1.800	2816.00	3.375	2678.00
1.000	2993.00	1.825	2824.00	3.400	2678.00
1.025	2976.00	1.850	2813.00	3.425	2676.00
1.050	2976.00	1.875	2813.00	3.525	2680.00
1.075	2953.00	1.900	2800.00	3.550	2680.00
1.100	2940.00	1.925	2809.00	3.575	2690.00
1.125	2940.00	1.950	2809.00	3.600	2690.00
1.150	2920.00	1.975	2800.00	3.625	2700.00
1.175	2920.00	2.000	2805.00	3.650	2704.00
1.200	2900.00	2.025	2805.00	3.675	2704.00
1.225	2900.00	2.050	2806.00	3.800	2748.00
1.250	2896.00	2.075	2805.00	3.900	2749.00
1.275	2880.00	2.100	2807.00	3.980	2846.00
1.300	2880.00	2.125	2760.00		
1.325	2890.00	2.150	2754.00		

Tabla 3.47 Datos para trazar el enlace Cerro Ilaló – Destacamento Policial de La Merced

- Puesto de Auxilio Inmediato de San Rafael



**ILALO**  
 Latitude 00 15 37 00 S  
 Longitude 078 25 05.00 W  
 Azimuth 224.11°  
 Elevation 3374 m ASL  
 Antenna CL 15.0 m AGL

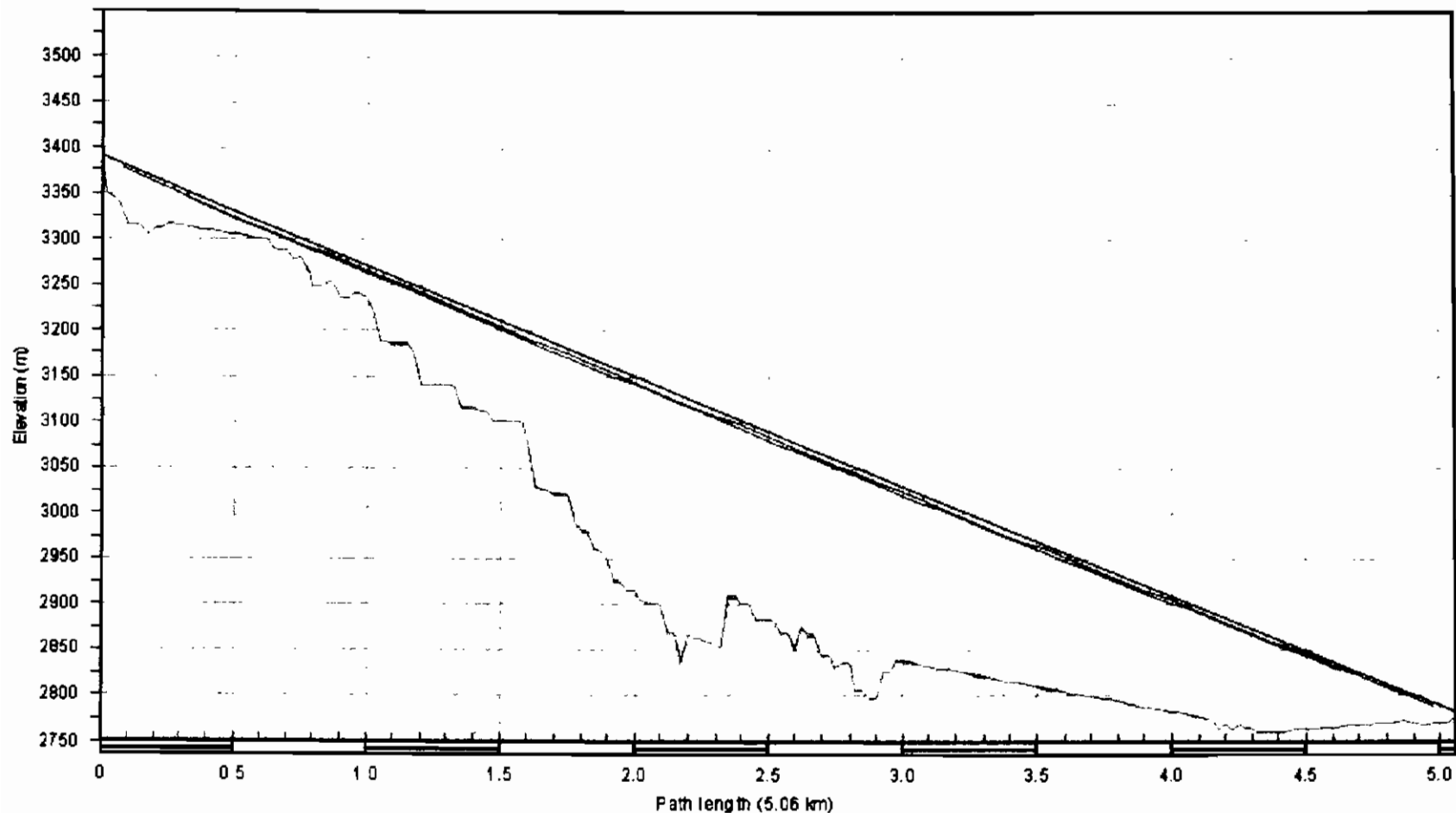
Frequency (MHz) = 5725.0  
 K = 1.33, 0.66  
 % F1 = 100.00, 80.00

**PAI**  
 Latitude 00 17 52 00 S  
 Longitude 078 27 15.00 W  
 Azimuth 44.11°  
 Elevation 2720 m ASL  
 Antenna CL 5.0 m AGL

MCF TELECOM

CALCULO ENLACE		Ago 24 05	ML
ILALO-PAI		ENLACE 2	

Figura 3.12 Enlace Cerro Ilaló – Destacamento Policial de Alangasí



**ILALO**  
 Latitude 00 15 37.00 S  
 Longitude 078 25 05.00 W  
 Azimuth 171.91°  
 Elevation 3374 m ASL  
 Antenna CL 15.0 m AGL

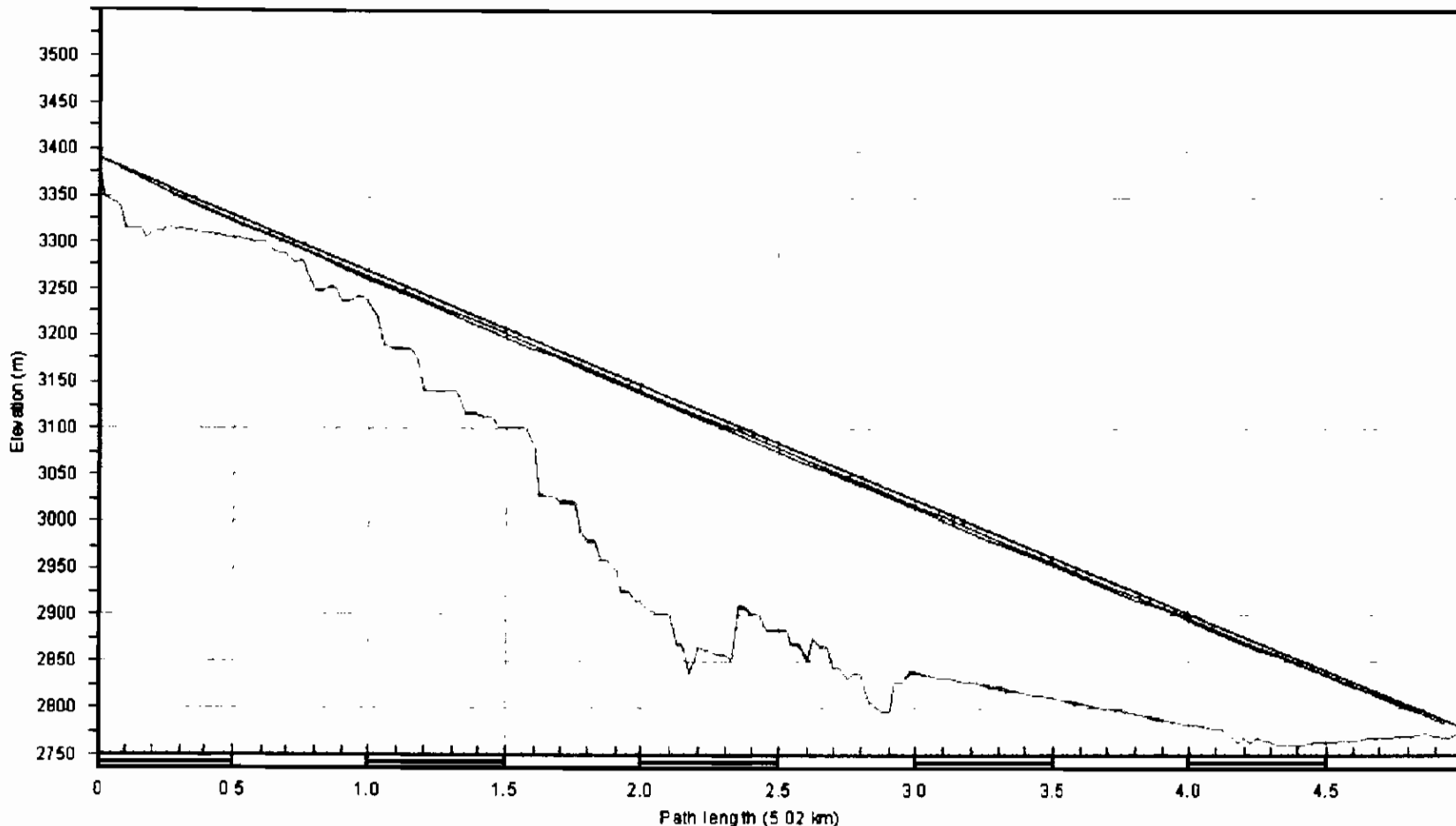
Frequency (M Hz) = 5725.0  
 K = 1.33, 0.66  
 % F1 = 100.00, 60.00

**DPDALANGASI**  
 Latitude 00 18 20.00 S  
 Longitude 078 24 42.00 W  
 Azimuth 351.91°  
 Elevation 2777 m ASL  
 Antenna CL 5.0 m AGL

M CF TELECOM

CALCULO ENLACE		Ago 24 05	ML
ILALO-DPDALANGASI		ENLACE 3	

Figura 3.13 Enlace Cerro Ilaló – Junta Parroquial de Alangasí



ILALO	
Latitude	00 15 37.00 S
Longitude	078 25 05.00 W
Azimuth	172.21°
Elevation	3374 m ASL
Antenna CL	15.0 m AGL

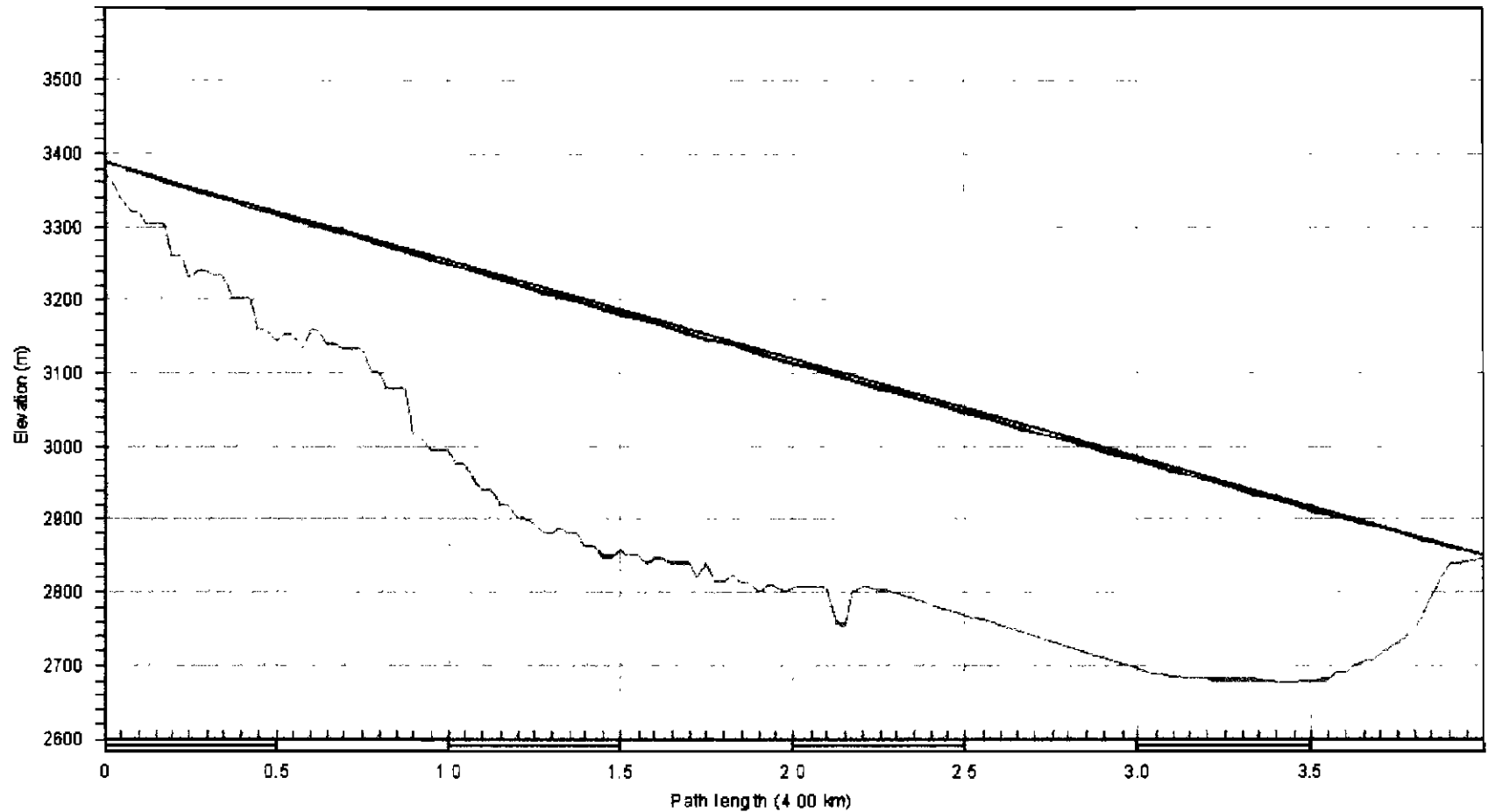
Frequency (MHz) = 5750.0
K = 1.33, 0.66
% F1 = 100.00, 60.00

JPDEALANGASI	
Latitude	00 18 19.00 S
Longitude	078 24 43.00 W
Azimuth	352.21°
Elevation	2772 m ASL
Antenna CL	5.0 m AGL

MCF TELECOM

CALCULO ENLACE	Ago 24 05	ML
ILALO-JPDEALANGASI	ENLACE 4	

Figura 3.14 Enlace Cerro Ilaló – Junta Parroquial de La Merced



<b>ILALO</b>	
Latitude	00 15 37.00 S
Longitude	078 25 05.00 W
Azimuth	144.54°
Elevation	3374 m ASL
Antenna CL	15.0 m AGL

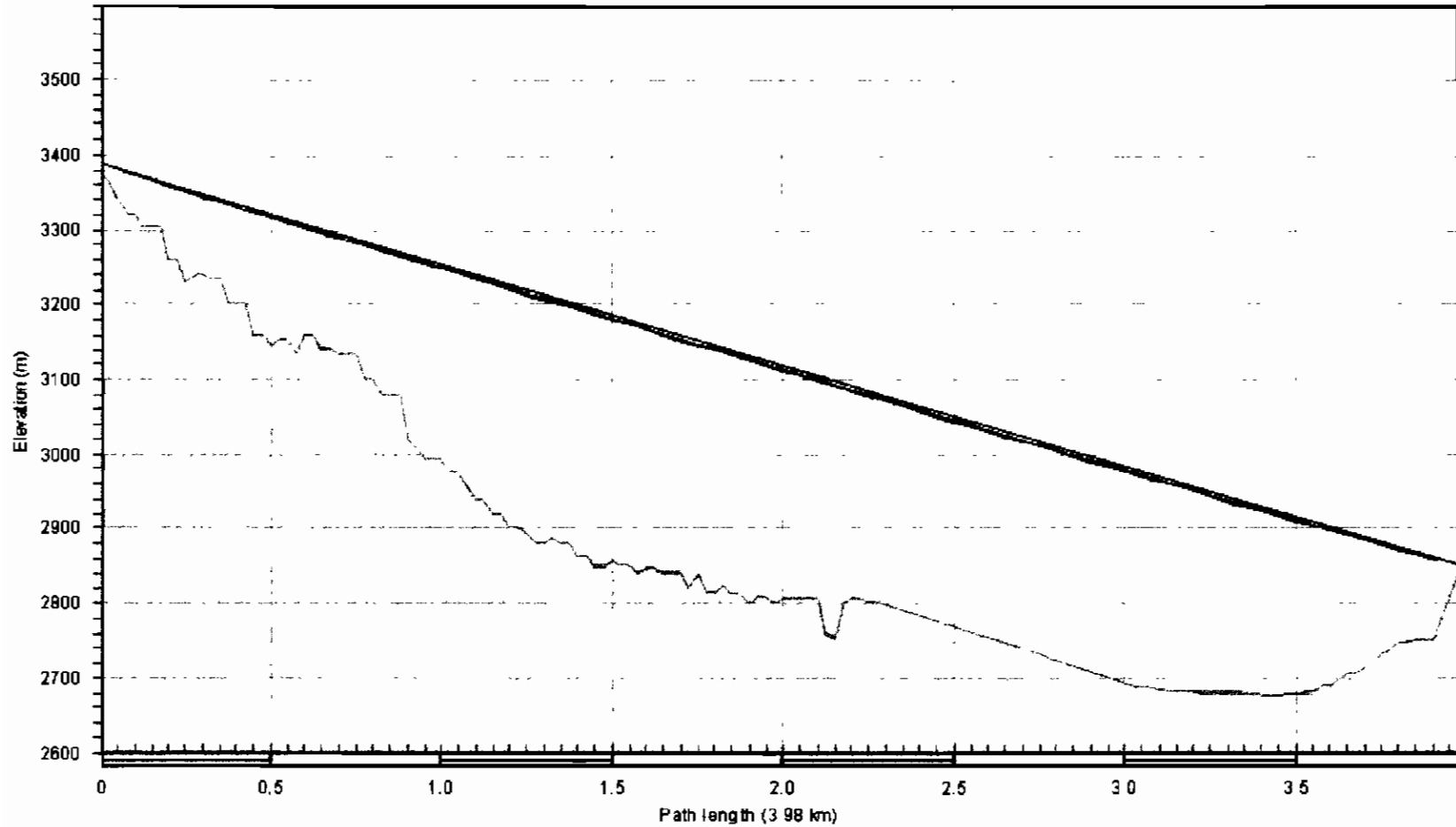
Frequency (M Hz) = 5730.0
K = 1.33, 0.86
%F1 = 100.00, 60.00

<b>LPDELAMERCED</b>	
Latitude	00 17 23 00 S
Longitude	078 23 50 00 W
Azimuth	324.54°
Elevation	2846 m ASL
Antenna CL	5.0 m AGL

M CF TELECOM

CALCULO ENLACE	Ago 24 05	M L
ILALO-LPDELAMERCED	ENLACE 5	

Figura 3.15 Enlace Cerro Ilaíó – Destacamento Policial de La Merced



<b>ILALO</b> Latitude 00 15 37.00 S Longitude 078 25 05.00 W Azimuth 142.68° Elevation 3374 mASL Antenna CL 15.0 mAGL	Frequency (MHz) = 5725.0 K = 1.33, 0.66 % F1 = 100.00, 80.00	<b>DPDLAMERCED</b> Latitude 00 17 20.00 S Longitude 078 23 47.00 W Azimuth 322.68° Elevation 2846 mASL Antenna CL 5.0 mAGL
--	--	---

M CF TELECOM

CALCULO ENLACE	Ago 24 05	M L
ILALO-DPDLAMERCED	ENLACE 6	

### **3.3.3 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS A UTILIZARSE**

Existen algunas soluciones en el mercado para equipos en la banda de 5.8 GHz y que pueden satisfacer nuestros requerimientos. Por ejemplo se tiene:

- Canopy de Motorola.
- Tsunami de Western Multiplexer (Proxim).
- AN-50 de Redline Communications.
- UBT-100 de RF Datacommunications.
- DS-5800 de Alvarion.
- WS 3000 y Libra de WI-LAN.
- RadioWaves.
- Cisco. Soluciones inalámbricas para redes de hasta 25 kms de distancia.
- Virtual Service Perú S.A.C. Soluciones hasta 35 kms de distancia.

La distancia máxima desde el cerro Ilaló hasta los distintos destacamentos y juntas parroquiales es de 5.78 kms. Para alcanzar esta amplia cobertura, escogeremos productos de diferentes marcas que satisfagan todos los requerimientos técnicos necesarios. Entre las principales marcas de equipos podemos mencionar: RadioWaves, Cisco, productos de la empresa Virtual Service Perú que cubren mayores distancias a la de nuestro proyecto.

- 1) La familia Aironet Wireless LAN de Cisco Systems comprende una variedad de equipos y accesorios que permiten dar solución a muchas aplicaciones de conectividad, tanto en ambientes locales como para conexiones punto-punto o punto-multipunto. Dentro los equipos disponibles se encuentran: access points, bridges, client adapters, antenas y diversos accesorios para interconexión.
- 2) Radio Waves ofrece una amplia gama de antenas de alta calidad para las bandas de ISM, y en 3.5 GHz para aplicaciones punto-punto y punto-multipunto. Dispone de antenas para sector en 2.4-2.7, 3.4-3.6 y 5.25 - 5.85 GHz, junto con antenas de panel plano para subscriber en 3.4-3.6 y

5.25 - 5.85 GHz. Además, antenas grid en 2.4-2.5GHz y antenas parabólicas estándar en 2.4-2.5, 3.4-3.7, 5.25-5.85 y 5.725-5.85GHz.

- 3) Virtual Service Perú S.A.C. (VSP) es una empresa creada en junio el 2000. Provee equipos de telecomunicaciones de banda ancha en el Perú, basada en una red inalámbrica con acceso a Internet de fibra óptica e integrada por tecnología IP.

Para el diseño de la red inalámbrica entre los distintos puntos y el Cerro Ilaló, hemos considerado conveniente utilizar equipos de la marca Cisco, debido principalmente a las siguientes razones:

- Existe actualmente en el mercado nacional una amplia gama de accesorios y modelos específicos de equipos.
- Existe una amplia información técnica, tanto de los equipos como de su instalación.
- La mayoría de los usuarios ya estamos familiarizados con la utilización de estos productos, siendo fácil su introducción en la implementación de cualquier diseño.

### **3.3.3.1 Características técnicas de las antenas a utilizarse**

Revisaremos las características técnicas de las antenas a utilizarse en la transmisión y recepción, tanto en los respectivos destacamentos y juntas parroquiales como en el cerro Ilaló.

#### **3.3.3.1.1 Antena Parabólica (5.725-5.825 GHz)**

En la tabla 3.49 se muestran las principales características de la antena parabólica modelo **AIR-ANT58G28SDA-N**, utilizándose una en cada sitio (destacamentos policiales y juntas parroquiales).



<b>Rango de frecuencia</b>	5.725-5.825 GHz
<b>Conector de antena</b>	N-Male
<b>Ganancia</b>	28 dBi
<b>Máxima potencia</b>	4 Watts
<b>Polarización</b>	V o H
<b>Cobertura</b>	4.75° H 4.75° V

Tabla 3.49 Datos técnicos de la antena AIR-ANT58G28SDA-N <sup>74</sup>

### 3.3.3.1.2 Antena Omnidireccional

En la tabla 3.50 se muestran las principales características de la antena omnidireccional modelo AIR-ANT58G9VOA-N la misma que se utilizará en el cerro Ilaló, ya que cumple con los requerimientos técnicos de ganancia y potencia que satisfacen la distancia máxima.

<b>Rango de frecuencia</b>	5.725-5.825 GHz
<b>Conector de antena</b>	N- Male
<b>Ganancia</b>	9 dBi
<b>Máxima potencia</b>	4 Watts
<b>Polarización</b>	Vertical
<b>Cobertura</b>	360° H 6° V

Tabla 3.50 Datos técnicos de la antena AIR-ANT58G9VOA-N<sup>75</sup>

<sup>74</sup> [www.Lanet.com.mx/pdf/Cisco\\_Aironet\\_Antenna\\_Reference\\_Guide-ds-New.pdf](http://www.Lanet.com.mx/pdf/Cisco_Aironet_Antenna_Reference_Guide-ds-New.pdf)

<sup>75</sup> [www.Lanet.com.mx/pdf/Cisco\\_Aironet\\_Antenna\\_Reference\\_Guide-ds-New.pdf](http://www.Lanet.com.mx/pdf/Cisco_Aironet_Antenna_Reference_Guide-ds-New.pdf)

### 3.3.3.2 Cables a utilizarse

En la tabla 3.51 se describen brevemente los cables a utilizarse para conectar cada una de las antenas con el puente inalámbrico.

<b>Modelo</b>	<b>Longitud del Cable</b>	<b>Pérdidas de Transmisión</b>
AIR-420-003346-050	50 ft. (15m)	3.4 dBi
AIR-420-003346-075	75 ft. (23m)	5.0 dBi

Tabla 3.51 Cables para conectar la antena con el puente inalámbrico<sup>76</sup>

Para asegurar una máxima velocidad de transmisión en el diseño vamos a utilizar puentes o Bridges, porque las antenas utilizadas tienen mayor ganancia que los Access point.

### 3.3.3.3 Puentes Inalámbricos AIRONET 1400 SERIES

Cisco dispone de bridges Ethernet inalámbricos Aironet 1400 para ambientes exteriores en implementaciones punto-punto y punto-multipunto. Esta familia de bridges opera en la banda de 5.8 GHz y logra alcanzar velocidades de transmisión hasta de 54 Mbps. Existen en el mercado dos modelos:

- 1) *AIR-BR1410A-x-K9*. Posee antenas integradas de 22.5 dBi y cumple con todas las normas NEMA 4 (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos); y,
- 2) *AIR-BR1410A-A-K9-N*. Posee un conector tipo-N para conectar cualquier tipo de antena direccional u omnidireccional. Para este modelo se tiene un Power-Injector que permite tener hasta 100 metros de cable coaxial entre la antena exterior y el bridge.

---

<sup>76</sup> Cisco Aironet 400 and 600 Series Low Loss and Ultra Low Loss Cable Information Sheet

### 3.3.4 Cálculo de la Máxima Distancia a cubrir

En el diseño tenemos que la mayor distancia existente está entre el cerro Ijaló y el puesto de auxilio inmediato ubicado en San Rafael. En este caso, y en todos los demás (distancias desde los otros establecimientos al cerro Ijaló), presentan una línea de vista sin obstáculos, por lo que si el diseño cumple para la mayor distancia cumplirá también para las otras distancias.

*Distancia Cerro Ijaló – Puesto de Auxilio Inmediato ubicado en San Rafael: 5.78 kms*

*Frecuencia: 5.8 Ghz*

En base a la ecuación 3.22 calculamos la primera zona de Fresnel para la trayectoria de mayor distancia:

*1ª Zona de Fresnel: 8.7 metros*

*Velocidad de transmisión a lograr: 12 Mbps*

El parámetro de la Antena/Radio se define como<sup>78</sup>:

$$P_{ANT/RADIO} = P_{Tx} + G_{at} - L_T + G_{ar} - L_R + U_{rx}$$

Donde	$G_{at}$ y $G_{ar}$ :	Ganancias de las antenas.
	$L_T$ y $L_R$ :	Pérdidas del cable de las antenas.
	$U_{rx}$ :	Sensibilidad del receptor.
	$P_{Tx}$ :	Potencia de transmisión.

Para el presente diseño se asume los datos técnicos proporcionados en las tablas 3.49, 3.50, 3.51 y 3.52, considerando lo siguiente:

<sup>78</sup> Wireless Local-Area Networking Cisco University Technical Track; página 15

- Se colocará una antena parabólica en el puesto de auxilio inmediato ubicado en San Rafael y una antena omnidireccional en el cerro Ilaló.
- Para el modelo de bridge que utilizaremos se tendrá una longitud de cable hasta 15 m entre la antena exterior y el bridge. El bridge se colocará en el cuarto de equipos y la antena en el exterior, apuntando hacia el cerro Ilaló
- En el cerro Ilaló tendremos una longitud de cable hasta 23 m que conectará la antena omnidireccional y el bridge.

Tomando en cuenta estos criterios se tiene:

$$P_{Ant / RADIO} = 24 + 9 - 3.4 + 28 - 5 + 83 = 135.6$$

La distancia máxima que puede cubrir esta configuración es:

$$d_{m\acute{a}x} = \frac{c}{f} \cdot e^{(P_{Antena / Radio} - FirstWavelengthLoss - Margin) / (6 \cdot \ln(2))}$$

$$d_{m\acute{a}x} = \frac{3 \cdot 10^8}{5.8 \cdot 10^9} e^{(135.6 - 22 - 10) / 6 \ln(2)} = 8.08 \text{ Km.}$$

La distancia máxima a cubrir en este diseño es de 5.78Km por lo que la configuración propuesta cumple con la expectativa dejando un margen para otras posibles pérdidas que se puedan dar en el transcurso de la transmisión.

Los equipos a utilizarse en el diseño con sus respectivos códigos se presentan en la tabla 3.53.

	<b>PAI de San Rafael</b>	<b>Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo</b>	<b>Destacamento y Junta Parroquial de Alangasi</b>	<b>Destacamento y Junta parroquial de la Merced</b>	<b>Cerro Ijaló</b>
<i>Bridge</i>	AIR-BR1410A-A-K9-N	AIR-BR1410A-A-K9-N	AIR-BR1410A-A-K9-N	AIR-BR1410A-A-K9-N	AIR-BR1410A-A-K9-N
<i>Antena</i>	Parabólica  AIR-ANT58G28SDA-N	Parabólica  AIR-ANT58G28SDA-N	Parabólica  AIR-ANT58G28SDA-N	Parabólica  AIR-ANT58G28SDA-N	Omnidireccional  AIR-ANT58G9VOA-N
<i>Cable</i>	AIR-420-003346-050  50 ft. (15m)	AIR-420-003346-050  50 ft. (15m)	AIR-420-003346-050  50 ft. (15m)	AIR-420-003346-050  50 ft. (15m)	AIR-420-003346-075  75 ft. (23m)

Tabla 3.53 Códigos de los equipos Cisco a utilizarse en el enlace

En este capítulo se analizará el costo de los equipos, accesorios y materiales a utilizarse en la implementación del proyecto, también se realizará el estudio de los posibles nuevos usuarios de la red y de la ampliación de la misma, así como la revisión de los precios de los productos de características similares pero de diferentes marcas.

#### **4.1 COSTO DE INSTALACIÓN DE LA RED LOCAL**

Existen algunas marcas de renombre que comercializan en nuestro país accesorios para cableado estructurado, entre las cuales tenemos: Bticino, Ortronics, Panduit.

Los accesorios de categoría 5e (hardware y software) que se necesitan evaluar en los 6 lugares de nuestro diseño se obtienen del capítulo 3, con esto, en este capítulo detallaremos los precios de los accesorios que se utilizarán en los respectivos establecimientos. Al precio total de los accesorios se le añade el costo de instalación, asumiendo como criterio de nosotros un 20% del costo total de estos accesorios y, por último, se incluye el impuesto al valor agregado que es un 12%.

Para la red con tecnología Fast Ethernet de este proyecto se requiere la utilización de switches que se colocarán en los respectivos Racks. En las tablas de *Hardware* y Equipos se especifica el switch con capacidad de 8 puertos que cubre la demanda de cualquiera de los establecimientos; además se incluye el costo de los UPSs con fines de protección de los equipos, tanto de los establecimientos como del equipo de comunicación en el cerro Ilaló.

En las tablas 4.1, 4.2, 4.3 hasta la tabla 4.24 se especifican los elementos que se utilizarán en el cableado estructurado de los distintos Destacamentos y Juntas Parroquiales, así como el hardware y el software a ser usado. Además, se indican las respectivas cantidades y sus costos.

#### 4.1.1 COSTOS DE LOS ELEMENTOS CATEGORÍA 5e PARA EL PUESTO DE AUXILIO INMEDIATO (PAI) UBICADO EN SAN RAFAEL

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Rollos de cable UTP cat. 5e	0.47	68.00	31.96
2	Jacks RJ45 cat. 5e	11	2.70	29.7
3	Patch Cord de 2m	22	2.08	45.76
4	Cinta de identificadores	1	7.00	7.00
5	Cajetines	7	1.80	12.6
6	Face plate de 2 ranuras	4	1.40	5.6
7	Face plate de 1 ranuras	3	1.40	4.2
8	Rack metálico mediano	1	110.00	110.00
9	Patch panel de 16 puertos	1	81.50	81.50
10	Organizador horizontal	1	23.60	23.60
11	Bandejas	2	14.50	29.0
12	Funda amarras plásticas de 20 cm.	1	1.60	1.60
13	Canaleta de 22mm x 10mm	10	1.10	11.00
14	Canaleta de 32mm x 10mm	7	1.70	11.90
<b>SUBTOTAL (USD)</b>				<b>405.42</b>
<b>12% IVA (USD)</b>				<b>48.65</b>
<b>TOTAL (USD):</b>				<b>454.07</b>

Tabla 4.1 Costos del SCE para el PAI

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	<b>PC escritorio</b> CPU Intel Pentium IV 3.0 GHz Tarjeta de red 10/100 Mbps Ethernet Memoria RAM 512 MB Disco duro de 80 GB, Monitor 17"	4	800.00	3,200
2	Equipos para VoIP y Videoconferencia por Internet	1	350.00	350.00
3	Impresora Lexmark láser E-230 B/N	2	135.70	271.4
4	Impresora LEXMARK Inkjet Z-812 color USB	2	96.03	192.06
5	Scanner Genius Vivid 1200 CP USB	2	66.70	133.4
6	Switch 3 COM 8 puertos	1	59.80	59.8
7	Central telefónica Panasonic	1	500.00	500
8	Teléfonos convencionales	6	50.00	300.0
<b>SUBTOTAL (USD)</b>				<b>5,006</b>
<b>12% IVA (USD)</b>				<b>600.79</b>
<b>Total(USD):</b>				<b>5,607</b>

Tabla 4.2 Costos de Hardware y Equipos para el PAI

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Licencias de Windows XP	4	165	660
2	Licencias de Office 2003	4	187	748
3	Norton Antivirus	4	55	220
<b>SUBTOTAL (USD)</b>				<b>1,628</b>
<b>12% IVA (USD)</b>				<b>195.36</b>
<b>Total(USD):</b>				<b>1,823.36</b>

Tabla 4.3 Costos de Software para el PAI



Ítem	Descripción	Total
1	Sistema de Cableado Estructurado	454.07
2	Hardware y Equipos	5,607
3	Software	1,823.36
<b>SUBTOTAL (USD)</b>		<b>7,884.43</b>
<b>Mano de Obra (20%)</b>		<b>1,576.88</b>
<b>TOTAL (USD)</b>		<b>9,461.31</b>

Tabla 4.4 Costos Total para el PAI en San Rafael

#### 4.1.2 DESTACAMENTO Y JUNTA PARROQUIAL DE GUANGOPOLO.

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Rollos de cable UTP cat. 5e	0.56	68.00	38.08
2	Jacks RJ45 cat. 5e	11	2.70	29.70
3	Patch Cord de 2m	22	2.08	45.76
4	Cinta de identificadores	1	7.00	7.00
5	Cajetines	6	1.80	10.80
6	Face plate de 2 ranuras	5	1.40	7.00
7	Face plate de 1 ranuras	1	1.40	1.40
8	Rack metálico mediano	1	110.00	110.00
9	Patch panel de 16 puertos	1	81.50	81.50
10	Organizador horizontal	1	23.60	23.60
11	Bandejas	2	14.50	29.00
12	Funda amarras plásticas de 20 cm.	1	1.60	1.60
13	Canaleta de 22mm x 10mm	15	1.10	16.50
14	Canaleta de 32mm x 10mm	9	1.70	15.30
<b>SUBTOTAL (USD)</b>				<b>417.24</b>
<b>12% IVA (USD)</b>				<b>50.06</b>
<b>TOTAL (USD):</b>				<b>467.30</b>

Tabla 4.5 Costos del SCE para el Destacamento y Junta Parroquial

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	<b>PC escritorio</b> CPU Intel Pentium IV 3.0 GHz Tarjeta de red 10/100 Mbps Ethernet Memoria RAM 512 MB Disco duro de 80 GB, Monitor 17"	3	800.00	2400.00
2	Equipos para VoIP y Videoconferencia por Internet	1	350.00	350.00
3	Impresora Lexmark láser E-230 B/N	2	135.70	271.40
4	Impresora LEXMARK Inkjet Z-812 color USB	2	96.03	192.06
5	Scanner Genius Vivid 1200 CP USB	2	66.70	66.70
6	Switch 3 COM 8 puertos	1	59.80	59.80
7	Central telefónica Panasonic	1	500.00	500.00
8	Teléfonos convencionales	5	50.00	250.00
<b>SUBTOTAL (USD)</b>				<b>4089.96</b>
<b>12% IVA (USD)</b>				<b>490.80</b>
<b>Total(USD):</b>				<b>4580.76</b>

Tabla 4.6 Costos de Hardware y Equipos

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Licencias de Windows XP	3	165	495.00
2	Licencias de Office 2003	3	187	561.00
3	Norton Antivirus	3	55	165.00
<b>SUBTOTAL (USD)</b>				<b>1221.00</b>
<b>12% IVA (USD)</b>				<b>146.52</b>
<b>Total(USD):</b>				<b>1367.52</b>

Tabla 4.7 Costos de Software

Ítem	Descripción	Total
1	Sistema de Cableado Estructurado	467.30
2	Hardware y Equipos	4580.76
3	Software	1367.52
<b>SUBTOTAL (USD)</b>		<b>6415.58</b>
<b>Mano de Obra (20%)</b>		<b>1283.11</b>
<b>Total(USD):</b>		<b>7698.69</b>

Tabla 4.8 Costos Total del Destacamento y Junta Parroquial

#### 4.1.3 JUNTA PARROQUIAL DE ALANGASÍ

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Rollos de cable UTP cat. 5e	0.8	68.00	54.40
2	Jacks RJ45 cat. 5e	13	2.70	35.10
3	Patch Cord de 2m	26	2.08	54.08
4	Cinta de identificadores	1	7.00	7.00
5	Cajetines	7	1.80	12.60
6	Face plate de 2 ranuras	6	1.40	8.40
7	Face plate de 1 ranuras	1	1.40	1.40
8	Rack metálico mediano	1	110.00	110.00
9	Patch panel de 16 puertos	1	81.50	81.50
10	Organizador horizontal	1	23.60	23.60
11	Bandejas	2	14.50	29.00
12	Funda amarras plásticas de 20 cm.	1	1.60	1.60
13	Canaleta de 22mm x 10mm	27	1.10	29.70
14	Canaleta de 32mm x 10mm	5	1.70	8.50
<b>SUBTOTAL (USD)</b>				<b>456.88</b>
<b>12% IVA (USD)</b>				<b>54.82</b>
<b>TOTAL (USD):</b>				<b>511.70</b>

Tabla 4.9 Costos del SCE

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	<b>PC escritorio</b> CPU Intel Pentium IV 3.0 GHz tarjeta de red 10/100 Mbps Ethernet Memoria RAM 512 MB Disco duro de 80 GB, Monitor 17"	4	800.00	3200.00
2	Equipos para VoIP y Videoconferencia por Internet	1	350.00	350.00
3	Impresora Lexmark láser E-230 B/N	2	135.70	271.40
4	Impresora LEXMARK Inkjet Z-812 color USB	2	96.03	192.06
5	Scanner Genius Vivid 1200 CP USB	2	66.70	66.70
6	Switch 3 COM 8 puertos	1	59.80	59.80
7	Central telefónica Panasonic	1	500.00	500.00
8	Teléfonos convencionales	6	50.00	300.00
<b>SUBTOTAL (USD)</b>				<b>4939.96</b>
<b>12% IVA (USD)</b>				<b>592.80</b>
<b>Total(USD):</b>				<b>5532.76</b>

Tabla 4.10 Costos de Hardware y Equipos

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Licencias de Windows XP	4	165	660.00
2	Licencias de Office 2003	4	187	748.00
3	Norton Antivirus	4	55	220.00
<b>SUBTOTAL (USD)</b>				<b>1628.00</b>
<b>12% IVA (USD)</b>				<b>195.36</b>
<b>Total(USD):</b>				<b>1823.36</b>

Tabla 4.11 Costos de Software

<b>SUBTOTAL (USD)</b>		<b>381.7</b>
<b>12% IVA (USD)</b>		<b>45.76</b>
<b>TOTAL (USD):</b>		<b>427.16</b>

Tabla 4.13 Costos del SCE

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	<b>PC escritorio</b> CPU Intel Pentium IV 3.0 GHz Tarjeta de red 10/100 Mbps Ethernet Memoria RAM 512 MB Disco duro de 80 GB, Monitor 17"	3	800.00	2,400
2	Equipos para VoIP y Videoconferencia por Internet	1	350.00	350.00
3	Impresora Lexmark láser E-230 B/N	1	135.70	135.70
4	Impresora LEXMARK Inkjet Z-812 color USB	1	96.03	96.03
5	Scanner Genius Vivid 1200 CP USB	1	66.70	66.70
6	Switch 3 COM 8 puertos	1	59.80	59.80
7	Central telefónica Panasonic	1	500.00	500
8	Teléfonos convencionales	6	50.00	300.0
<b>SUBTOTAL (USD)</b>				<b>3,908.2</b>
<b>12% IVA (USD)</b>				<b>468.98</b>
<b>Total(USD):</b>				<b>4,377.1</b>

Tabla 4.14 Costos de Hardware y Equipos

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Licencias de Windows XP	3	165	495
2	Licencias de Office 2003	3	187	561
3	Norton Antivirus	3	55	165
<b>SUBTOTAL (USD)</b>				<b>771.00</b>
<b>12% IVA (USD)</b>				<b>92.52</b>
<b>Total(USD):</b>				<b>863.52</b>

Tabla 4.15 Costos de Software

<b>SUBTOTAL (USD)</b>				<b>300.40</b>
<b>12% IVA (USD)</b>				<b>36.04</b>
<b>TOTAL (USD):</b>				<b>336.44</b>

Tabla 4.17 Costos del SCE

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Total</b>
1	Sistema de Cableado Estructurado	528.57
2	Hardware y Equipos	7,845.70
3	Software	2,735.04
<b>SUBTOTAL (USD)</b>		<b>11,109.31</b>
Mano de Obra (20%)		2,221.86
<b>TOTAL (USD)</b>		<b>13,331.17</b>

Tabla 4.24 Costo Total para el Destacamento Policial de la Merced

#### 4.1.7 COSTO DE LOS UPS PARA LOS ESTABLECIMIENTOS Y EL CERRO ILALÓ

En la tabla 4.25 se indica el costo de los UPS.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
1	UPS 450 W	7	273.00	1,911
<b>SUBTOTAL (USD)</b>				<b>1,911.00</b>
12% IVA (USD)				229.32
<b>TOTAL (USD)</b>				<b>2,140.32</b>

Tabla 4.25 Costo de los UPS

#### 4.2 COSTO DE EQUIPOS E INSTALACION DEL ENLACE INALÁMBRICO

Los equipos escogidos para el enlace inalámbrico son de la marca Cisco, los cuales se pueden conseguir en el mercado nacional. Estos equipos tienen sus referencias técnicas documentadas, en las mismas que se pueden encontrar parámetros para su configuración e instalación.

La tabla 4.26 especifica los costos para los equipos de comunicación así como los costos de su instalación.

CANTIDAD	CÓDIGO	DETALLE	PRECIO UNITARIO	TOTAL
6	AIR- ANT58G28SDA- N-AIRONET	Antena parabólica en la frecuencia de 5.8 GHz de 28 dbi de ganancia	985.99	5,915.94
1	AIR- ANT58G9VOA- N-AIRONET	Antena omnidireccional en la frecuencia de 5.8 GHz de 9 dbi de ganancia	256.99	256.99
7	AIR-BR1410A- A-K9-N- AIRONET 1410	Puente inalámbrico en la frecuencia de 5.8 GHz OFDM	3,671.99	25,703.93
6		Articulación para antena	78.50	471.00
7	AIR- CAB100ULL-R- 100FT	Cable para antena	235.99	1,651.93
<b>SUBTOTAL(USD)</b>				<b>33,999.79</b>
<b>12% IVA (USD)</b>				<b>4,079.97</b>
<b>20% mano de obra (USD)</b>				<b>6,799.95</b>
<b>TOTAL (USD)</b>				<b>44,879.71</b>

Tabla 4.26 Costo económico de los equipos para el enlace inalámbrico <sup>79</sup>

<sup>79</sup> <http://shop.store.yahoo.com/nationalcomputer/air-ant24120.html>

6	Destacamento policial de la Merced	528.57	7,845.70	2,735.04	2,221.86
---	------------------------------------	--------	----------	----------	----------

	<b>Subtotal 1 [USD]</b>	<b>2,725.24</b>	<b>3,0640.53</b>	<b>9,524.48</b>	<b>11,438.01</b>
	<b>Subtotal 2 [USD]</b>	<b>54,328.21</b>			
	UPSs [USD]	2,140.32			
	Torre 24m	9,500			1,500
	<b>Subtotal 3 [USD]</b>	<b>11,000</b>			
	Equipos para comunicación Inalámbrica	38,079.76			6,799.95
	<b>Subtotal 3 [USD]</b>	<b>44,879.71</b>			
	<b>TOTAL [USD]</b>	<b>112,348.24</b>			

Tabla 4.27 Costo Total de los equipos y su instalación para el presente proyecto

El costo total del proyecto resulta ser de 112,348.24 USD (ciento doce mil trescientos cuarenta y ocho dólares con 24 centavos), valor que puede variar dependiendo de la marca de los equipos que escojan las personas interesadas en la implementación de nuestro diseño y de su existencia en el mercado, así como del tiempo estimado en su instalación y puesta en funcionamiento del mismo (aproximadamente unos 60 días).

Por otro lado, se debe incluir el valor de 75 dólares mensuales por el arrendamiento del sitio para la torre de 24 metros.

#### **4.4 EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO<sup>80</sup>**

La evaluación financiera de los proyectos se basa en la identificación de ingresos, inversión inicial y análisis de indicadores. Permite conocer el déficit o superávit de

<sup>80</sup>MOLINA Caldas. Marco. Preparación y Evaluación de Proyectos. Manual Practico. Tercera Edición. Publicaciones "H" Quito – Ecuador



recursos que se puede presentar durante la vida útil del proyecto, así como comparar las diferentes alternativas para la realización de proyectos y de esta manera clasificar las opciones dependiendo de la rentabilidad.

Para realizar la evaluación de proyectos que utilicen el criterio costo-beneficio existen indicadores que nos ayudan a escoger entre las alternativas más rentables. Entre estas están:

- a) Inversión neta o inicial
- b) Flujos de efectivo
- c) Período de recuperación
- d) Valor actual neto
- e) Tasa interna de rendimiento (TIR)
- f) Relación costo - beneficio

#### **4.4.1 INVERSIÓN NETA O INICIAL**

Para el cálculo de la inversión inicial en nuestro proyecto, se puede considerar lo siguiente:

1. Costos de todos los elementos tanto para el cableado estructurado como para la red inalámbrica.
2. Costos de instalación.

El resultado del monto de la inversión inicial en nuestro proyecto entonces sería de 112,348.24 dólares.

#### **4.4.2 FLUJOS DE EFECTIVO**

En la estimación de los beneficios periódicos, se requiere considerar factores como los ingresos obtenidos por los servicios y los gastos generados por la adquisición de los equipos.

**Modelo propuesto para el cálculo.-**

Considerando que es el flujo de efectivo lo que debe ser determinado para fines de evaluación de un proyecto, el flujo neto de efectivo debe considerar solamente la cantidad que pueda ser asociada al mismo y se puede calcular bajo el siguiente modelo:

$$\text{Flujo neto} = \text{Ingresos} - \text{egresos} \quad (\text{Ec. 4.1})$$

**4.4.2.1 Ingresos**

Los ingresos de un proyecto dependerán de la estructura de producción, siendo los más importantes los asociados a la venta del bien o del servicio que generará el proyecto.

En los respectivos destacamentos policiales y juntas parroquiales del Noroeste del Valle de Los Chillos se recibirán ingresos mensualmente de los servicios proporcionados a la comunidad, como por ejemplo: trámites, servicio telefónico, conferencias y seminarios expuestos por profesionales de diferentes áreas, alquiler de las salas para diferentes eventos, servicio de impresión, escáner, Internet, entre otros. Cabe mencionar, la gran cantidad de personas que conforman los diferentes sectores.

El ancho de banda para el servicio de Internet es de 512/256Mbps (en bajada/en subida) y será proporcionado por un ISP (Proveedor de servicio de Internet) contratado por las autoridades de los respectivos destacamentos y juntas parroquiales.

En las tablas 4.28, 4.29, 4.30, 4.31, 4.32 y 4.33, se muestran los ingresos mensuales que reciben los destacamentos policiales, juntas parroquiales y el puesto de auxilio inmediato de San Rafael.

<b>SERVICIO</b>	<b>INGRESO MENSUAL [USD]</b>
Trámites	100
Servicio telefónico	200
Conferencias y seminarios	150
Alquiler de las salas	200
Servicio de impresión	100
Escáner	50
Internet	200

Tabla 4.28 Ingreso mensual aproximado del Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo

<b>SERVICIO</b>	<b>INGRESO MENSUAL [USD]</b>
Trámites	200
Servicio telefónico	300
Conferencias y seminarios	150
Alquiler de las salas	-----
Servicio de impresión	150
Escáner	50
Internet	300

Tabla 4.29 Ingreso mensual aproximado del Puesto de auxilio inmediato de San Rafael

<b>SERVICIO</b>	<b>INGRESO MENSUAL [USD]</b>
Trámites	250
Servicio telefónico	300
Conferencias y seminarios	200
Alquiler de las salas	250
Servicio de impresión	150
Escáner	50
Internet	250

Tabla 4.30 Ingreso mensual aproximado de la Junta Parroquial de Alangasí

<b>SERVICIO</b>	<b>INGRESO MENSUAL [USD]</b>
Trámites	50
Servicio telefónico	80
Conferencias y seminarios	100
Alquiler de las salas	-----
Servicio de impresión	30
Escáner	20
Internet	100

Tabla 4.31 Ingreso mensual aproximado del Destacamento policial de Alangasí

<b>SITIO</b>	<b>INGRESO MENSUAL [USD]</b>	<b>INGRESO ANUAL [USD]</b>
Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo	1,000	12,000
Puesto de Auxilio Inmediato de San Rafael	1,150	13,800
Junta Parroquial de Alangasi	1,450	17,400
Destacamento Policial de Alangasi	380	4,560
Destacamento Policial de la Merced	840	10,080
Junta Parroquial de la Merced	280	3,360

Tabla 4.34 Ingresos mensuales y anuales que reciben los destacamentos policiales, juntas parroquiales y el puesto de auxilio inmediato de San Rafael.

#### 4.4.2.2 Egresos (Gastos)

Se prevé que mensualmente se debe dar un mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos utilizados en la comunicación inalámbrica, cableado estructurado y operación de la red, lo que implica una revisión técnica para el correcto funcionamiento de los mismos durante la duración del proyecto. También lo que respecta al pago de Internet y el arrendamiento del sitio para la torre. En la tabla 4.35 se indican los distintos egresos mensuales y anuales respectivamente.

<b>SITIO</b>	<b>Mantenimiento Preventivo y Correctivo [USD]</b>	<b>Pago de Internet [USD]</b>	<b>Arrendamiento Torre [USD]</b>	<b>EGRESO MENSUAL [USD]</b>	<b>EGRESO ANUAL [USD]</b>
Destacamento y Junta Parroquial de Guangopolo	320	100	12.5	432.5	5,190
Puesto de Auxilio Inmediato de San Rafael	320	100	12.5	432.5	5,190
Junta Parroquial de Alangasi.	320	100	12.5	432.5	5,190
Destacamento Policial de Alangasi	320	100	12.5	432.5	5,190
Destacamento Policial de la Merced	320	100	12.5	432.5	5,190
Junta Parroquial de la Merced	320	100	12.5	432.5	5,190

Tabla 4.35 Costos mensuales y anuales de gastos en los distintos sectores.

#### 4.4.3 PERÍODO DE RECUPERACIÓN

Este indicador calcula el número de años necesarios para recuperar la inversión inicial; su interés radica solamente en el tiempo de recuperación de la misma, por tanto su criterio de decisión se basa en elegir el proyecto que recupere la inversión inicial en menor tiempo. Se presentan dos opciones para el cálculo:

- 1) Para calcular el período de recuperación, cuando los flujos de efectivo son iguales se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Payback} = \text{Inversión inicial} / \text{Flujo de efectivo anual} \quad (\text{Ec. 4.2})$$

- 2) Cuando los flujos netos de efectivo no son iguales, el payback se calcula acumulándolos hasta que la suma sea igual al desembolso inicial. Para esto consideraremos un crecimiento en los ingresos del 5% y en los egresos del 2% en cada año, a partir del segundo año, ya que aumentarán el número de usuarios progresivamente. En la tabla 4.36 se indican los valores de flujos netos de efectivo.

Año	Crecimiento Ingresos [5%]	Crecimiento Egresos [2%]	Flujo efectivo
1	-----	-----	30,060
2	64,260	31,762.8	32,497.2
3	67,473	32,398.06	35,074.94
4	70,846.7	33,046.02	37,800.68
5	74,388.9	33,706.94	40,681.96

Tabla 4.36 Valores de flujos netos de efectivo por años.

Si se acumulan los flujos de efectivo de los años 1, 2, 3 se tendrían 97,632.14 dólares, por lo que para recuperar la inversión inicial es necesario considerar 14,716.1 dólares en el año 4. Para calcular el período de tiempo proporcional del año que corresponde a la cantidad de 14,716.1, se puede hacer uso de la regla de tres en la cual puede variar el uso de la unidad de tiempo (semestre, trimestre, meses o días). En nuestro caso se hará uso de meses, calculándose de la siguiente forma para el cuarto año:

$$37,800.68 \longrightarrow 12 \text{ meses}$$

$$14,716.1 \longrightarrow X = 4.67 \text{ meses}$$

Esto quiere decir que el período de recuperación del proyecto es de 3 años y 4,67 meses.

#### 4.4.3 VALOR ACTUAL NETO

El método del valor actual neto (VAN), considera el valor del dinero en el tiempo y compara el valor presente de los beneficios de un proyecto con el valor de inversión inicial. Cuando el valor presente neto es positivo, el proyecto es viable ya que cubre la inversión y genera beneficios adicionales. Cuando el valor presente neto es negativo, el proyecto debe rechazarse ya que los beneficios esperados no cubren la inversión inicial. Entonces, el criterio de decisión es el siguiente:

Si **VAN > 0** el proyecto se acepta.

Si **VAN < 0** el proyecto se rechaza.

Este método requiere de una tasa de rendimiento esperada, aplicándose la siguiente fórmula:

$$\mathbf{VAN} = \sum_{t=1}^n \frac{Rt}{(1+i)^t} - \text{Inversión inicial} \quad (\text{Ec. 4.3})$$

Donde: **R** = Flujos de efectivo

**t** = Períodos de tiempo que van desde 1 hasta n.

**i** = Tasa de rendimiento esperada.

En la tabla 4.37 se indica el valor actual neto a una tasa de interés del 14%.



<b>PROYECTO</b>				
<b>Año</b>	<b>Ingresos [USD]</b>	<b>Egresos [USD]</b>	<b>Flujo de Efectivo [USD]</b>	<b>Valor Presente de Flujos al 14%</b> $\sum_{t=1}^n \frac{Rt}{(1+i)^t}$
1	61,200	31,140	30,060	26,368.42
2	64,260	31,762.8	32,497.2	25,005.54
3	67,473	32,398.06	35,074.94	23,674.59
4	70,846.7	33,046.02	37,800.68	22,381.04
5	74,388.9	33,706.94	40,681.96	21,128.94
<b>Valor Presente de Flujos</b>				<b>118,558.52</b>
<b>Inversión Inicial</b>				<b>112,348.24</b>
<b>VALOR ACTUAL NETO</b>				<b>6,210.28</b>

Tabla 4.37 Valor actual neto a una tasa de interés del 14%.

*Como el Valor Actual Neto es positivo el proyecto se acepta.*

#### 4.4.4 TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)

El cálculo del TIR es un método que considera el valor del dinero en el tiempo y determina la tasa de rendimiento en la cual el valor presente neto de un proyecto es igual a cero.

La fórmula que permite empleada es la siguiente:

$$\text{TIR} = \sum_{t=1}^n \frac{Rt}{(1+i)^t} - \text{Inversión inicial} = 0 \quad (\text{Ec. 4.4})$$

Donde: R = Flujos de efectivo

$t$  = Períodos de tiempo que van desde 1 hasta  $n$ .

$i$  = Tasa de rendimiento esperada.

El cálculo del TIR es similar a la de valor presente neto, únicamente que en este caso se recomienda seguir los siguientes pasos:

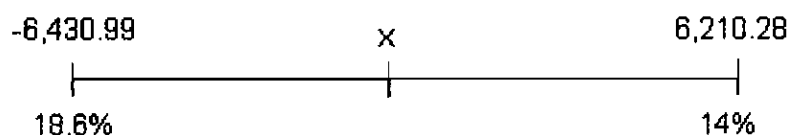
1. Se determina una tasa en la que el valor actual neto sea positivo.
2. Se determina una tasa en la que el valor actual neto sea negativo.
3. Se interpola para calcular la tasa en la que el valor actual neto sea cero.

En la tabla 4.38 se indica el VAN positivo y negativo a dos diferentes tasas de interés.

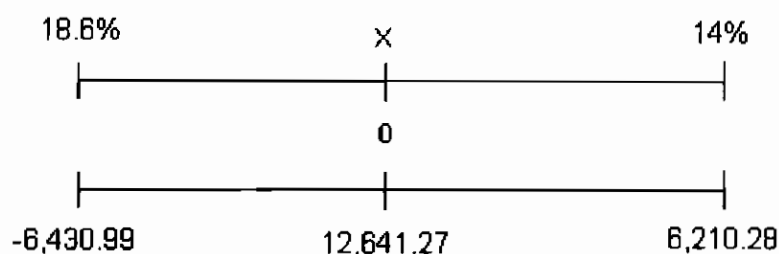
<b>PROYECTO</b>			
<b>Año</b>	<b>Flujo de Efectivo [USD]</b>	<b>Valor Presente de Flujos a la tasa de 14%</b>	<b>Valor Presente de Flujos a la tasa de 18.6%</b>
1	30,060	26,368.42	25,474.58
2	32,497.2	25,005.54	23,338.98
3	35,074.94	23,674.59	21,025.33
4	37,800.68	22,381.04	19,105.61
5	40,681.96	21,128.94	17,337.18
<b>Valor Presente de Flujos</b>		<b>118,558.52</b>	<b>105,917.25</b>
<b>Inversión Inicial</b>		<b>112,348.24</b>	<b>112,348.24</b>
<b>VALOR ACTUAL NETO</b>		<b>6,210.28</b>	<b>-6,430.99</b>

Tabla 4.38 VAN positivo y negativo a diferentes tasas de interés.

Graficando en una escala lineal esta información, se tendría:



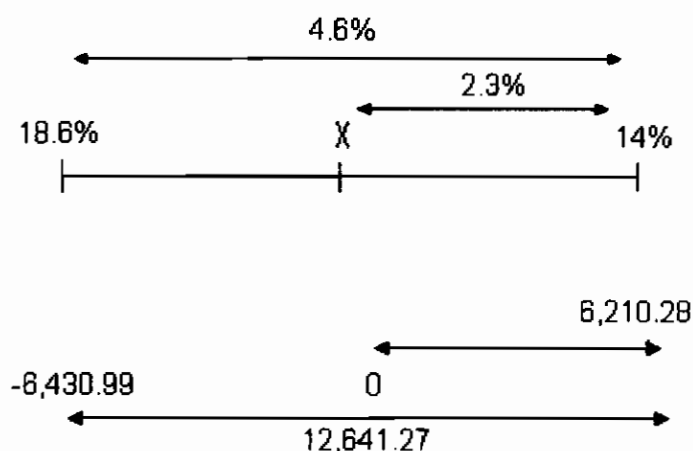
Entonces, si la distancia de +6,210.28 a -6,430.99 (12,641.27) en VAN corresponde a la distancia de 14% a 18.6% (4.6%) en tasa de interés, ¿a cuánta distancia en tasa de interés corresponderá la distancia de 0 a +6,210.28 o de 0 a -6,430.99?



Para encontrar la distancia en tasa de interés que corresponde a +6,210.28 de VAN se tendría:

$$\begin{array}{rcl} 0.14 & \text{-----} & -6,210.28 \\ 0.186 & \text{-----} & -6,430.99 \end{array} = \begin{array}{rcl} 0.046 & \text{-----} & 12,641.27 \\ x & \text{-----} & -6,210.28 \end{array} = 0.023$$

Gráficamente el significado de este resultado es:

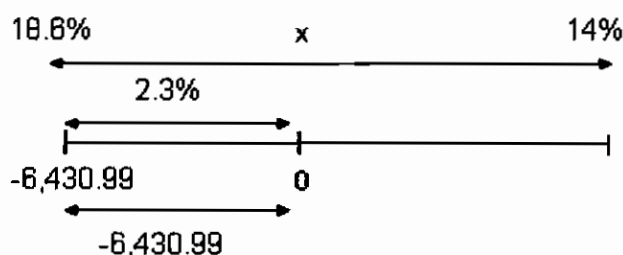


Por tanto, para encontrar la tasa de interés que corresponde a un VAN igual a cero, habría que adicionar al 14% el 2.3% dando como resultado 16.3%.

Para encontrar la distancia en tasa de interés que corresponde a 6,430.99 de VAN se tendría:

$$\begin{array}{rcl} 0.14 \text{-----} 6,210.28 & & 0.046 \text{-----} 12,641.27 \\ 0.186 \text{-----} 6,430.99 = & x & \text{-----} 6,430.99 = 0.023 \end{array}$$

Gráficamente el significado de este resultado es:



Por tanto, para encontrar la tasa de interés que corresponde a un VAN igual a cero, habría que disminuir al 18.6 % el 2.3% dando como resultado 16.3%.

Para tomar la decisión de aceptar o rechazar el proyecto en función del TIR, es necesario comparar el 16.3% contra la tasa de rendimiento alterna que tenga la institución. Aquí la tasa de interés es del 14%, por tanto el proyecto debe aceptarse considerando que su TIR es superior a ese valor.

#### 4.4.5 RELACIÓN COSTO - BENEFICIO

Muestra la rentabilidad en términos relativos y es el resultado de dividir el VP (valor presente de flujos) para el valor de la inversión inicial:

$$\text{Relación Costo - Beneficio} = \frac{118,558.52}{112,348.24} = 1.1$$

#### PUNTOS A CONSIDERAR DEL ANÁLISIS FINANCIERO:

- ✓ El VAN (Valor Actual Neto) obtenido es de +6,210.28 dólares que indica que el proyecto es rentable.

- ✓ El TIR de 16.3% es mayor que la tasa de interés activa indicada (14%), esto es otro indicativo de la rentabilidad económica de nuestro proyecto.
- ✓ La relación Costo - Beneficio  $> 1$  significa que el valor actual de los ingresos es superior al VAN de los egresos, por lo tanto el proyecto es atractivo.

#### **4.5 ESTUDIO DE LOS POSIBLES NUEVOS USUARIOS DE LA RED**

Los posibles nuevos usuarios de la red inalámbrica son las casas barriales que forman parte de las parroquias de Guangopolo, Alangasí, La Merced, debido a que se encuentran en áreas cercanas a estos lugares, siendo fácil su integración a la red. En la tabla 4.39 se enlistan las casas barriales correspondientes a las parroquias mencionadas anteriormente. Estos sitios en la actualidad tienen un sistema de comunicación ineficiente, no pudiendo en caso de emergencia comunicarse rápidamente con los destacamentos policiales y puesto de auxilio inmediato.

Con la incorporación de estos sectores a la red inalámbrica contemplada en nuestro diseño, se solucionarán todos esos problemas de comunicación, y pasarán a formar una gran red de área metropolitana.

<b>PARROQUIA</b>	<b>BARRIOS</b>
<b>La Merced</b>	San Francisco 1
	Zanjaloma
	San Francisco 2
	San Juan Loma
<b>Alangasí</b>	Juan Bautista Aguirre
	Angamarca A
	Angamarca B
	Ushimana
	Jerusalén
	Chinchinloma
	San Carlos
Sanpedro del Tingo	
<b>Guangopolo</b>	San Antonio

Tabla 4.39 Posibles nuevos usuarios de la red

También podrán formar parte de la red inalámbrica oficinas de Cooperativas de vivienda, escuelas y el principal colegio ubicado en la parroquia de Alangasí, los cuales se mencionan en la tabla 4.40.

<b>OFICINAS DE COOPERATIVA DE VIVIENDA</b>	Playa Chica
	Mirasierra
	San Gabriel
	Del Valle
<b>ESCUELAS</b>	Pedro Arteta
	Teodoro Wolf
	Simón Bolívar
	General Daquilema
	Alejandro Coello
	Velasco Ibarra
<b>COLEGIO</b>	Técnico Alangasí

Tabla 4.40 Otros posibles nuevos usuarios

## **4.6 AMPLIACIÓN DE LA RED INALÁMBRICA**

La red se podría extender a todos los destacamentos y juntas parroquiales que pertenecen a las parroquias rurales del cantón Quito y que forman parte del Valle de los Chillos. Mencionaremos por tanto las parroquias que completarían todo el Valle y que serían parte de la ampliación: Pintag, Amaguaña y Conocoto.

Se puede formar así una red de comunicaciones inalámbrica integrada, entre todos los destacamentos y juntas parroquiales, para una comunicación rápida y eficiente en casos de emergencia, robos, trámites, primeros auxilios, etc.

En la figura 3.17 se indica los sectores donde están ubicados los destacamentos y juntas parroquiales que formarán parte de la ampliación de la red inalámbrica.

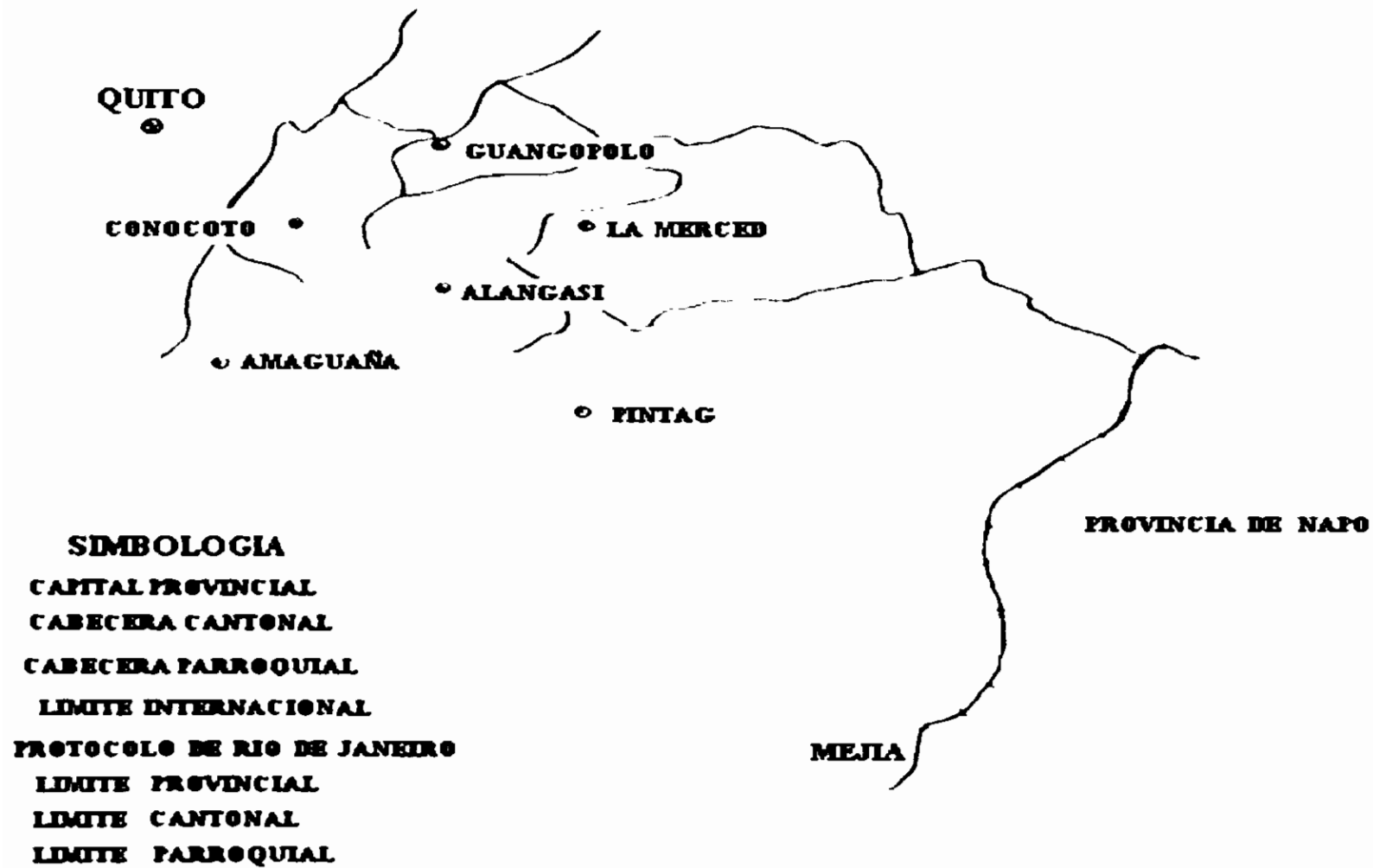


Figura 3.17 Sectores que formarían parte de la Ampliación de la red inalámbrica



## 5.1 CONCLUSIONES

- ❖ El sistema planteado se diseñó de acuerdo a las necesidades de las Juntas Parroquiales y Destacamentos policiales del Noroeste del Valle de los Chillos. Permitirá mejorar las comunicaciones de los lugares en mención agilizando los trámites, cobros de impuestos, llamadas de auxilio, emergencias, presencia policial de inmediato.
- ❖ El sistema brindará la oportunidad a los empleados de las Juntas Parroquiales y a los oficiales de los Destacamentos Policiales revisar y enviar informes, partes policiales, así también mantener conversaciones para informar de acontecimientos como: robos, emergencias, primeros auxilios, presencia policial de manera oportuna. Por otro lado, permitirá realizar consultas sobre leyes, sueldos, equipos de comunicación, solicitudes de armamento, materiales de oficina, cursos de actualización, etc. sin ser necesario que los beneficiados salgan de sus lugares de trabajo, lo que mejorará el desempeño del personal administrativo y policial.
- ❖ En el diseño de la red inalámbrica se consideró realizar el enlace entre los establecimientos de manera directa, pero la presencia de obstáculos como árboles altos, espesa vegetación, edificios altos obstruyeron las respectivas líneas de vista; este problema se podía solucionar con la instalación de radio bases cuyo costo es elevado, lo que resulta en un aumento grande al costo total de la instalación de todos los radioenlaces. Debido a esto consideramos oportuno aprovechar la altura del cerro Ilaló en donde se ubicó un repetidor, resultando una solución más factible ya que al realizar una visita se observó una línea de vista limpia de obstáculos entre este sitio y los diferentes establecimientos.
- ❖ La frecuencia de 5.8 GHz es una banda global definida para uso ISM (Industrial, Científico y Médico) que no se encuentra saturada y es

utilizada libremente sin necesidad de licencias, por lo que resulta ideal para trabajar en el Noroeste del Valle de los Chillos.

- ❖ La distancia máxima a cubrir en el diseño es de 5.823 Kms y comprende la trayectoria entre el cerro Ilaló y el Puesto de auxilio inmediato de San Rafael. Entonces para cubrir distancias cortas es posible usar antenas con menor ganancia, con lo cual se reducirá el costo del diseño.
- ❖ Las redes inalámbricas permiten que muchos sitios que no tienen acceso a redes cableadas debido a su ubicación, puedan tener un sistema de comunicaciones eficiente, elevando de esta forma el nivel de vida de los ciudadanos que viven en esos lugares. Como consecuencia de esto, también se logrará reducir en cierto modo la brecha existente entre las poblaciones rurales y urbanas.
- ❖ El diseño de la red inalámbrica fue realizado para dar servicio de voz, datos, vídeo y voz sobre IP, a los principales destacamentos y juntas parroquiales del Noroeste del Valle de los Chillos. Se lo realizó analizando la posibilidad de que en futuro pueda ampliarse la red y cubrir todos los destacamentos y juntas parroquiales de las parroquias rurales del Cantón Quito, las mismas que son: Pintag, Conocoto y Amaguaña.
- ❖ Los equipos elegidos en este diseño tienen la ventaja de que una vez instalados, y si el cliente necesita una nueva aplicación, ésta se puede cubrir con el mismo equipo sin necesidad de reemplazarlo por otro de mejores características, lo cual es una diferencia grande con la red cableada. De esta forma también se evitarán gastos adicionales.
- ❖ El diseño de la red inalámbrica del presente proyecto, permitirá tener un sistema escalable y compatible con otros estándares y tecnologías.

- ❖ Una gran ventaja de este proyecto es que las condiciones climáticas del Noroeste del Valle de los Chillos son favorables para la operación de los equipos empleados en la red, teniendo un excelente desempeño de éstos. También se evitarán posibles atenuaciones de la señal debido a la presencia de lluvia y otras condiciones climáticas adversas.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- ❖ El diseño cubrirá los destacamentos y juntas parroquiales del Noroeste del Valle de los Chillos y al estar en una banda libre se podría tener interferencias y acceso a la información de personas no autorizadas, con lo cual se tendría el peligro de que la información sea violada. Para solucionar este inconveniente se recomienda aplicar un método de encriptación para proteger la información y garantizar su seguridad.
- ❖ Los equipos escogidos para la red inalámbrica son de la marca cisco y operan en la frecuencia de 5.8GHz. Se los conoce generalmente como equipos para redes inalámbricas de área local y su estándar de operación es el IEEE 802.11, el mismo que recomienda y aplica un sistema de seguridad y encriptación establecidos dentro de esta norma. Por lo tanto es recomendable que desde que comienza a trabajar el sistema se empleen métodos de encriptación a fin de proteger y dar seguridad a la información que se maneja en todos los sitios.
- ❖ Al diseñar un sistema inalámbrico es importante hacer un estudio de líneas de vista y frecuencias a fin de determinar qué sectores pueden trabajar sin problema. En nuestro caso, al trabajar en una banda libre, esto es aún más importante. Es así también que, en los enlaces a larga distancia se debe garantizar la línea de vista y la primera Zona de Fresnel libre de obstáculos.
- ❖ Es recomendable que los equipos operen dentro de una frecuencia y no salgan de los parámetros de emisión de potencia, para evitar problemas y sanciones por organismos de control del espectro electromagnético. De esta forma también se aprovecharía de mejor manera los beneficios que un equipo y una tecnología puedan ofrecer.

- ❖ Se recomienda trabajar con equipos que cumplan con la norma IEEE 802.11 y dentro de ésta el estándar IEEE 802.11g, que permite tener mayores velocidades de transmisión. También se dispondrán de equipos de una misma serie o con similares características de transmisión, teniendo mejor costo y garantizando una buena inversión debido a que este estándar tiene mejor futuro que otros estándares propietarios.
  
- ❖ En el análisis de propagación, al determinar la existencia de la línea de vista, nos condujo a escoger un determinado equipo; sin embargo, existen equipos que trabajan en condiciones sin línea de vista, aumentando por tanto la penetración del servicio y reduciendo los costos de instalación.
  
- ❖ Se recomienda sustituir los equipos de comunicación que se encuentran obsoletos, mencionando los computadores existentes en los destacamentos y juntas parroquiales. Para esto, incluimos en el costo de la red local sus precios y las licencias de los sistemas operativos a utilizar; permitiendo mejorar los requerimientos propios de esta red y por consiguiente su eficiencia.

**LIBROS:**

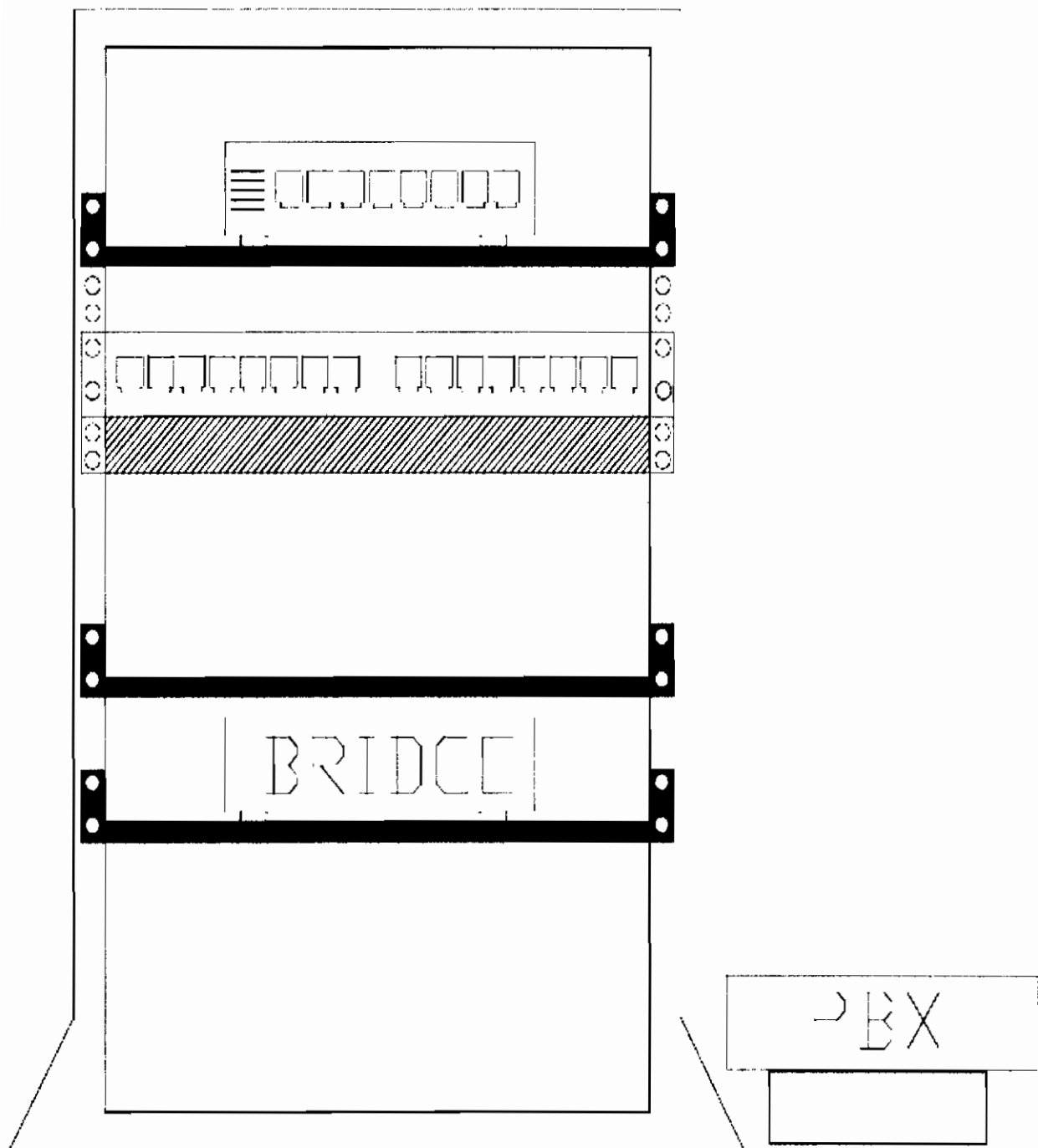
- ❖ **KRAUS. John D; Electromagnetismo; Tercera edición; Editorial Mc Graw-Hill.**
- ❖ **JORDAN. Edward C.; Ondas Electromagnéticas y Sistemas Radiantes; Segunda Edición.**
- ❖ **TOMASI Wayne; Sistemas de Comunicaciones Electrónicas; Segunda Edición; Prentice Hall Capitulo 9 y 10.**
- ❖ **Radiocomunicaciones en las bandas de VHF y UHF, Japan International Cooperation Agency Agency; página 87**
- ❖ **RAPPAPORT, T. S.; Wireles Communications Principles and Practice; Prentice-Hall 2002.**
- ❖ **Folleto de Geología de la Universidad Central.**
- ❖ **ENCICLOPEDIA INTERACTIVA DE LOS CONOCIMIENTOS. OCÉANO; Impreso en España; Volumen 3; páginas 1107 – 1152.**
- ❖ **PRIETO, Alberto; LLORIS, Antonio; TORRES, Juan Carlos; Introducción a la Informática; Impreso en España; Año 1989.**
- ❖ **FOROUZAN, Behrouz A.; Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones; Segunda Edición ; McGrawHill/Interamericana de España, S.A.; 2002; págs. 593-608**
- ❖ **HUIDOBRO, José Manuel; Redes y Servicios de Telecomunicaciones; Segunda Edición; Thomson Editores Spain Paraninfo S.A.; 2000; págs. 269-274.**

- ❖ GUEVARA A., Jofre; DIAPOSITIVAS Wireless & WireLAN; Programa MANEJO OPERATIVO DE TECNOLGÍAS DE REDES; Escuela Politécnica Nacional
- ❖ REGIS J., Bates; Comunicaciones Inalámbricas de Banda Ancha; McGrawHill/Interamericana de España S.A.; 2003.
- ❖ STALLINGS, William; Comunicaciones y Redes de Computadores; Séptima Edición; PEARSON EDUCACION, S.A.; Madrid; 2004.
- ❖ HIDALGO, Pablo; Folleto de Comunicación Digital; Octubre 2003.
- ❖ HIDALGO, Pablo; Folleto de Telemática.
- ❖ TANENBAUM, Andrew; Redes de Computadores; Cuarta Edición; PEARSON EDUCACION, México, 2003.
- ❖ HIDALGO, Pablo; Folleto de Comunicación Digital; Abril 2004
- ❖ HIDALGO, Pablo; Sistema de cableado estructurado.
- ❖ Btnet, Sistema de Cableado Estructurado, Bticino, páginas:7, 8; bticino.ecuquito@bticino.com
- ❖ Btnet, Catálogo Versión Reducida, Bticino, página 26; bticino.ecuquito@bticino.com
- ❖ Wireless Local-Area Networking Cisco University Technical Track; página 15.

- ❖ <http://es.wikipedia.org/wiki/Repetidor>
- ❖ <http://www.learnthenet.com/spanish/glossary/nsf.htm>
- ❖ <http://www.it.uc3m.es/~jmoreno/telematica/servidor/apuntes/tema3/tema03.htm>
- ❖ <http://www.geocities.com/SiliconValley/8195/redes.html>
- ❖ <http://www.monografias.com/trabajos12/reina/reina.shtml#tra>
- ❖ <http://www.mailxmail.com/curso/informatica/wifi/capitulo2.htm>
- ❖ <http://www.monografias.com/trabajos/redesinalam/redesinalam.shtml>
- ❖ <http://www.mailxmail.com/curso/informatica/wifi/capitulo1.htm>
- ❖ <http://www.mailxmail.com/curso/informatica/wifi/capitulo2.htm>
- ❖ <http://www.mailxmail.com/curso/informatica/wifi/capitulo3.htm>
- ❖ <http://www.mailxmail.com/curso/informatica/wifi/capitulo4.htm>
- ❖ <http://www.mailxmail.com/curso/informatica/wifi/capitulo5.htm>
- ❖ <http://www.microsoft.com/latam/windowsxp/pro/biblioteca/planning/wirelesslan/intro.asp>
- ❖ [http://www.it.uniovi.es/material/cursos/wifi\\_COIIPA/Introduccion\\_802.11.pdf](http://www.it.uniovi.es/material/cursos/wifi_COIIPA/Introduccion_802.11.pdf)
- ❖ [http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n\\_por\\_divisi%C3%B3n\\_ortogonal\\_de\\_frecuencia](http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_por_divisi%C3%B3n_ortogonal_de_frecuencia)

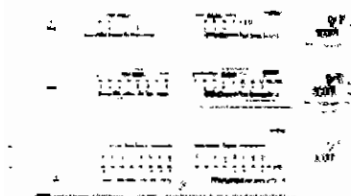


- ❖ [http://www.iss.rwth-aachen.de/Projekte/Theo/OFDM/www\\_ofdm.html](http://www.iss.rwth-aachen.de/Projekte/Theo/OFDM/www_ofdm.html)
- ❖ <http://www.axioma.co.cr/strucab/sctc.htm>
- ❖ <http://www.arqhys.com/arquitectura/cableado-trabajo.html>
- ❖ <http://www.arqhys.com/arquitectura/cableado-backbone.html>
- ❖ <http://www.axioma.co.cr/strucab/scstndrd.htm>
- ❖ [http://iie.fing.edu.uy/ense/asign/redcorp/material/2004/Presentacion%20Cableado%20Estructurado%202004%20\(3%20laminas%20por%20pagina\).pdf](http://iie.fing.edu.uy/ense/asign/redcorp/material/2004/Presentacion%20Cableado%20Estructurado%202004%20(3%20laminas%20por%20pagina).pdf)
- ❖ [http://www.icesi.edu.co/es/publicaciones/publicaciones/contenidos/sistemas\\_telematica/3/jamdrid-seguridad\\_redes\\_inalambricas.pdf](http://www.icesi.edu.co/es/publicaciones/publicaciones/contenidos/sistemas_telematica/3/jamdrid-seguridad_redes_inalambricas.pdf)
- ❖ <http://www.monografias.com/trabajos12/trdecom/trdecom.shtml>
- ❖ [http://html.rincondelvago.com/medios-de-transmision\\_2.html](http://html.rincondelvago.com/medios-de-transmision_2.html)
- ❖ <http://www.ydi.com/index.asp>
- ❖ <http://www.fab-corp.com/lineofsight.htm>
- ❖ [www.lafacu.com/apuntes/informática/cableado/default.htm](http://www.lafacu.com/apuntes/informática/cableado/default.htm)
- ❖ <http://shop.store.yahoo.com/nationalcomputer/air-ant24120.html>



## 3Com® OfficeConnect® Switches

### DATA SHEET



- 10/100 or 10/100/1000 autosensing capability on all switch ports automatically detects the speed of the attached device to optimize network performance
- Plug-and-play convenience, the switches work right out of the box with no configuration or management necessary
- Auto MDI/MDIX on all switches eliminating most common cabling errors

#### High-Speed Connectivity

Different switches to meet a variety of connection requirements, from Gigabit only offerings future-proofed for the most bandwidth-intensive applications, to 10/100 switches for general office needs.

#### Easy to Install and Maintain

Plug-and-play simplicity with no configuration needed, with Auto MDI/MDIX on every and front panel diagnostic LEDs provide easy at-a-glance network status information.

OfficeConnect switches are designed specifically for small offices that require high network performance to exchange large data files and images, and access real-time information.

The OfficeConnect Switch family offers connections at 1000BASE-T, 100BASE-TX or 10BASE-T, with an effective throughput of up to 3.2Gbps, making them ideal for connecting to high-speed servers, for high-speed data links into the core of the network, or for connecting to multiple switches or hubs in small offices.

#### Award Winning Quality

Designed to the highest standards of quality and reliability, OfficeConnect switches are supported by a 3 Year Hardware Warranty with advanced hardware replacement.

#### Compact Design and Silent Operation

Saves valuable office space with a compact design while silent operation ensures no disturbance due to noisy fans.

#### Part of Complete Solution

Build a complete networking solution with the OfficeConnect Family, designed to meet all your needs including wireless, security and encryption products.

The OfficeConnect Switch family offers a highly flexible migration path for businesses upgrading to faster network connections.

Models include switches with 5, 8 and 16 10/100 ports, as well as an 8 port 10/100 switch with an integrated gigabit port, and 5 or 8 port gigabit switches.

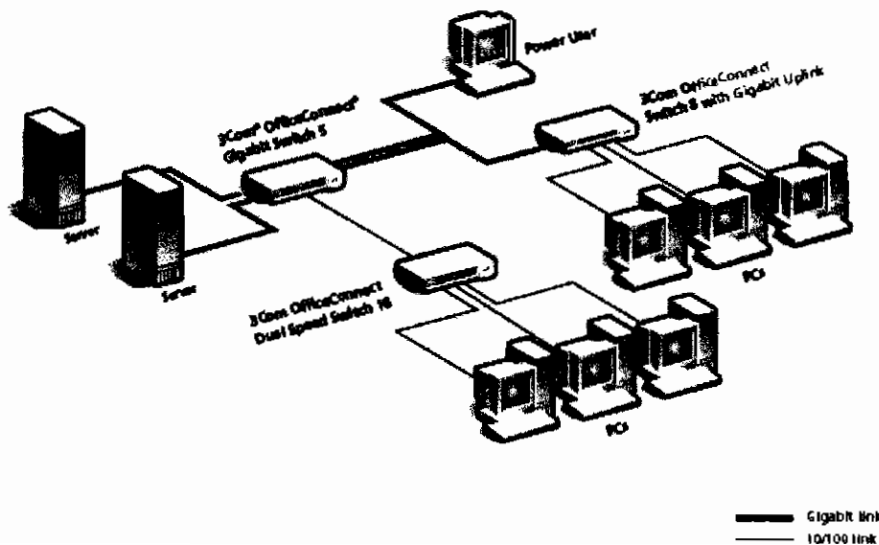
For the most cost-conscious, the Switch 5 and Switch 8 offer high-quality, reliable networking at an even more affordable price.

## 3COM® OFFICECONNECT® SWITCHES DATA SHEET

© 2003 3Com Corporation. All rights reserved.

	10/100 ports	10/100/1000 ports	Buffer memory	LED indicators	No. MAC addresses	MDI/MDIX	Silent (no fan)	FCC Class B	External power supply	3 Year Hardware Warranty
<b>PRODUCT DESCRIPTION</b>										
3Com OfficeConnect Switch 8 with Gigabit Uplink	8	1	2MB	✓	4K	Auto	✓	✓	11W	✓
3Com OfficeConnect Gigabit Switch 5	-	5	1MB	✓	4K	Auto	✓	✓	11W	✓
3Com OfficeConnect Gigabit Switch 8	-	8	1MB	✓	4K	Auto	✓	✓	16W	✓
3Com OfficeConnect Dual Speed Switch 5	5	-	512kb	✓	1K	Auto	✓	✓	11W	✓
3Com OfficeConnect Dual Speed Switch 8	8	-	2MB	✓	4K	Auto	✓	✓	11W	✓
3Com OfficeConnect Dual Speed Switch 16	16	-	2MB	✓	4K	Auto	✓	✓	11W	✓
3Com OfficeConnect Switch 5	5	-	512kb	✓	1K	Auto	✓	✓	11W	✓
3Com OfficeConnect Switch 8	8	-	2MB	✓	4K	Auto	✓	✓	11W	✓

### Network Topology

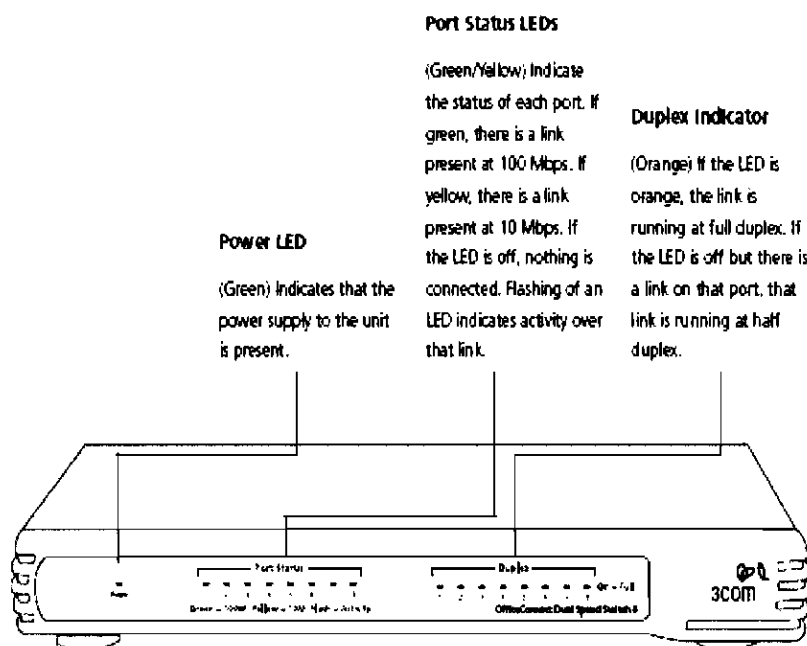


## 3COM® OFFICECONNECT® SWITCHES DATA SHEET

### Product Features and Benefits

ALL OFFICECONNECT SWITCHES	
Wirespeed 10/100/1000 connectivity	Allows users to connect at 1000Mbps, 100Mbps or 10Mbps, ensuring optimum throughput while ensuring compatibility with legacy equipment
Full duplex support of your network	Allow full, two-way data transfer, doubling the effective bandwidth
Silent operation	With no fan, OfficeConnect switches ensure no disturbance to the workplace
Operating System Independent	To allow maximum integration of different operating systems within your network, with no extra configuration of the network required
FCC Class B certified	All OfficeConnect switches are certified for home as well as office use. This is a more stringent certification than Class A.
Traffic Prioritization (Gigabit Switches)	Ensures that real-time applications (such as voice and video) take priority so they can run effectively, even during bursts of high traffic load
Auto MDI/MDIX on every port	Eliminates most common cabling problems, whether the port is connected to a server, PC, or another switch or hub
3 Year Hardware Warranty with Advanced Hardware Replacement	Provides complete peace of mind

### Product Features and Benefits (continued)



As this front view of the OfficeConnect Dual Speed Switch 8 illustrates, OfficeConnect units offer a variety of LED indicators. This gives users immediate notification of problems, such as excessive network use, without requiring special technical knowledge.

## 3COM® OFFICECONNECT® SWITCHES DATA SHEET

### Product Features

#### Common Family Characteristics

##### EMC

EN55022, Class B, EN55024, EN61000-3-2,  
EN61000-3-3, FCC Part 15 Class B, ICES-003 Class B,  
VCCI Class B, AS/NZS 3548 Class B

##### Safety

EN60950, IUL 1950, CSA 22.2 No. 950, IEC 60950

##### Functional

ISO 8802/3

EEE 802.31, 802.3u, 802.3ab\*

##### Environmental

EN60068 (IEC 68)

##### Packaging Contents:

3C16790A, 3C16791A, 3C16792A, 3C1670500A,  
3C1670800A, 3C1670108

• Installation guide

• Power adapter

• Rubber feet

##### Packaging Contents:

3C16793, 3C16794

• Installation guide

• Power adapter

• Rubber feet

#### OfficeConnect Dual Speed Switch 5 (10BASE-T/ 100BASE-TX Switch) 3C16790A

##### Connectors

5 RJ-45 10BASE-T/100BASE-TX ports

##### Dimensions:

Width: 220 mm (8.7 in)

Height: 24.2 mm (1.0 in)

Depth: 135.4 mm (5.3 in)

Weight: 480 g (1.1 lb)

Power: 10.24 BTU/hour, 3 Watts

#### OfficeConnect Dual Speed Switch 8 (10BASE-T/ 100BASE-TX Switch) 3C16791A

##### Connectors

8 RJ-45 10BASE-T/100BASE-TX ports

##### Dimensions:

Width: 220 mm (8.7 in)

Height: 24.2 mm (1.0 in)

Depth: 135.4 mm (5.3 in)

Weight: 560 g (1.2 lb)

Power: 13.7 BTU/hour, 4 Watts

#### OfficeConnect Dual Speed Switch 16 (10BASE-T/ 100BASE-TX Switch) 3C16792A

##### Connectors

16 RJ-45 10BASE-T/100BASE-TX ports

##### Dimensions:

Width: 228 mm (9.1 in)

Height: 54.6 mm (2.1 in)

Depth: 185.4 mm (7.3 in)

Weight: 1,000 g (2.2 lb)

Power: 35.5 BTU/hour, 10.4 Watts

#### OfficeConnect Switch 5 (10BASE-T/100BASE-TX Switch) 3C16793

##### Connectors

5 RJ-45 10BASE-T/100BASE-TX ports

##### Dimensions:

Width: 220 mm (8.7 in)

Height: 24.2 mm (1 in)

Depth: 135.4 mm (5.3 in)

Weight: 480 g (1.1 lb)

Power: 10.24 BTU/hour, 3 Watts

#### OfficeConnect Switch 8 (10BASE-T/100BASE-TX Switch) 3C16794

##### Connectors

8 RJ-45 10BASE-T/100BASE-TX ports

##### Dimensions:

Width: 220 mm (8.7 in)

Height: 24.2 mm (1 in)

Depth: 135.4 mm (5.3 in)

Weight: 560 g (1.2 lb)

Power: 13.7 BTU/hour, 4 Watts

#### OfficeConnect Gigabit Switch 5 3C1670500A

##### Connectors

5 RJ-45 10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T ports

##### Dimensions:

Width: 220 mm (8.7 in)

Height: 24.2 mm (1.0 in)

Depth: 135.4 mm (5.3 in)

Weight: 560 g (1.2 lb)

Power: 10.5 Watts

#### OfficeConnect Gigabit Switch 8 3C1670800A

##### Connectors

8 RJ-45 10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T ports

##### Dimensions:

Width: 220 mm (8.7 in)

Height: 24.2 mm (1.0 in)

Depth: 135.4 mm (5.3 in)

Weight: 560 g (1.2 lb)

Power: 13.5 Watts

#### OfficeConnect Switch 8 with Gigabit Uplink 3C1670108

##### Connectors

8 RJ-45 10BASE-T/100BASE-TX ports

1 RJ-45 10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T port

##### Dimensions:

Width: 228 mm (9.1 in)

Height: 41.8 mm (1.6 in)

Depth: 135.4 mm (5.3 in)

Weight: 600 g (1.3 lb)

Power: 8.5 Watts

### Product Description and SKUs

PRODUCT DESCRIPTION	SKU
OfficeConnect Dual Speed Switch 5	3C16790A
OfficeConnect Dual Speed Switch 8	3C16791A
OfficeConnect Dual Speed Switch 16	3C16792A
OfficeConnect Switch 5	3C16793
OfficeConnect Switch 8	3C16794
OfficeConnect Gigabit Switch 5	3C1670500A
OfficeConnect Gigabit Switch 8	3C1670800A
OfficeConnect Switch 8 with Gigabit Uplink	3C1670108

## SPECIFICATIONS

### KX-TA624-4 Control Unit

Capacity:	3-6 CO lines, 8-24 extensions
Intercom Path:	4 paths
Dialing Method:	External - Tone/Pulse (10 pps, 20 pps) Internal - Tone/Pulse (10 pps, 20 pps)
Dialing Conversion:	Tone to pulse or pulse to tone
Switching:	Space division CMOS Crosspoint Switch
Power Failure:	Transfer: 2 CO lines to pre-assigned extensions
Back Up:	Several hours with UPS (depending upon use)
Connections:	CO lines: Modular Jack (RJ-11)
Intercom:	4 Pin Modular Connector
Paging:	Phono Jack
External Music:	2-Conductor Jack
SMDR:	RS-232C Interface Port (D-Sub, 9 Pin)
Power Source:	AC 120 V, 60 Hz
Dimensions (HxWxD):	11- <sup>3</sup> / <sub>4</sub> " x 14- <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " x 4"
Weight:	11.7 lbs.

### KX-TA1232 Control Unit

Capacity:	8-12 CO lines, 16-32 extensions
Intercom Path:	Non-blocking with proprietary phones
Dialing Method:	External - Tone/Pulse (10 pps, 20 pps) Internal - Tone/Pulse (10 pps, 20 pps)
Dialing Conversion:	Tone to pulse or pulse to tone
Switching:	Non-blocking PCM Time Sharing
Power Failure:	Pre-assigned extensions
Back Up:	Several hours with UPS (depending upon use)
Connections:	CO lines: Modular Jack (RJ-14C)
Intercom:	Amphenol Connector
Paging:	Phono Jack
External Music:	2-Conductor Jack
SMDR:	RS-232C
Power Source:	AC 120 V, 60 Hz
Dimensions (HxWxD):	25- <sup>3</sup> / <sub>8</sub> " x 12- <sup>3</sup> / <sub>4</sub> " x 4.5"
Weight:	17.8 lbs.

## Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge



The Cisco Aironet® 1400 Series Wireless Bridge creates a new benchmark for wireless bridging by providing a high-performance and feature-rich solution for connecting multiple LANs in a metro area. Building a metropolitan area wireless infrastructure with the Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge provides deployment personnel with a flexible, easy to use solution that meets the security requirements of wide area networking professionals. Designed to be a cost-effective alternative to leased lines, it is engineered specifically for harsh outdoor environments, yet also works well in indoor deployments. The Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge is the premier high-speed, high-performance outdoor bridging solution for line-of-sight applications, providing features such as:

- Support for both point-to-point or point-to-multipoint configurations (Figure 1)
- Industry leading range and throughput, supporting data rates up to 54 Mbps
- Enhanced security mechanisms based on 802.11 standards
- Ruggedized enclosure optimized for harsh outdoor environments with extended operating temperature range
- Integrated or optional external antennas for flexibility in deployment
- Designed specifically for ease-of-installation and operation

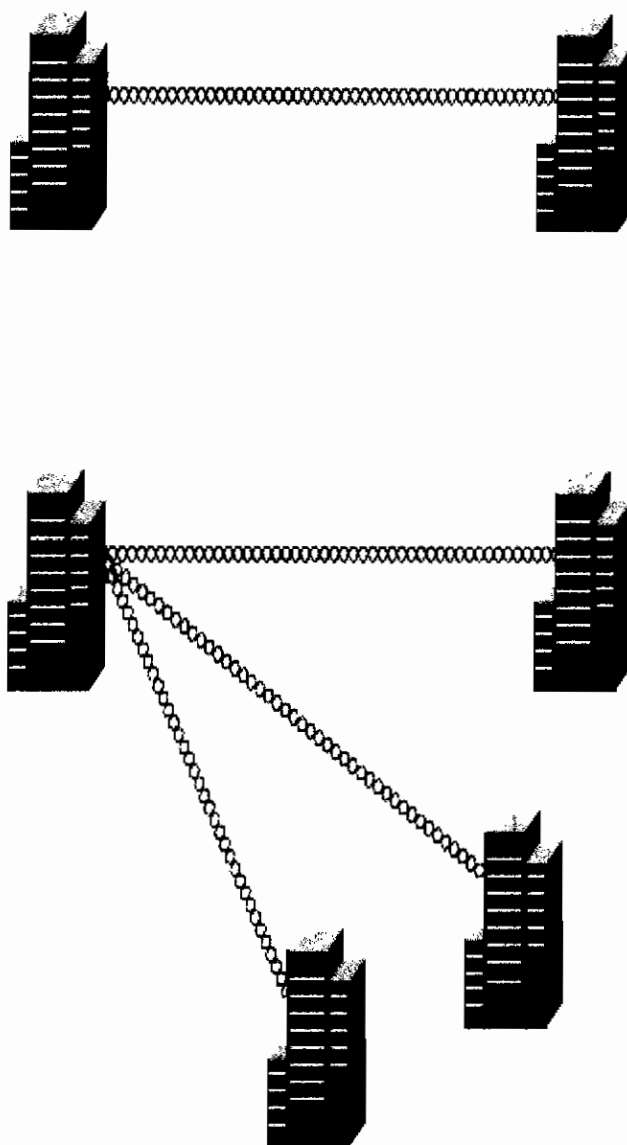
### Bridging Fixed Networks

The Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge can be used to provide either: 1) the sole connection, 2) the primary connection with an additional technology such as a T1 line providing redundancy, or 3) as a back up solution for additional resiliency in conjunction with other technologies such as fiber optics. Ideal applications include:

- *Local Government*—Backbone (backhaul) portion of community-based municipal networks such as public safety networks, or any fixed network location
- *Education*—Higher education campus building interconnects and K-12 schools within a metropolitan area
- *Healthcare*—Hospital campuses and physician offices
- *Enterprise campus*—Building-to-building links (point-to-point or point-to-multipoint), or any situation where a company needs to expand across an area where right-of-way is not possible
- *Service provider*—Backhaul to aggregate multiple lower-speed links into a higher speed link



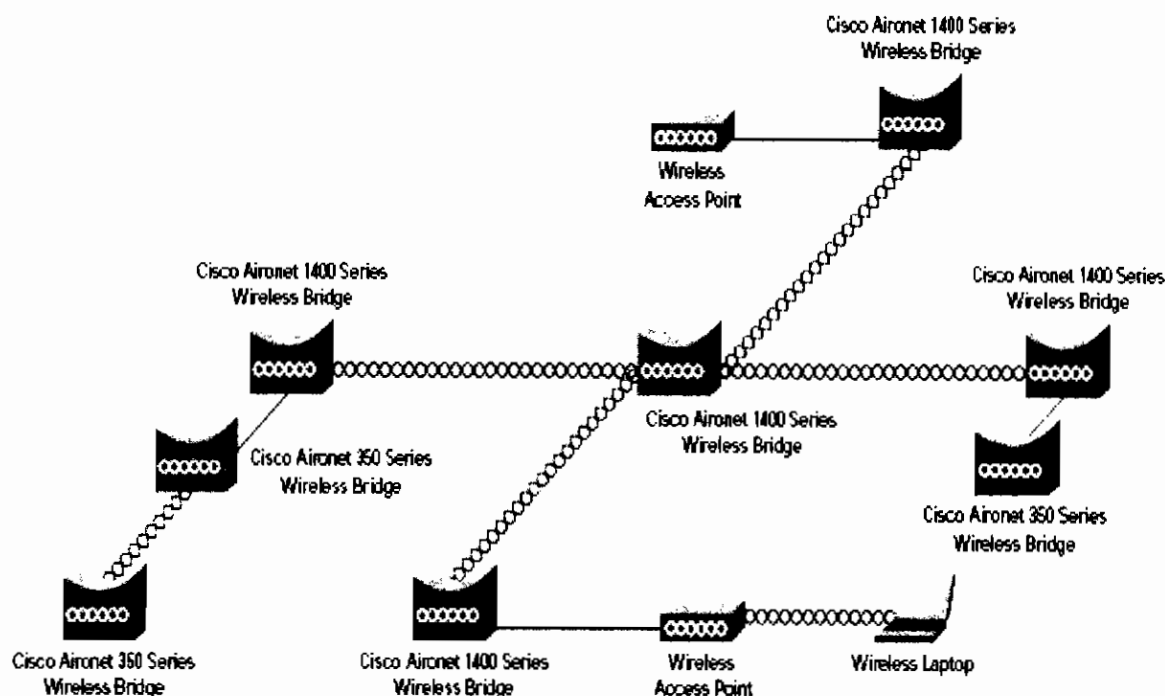
Figure 1 Point-to-Point and Point-to-Multipoint Applications



### Mobile Networks and Wireless Bridges

The concept of mobile networks is significant not only for service providers looking to offer seamless network access, but also for individual organizations such as municipal public safety units. In many instances, the technology exists to create the zones that provide the mobile network, but the challenge lies in bringing the network to these zones. The Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge provides a cost-effective solution to this application. The wireless bridge can connect to the network that contains the 2.4 GHz access points or bridges that are providing wireless zone coverage, and also provide the backhaul link to the high-speed network (Figure 2). Whether these zones are 802.11 hot spots at cafes and restaurants or bridged 802.11b cells for mobile networks, the Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge provides a non-interfering and higher speed distribution service.

Figure 2 Public Safety Network Utilizing Wireless Bridges



## ROI

The high-speed links between the wireless bridges delivers throughput several times faster than E1/T1 lines for a fraction of the cost—eliminating the need for expensive leased lines or difficult-to-install fiber-optic cable. Because bridges have no recurring charges, savings on leased-line services quickly pay for the initial hardware investment. The Cisco Aironet 1400 Series with its 54 Mbps throughput capability connects discrete sites into a single LAN at speeds much greater than leased lines, even when they are separated by obstacles such as freeways, railroads, or bodies of water that are practically insurmountable using copper or fiber-optic cable.

## High Performance

Operating in the unlicensed 5.8 GHz band, the Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge sets a new standard for performance, combining powerful 250 mW radios, industry-leading receive sensitivity, installation tools to assist in bridge placement, delay spread capabilities, and a choice of integrated or connectorized high gain antennas. Cisco provides a complete solution for a wide variety of fixed wireless applications.

Data rates of 54 Mbps can be enabled for point-to-point links up to 8.5 miles, and for point-to-multipoint links up to 2.75 miles.<sup>1</sup> Aggregate throughput can be obtained in excess of 28 Mbps.<sup>2</sup> Also, by using higher gain antennas or lower data rates, ranges in excess of 20 miles point-to-point can be covered.<sup>3</sup>

1. The distances referenced here are approximations and should be used for estimation purposes only.

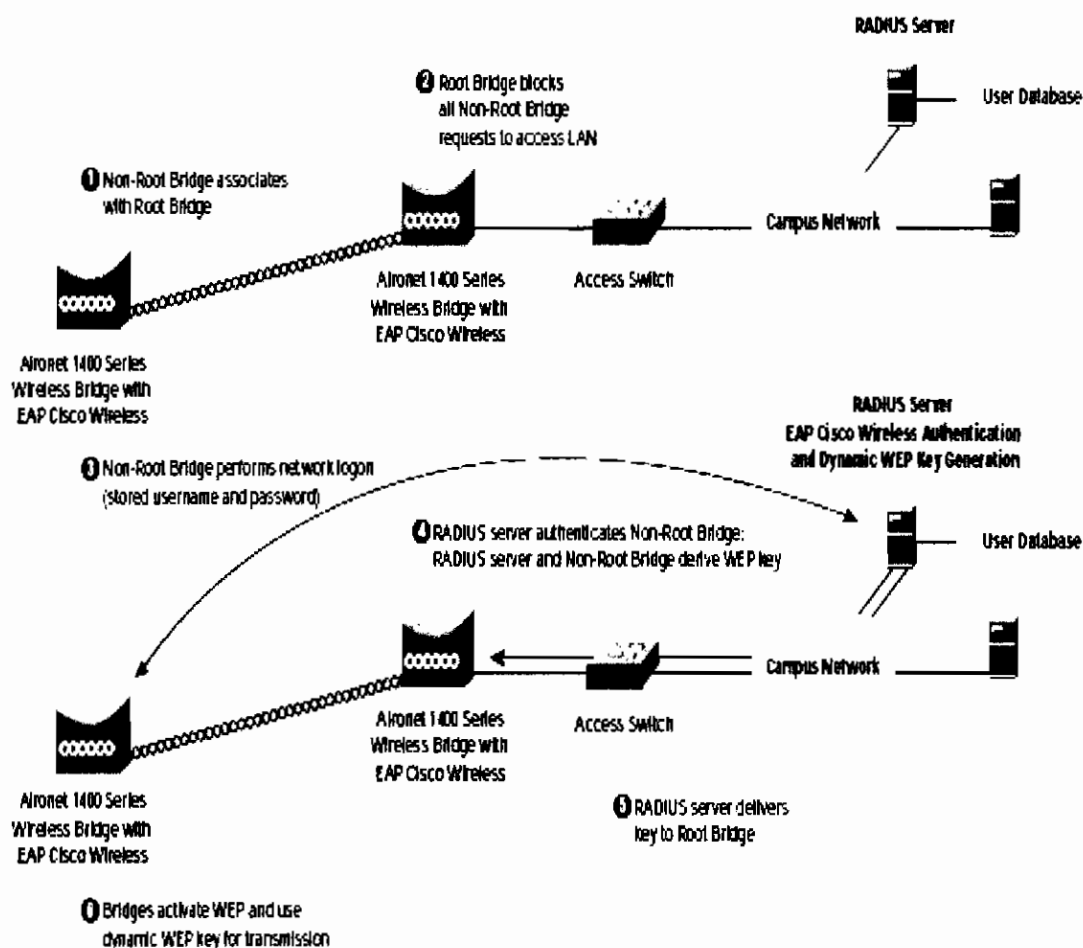
2. Actual throughputs will vary based on system and network configurations.

3. The distances referenced here are approximations and should be used for estimation purposes only.

## Security

Cisco Aironet has a proven track record for leading the industry with advanced security features. Building on basic wireless security, support for the Cisco Wireless Security Suite is included with the Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge (Figure 3), featuring support for IEEE 802.1X mutual authentication and strong encryption. Network managers can confidently deploy a wireless bridging solution that provides robust security and protection, with the ease of centralized management through a Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS) server such as Cisco Access Control Server (ACS).

Figure 3 Wireless Bridge Security



## Intelligent Network Services

The Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge utilizes Cisco IOS® Software to provide a familiar user interface with common functionality, scalability, and security. Additionally, advanced features such as quality of service (QoS) are included, enabling packet prioritization for voice, video, and data. Trunking up to 24 voice-over-IP (VoIP) circuits over point-to-point links is also possible. Bandwidth can be increased between bridged networks through the aggregation of multiple bridges at each site through Fast Ether Channel (FEC), or Port Aggregation Protocol (PAg-P), or through routing protocols. For a multipurpose network, Virtual Local Area Networks (VLANs) can be configured by allowing different non-root bridges operating on the same root bridge to trunk different VLANs. Network services can now be segmented based upon end user requirements (Figure 4).

To simplify ordering and installation, the Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge provides the professional or IT installer with all of the components and accessories necessary to complete most deployments, including:

- The Cisco Aironet Power Injector LR for supplying power to the bridge without expensive electrician costs (Figure 5). The power injector also extends the distance the 1400 Series Wireless Bridge can be installed from the network. (Figure 6)
- The Cisco Aironet 1400 Series Multifunction Mount, with its innovative design, to provide greater ease of installation and flexibility. The mount comes complete with stainless steel hardware to improve corrosion resistance.
- Two lengths of shielded Dual RG-6 cables and a building entry point grounding block, all with F-Type connectors for use with the Power Injector LR and connection to the bridge unit.
- A power supply and cord, enough coaxial sealant for all outdoor connectors, and corrosion-proof gel to protect grounding connections.

Figure 5 Cisco Aironet Power Injector

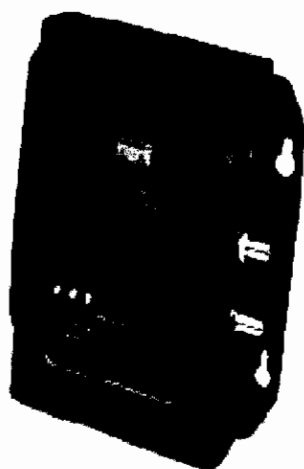
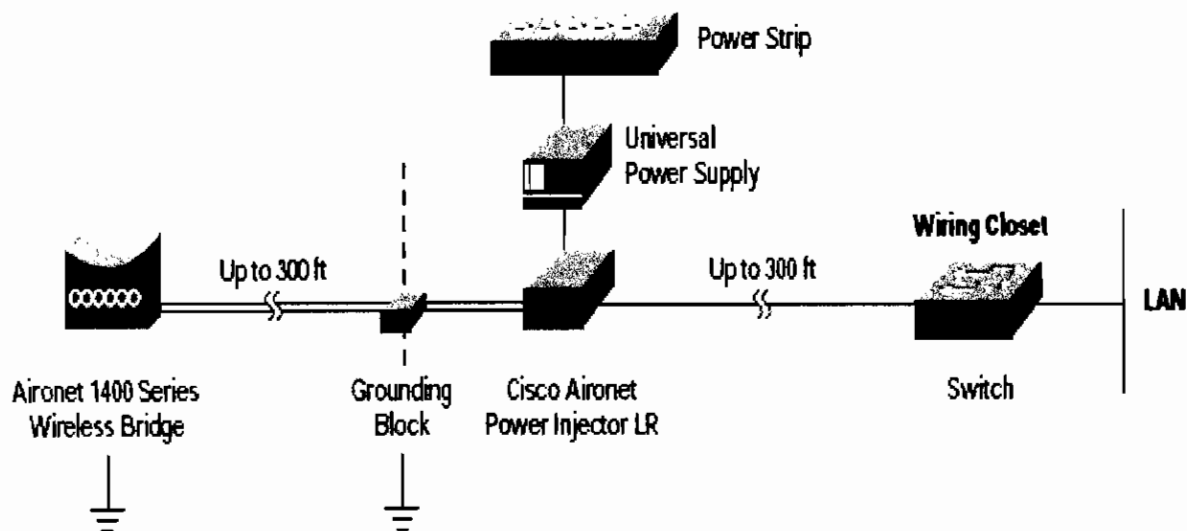


Figure 6 Power Injector Distance Extension



See Table 1 for additional features and benefits. For system specifications of the Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge see Table 2, for product specifications see Table 3.

Table 1 Features and Benefits

Feature	Benefit
802.11a radio with 24 dBm (250 mW) maximum transmit power, -70 dBm receive sensitivity at 54 Mbps data rate <sup>1</sup>	The 5.8 GHz radio in the Cisco Aironet 1400 Series offers superior radio performance that results in industry-leading range. The greater the range, the higher the supported data rate or the more reliable the link at a given data rate.
Industry-leading security, network management, and software feature set	The Cisco Aironet 1400 Series software builds on the feature-rich, customer-driven Cisco Aironet software, including 802.1X support with mutual authentication and dynamic encryption keys, management through SNMP, Telnet, and Web browsers.
Fully weatherized metal housing and extended operating temperature (-30 to 55°C or -22 to 131°F)	The rugged weatherproof design of the Cisco Aironet 1400 Series provides flexibility for deployment in a variety of settings. The rugged features and broad operating temperature range support deployment in factories, warehouses, and the outdoors.
The Cisco Aironet Power Injector LR	The Power Injector LR converts the standard 10/100 baseT Ethernet category 5 RJ-45 interface that is suitable for weather-protected areas to a dual F-Type connector interface for dual coax cables that are more suitable for harsh outdoor environments. While providing a 100baseT interface to the Cisco Aironet 1400 Series, the Power Injector LR also provides power to the unit over the same cables with a power discovery feature that protects other appliances from damage should they accidentally be connected. As an added benefit to the installer, Auto MDIX is built in, allowing the dual cables to be swapped and while maintaining the same functionality. To support longer cable runs from your infrastructure network switch or router, the Power Injector LR is designed to accommodate 100 m coaxial cable run plus 100 m of indoor cat5 cable, to enable total cable runs up to 200 meters. Lightning and surge protection is also included at the F-Type connector interface to provide added protection to your network infrastructure devices.
Flexible mounting with multifunction mount or optional roof/wall mount	The Cisco Aironet 1400 Series Multifunction Mount allows the captured antenna Cisco Aironet 1400 Series to provide either horizontal or vertical polarization. With its quick-hang feature, the mount will support the weight of the bridge during the alignment process. To assist the installation, bolting rings are attached to the mount. The mount will interface to poles or masts from 1.5 in. to 2.5 m, while allowing for elevation and azimuth alignment. For the connectorized version, the mount provides a wall mount mechanism. The captured antenna Cisco Aironet 1400 Series can be mounted to a wall, roof, or other flat surface with the addition of the optional Cisco Aironet 1400 Series Roof/Wall Mount kit.
Wireless root bridge	The wireless root bridge role provides the Cisco Aironet 1400 Series with support for both point-to-point or point-to-multipoint bridging.
Wireless non-root bridge	The wireless non-root bridge allows the Cisco Aironet 1400 Series to operate as the remote node in a point-to-point or point-to-multipoint bridge network.
Wireless packet concatenation	The concatenation of smaller packets into larger ones allows the Cisco Aironet 1400 Series to more efficiently utilize the wireless medium and provide higher overall data throughputs.
Wireless link distance adjustment	The link distance parameter allows the user to tune the carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA) parameters for the particular range to maximize performance.

Table 1 Features and Benefits (Continued)

Feature	Benefit
<b>Wireless programmable clear channel assessment</b>	With a programmable clear channel assessment, the Cisco Aironet 1400 Series can be configured to the particular background interference level found in your environment for reduced contention overhead with other wireless systems.
<b>Antenna alignment assistance</b>	The Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge provides an auto-configuration and installation mode for out of the box deployment of point to point links without the need for a configuration via telnet, File Transfer Protocol (FTP), or Simple Network Management Protocol (SNMP). This mode drives LEDs and an Received Signal Strength Indicator (RSSI) port with a voltage output proportional to received signal strength for use in the installation and alignment process. This frees up the installers to perform their installation process and verify the link quality without requiring Cisco IOS Software or data networking knowledge.
<b>Diagnostic LEDs</b>	Provide alignment feedback to the installer and diagnostic information to troubleshooters directly at the antenna without the use of a computer. Diagnostic information is also provided on the Power Injector LR LEDs
<b>16 megabyte of flash memory</b>	Memory space for future firmware upgrades to support new 802.11 standards and advanced features.
<b>One N-Type connector for external antenna connection</b>	The N-Type connector is the industry standard for higher performance RF systems in an outdoor environment and is compatible with the Cisco® line of optional 5.8 GHz antennas, enabling wireless bridging professional installers to customize radio coverage for specific deployment scenarios.
<b>Easy weather sealing and grounding</b>	The Cisco Aironet 1400 Series provides standard N-Type and F-Type coaxial cable connectors for easy and reliable weather sealing and grounding. A coaxial sealant is provided with each system, along with a standard grounding block to allow the installer to meet National Electric Code guidelines.

1. 24 dBm transmit power only available in FCC configuration units

Table 2 Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge System Specifications

	AIR-BR1410A-x-K9	AIR-BR1410A-A-K9-N
Frequency band	5.725 to 5.825 GHz (FCC UNII 3)	5.725 to 5.825 GHz (FCC UNII 3)
Wireless modulation	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing (COFDM)	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing (COFDM)
Media access protocol	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA)	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA)
Modulation	BPSK @ 6 and 9 Mbps QPSK @ 12 and 18 Mbps 16-QAM @ 24 and 36 Mbps 64-QAM @ 48 and 54 Mbps	BPSK @ 6 and 9 Mbps QPSK @ 12 and 18 Mbps 16-QAM @ 24 and 36 Mbps 64-QAM @ 48 and 54 Mbps
Non-overlapping channels	4	4
Receive sensitivity (10% PER with 3200 byte packets)	6 Mbps: -83 dBm 9 Mbps: -83 dBm 12 Mbps: -83 dBm 18 Mbps: -82 dBm 24 Mbps: -79 dBm 36 Mbps: -76 dBm 48 Mbps: -72 dBm 54 Mbps: -70 dBm	6 Mbps: -83 dBm 9 Mbps: -83 dBm 12 Mbps: -83 dBm 18 Mbps: -82 dBm 24 Mbps: -79 dBm 36 Mbps: -76 dBm 48 Mbps: -72 dBm 54 Mbps: -70 dBm
Maximum Operational Receive Level	-19 dBm	-19 dBm
Maximum Survivable Receive Level	0 dBm	0 dBm
Available transmit power settings:	<b>AIR-BR1410A-A-K9</b> 250 mW (24 dBm) 200 mW (23 dBm) 155 mW (22 dBm) 125 mW (21 dBm) 60 mW (18 dBm) 30 mW (15 dBm) 15 mW (12 dBm) <b>AIR-BR1410A-K-K9</b> 155 mW (22 dBm) 125 mW (21 dBm) 60 mW (18 dBm) 30 mW (15 dBm) 15 mW (12 dBm) <b>AIR-BR1410A-Z-K9</b> 20 mW (13 dBm) 10 mW (10 dBm) 8 mW (9 dBm) 6 mW (8 dBm) 5 mW (7 dBm) 2.5 mW (4 dBm)	250 mW (24 dBm) 200 mW (23 dBm) 155 mW (22 dBm) 125 mW (21 dBm) 60 mW (18 dBm) 30 mW (15 dBm) 15 mW (12 dBm) Maximum power setting will vary according to individual country regulations

Table 2 Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge System Specifications (Continued)

	AIR-BR1410A-K9	AIR-BR1410A-A-K9-N
Available transmit power settings: (continued)	<b>AIR-BR1410A-E-K9</b> 5 mW (7 dBm) 2.5 mW (4 dBm) Maximum power setting will vary according to individual country regulations	
Point-to-point range <sup>1</sup>	<b>Americas:</b> 8.5 miles (14 km) @ 54 Mbps 16 miles (26 km) @ 9 Mbps <b>Korea</b> 5.5 miles (9 km) @ 54 Mbps 11.25 miles (18.25 km) @ 9 Mbps <b>Australia &amp; New Zealand</b> 3.5 miles (5.75 km) @ 54 Mbps 9.5 miles (15.25 km) @ 9 Mbps <b>Ireland &amp; China</b> 1.75 miles (2.75 km) @ 54 Mbps 7.25 miles (11.5 km) @ 9 Mbps	<b>Americas:</b> 13 miles (21 km) @ 54 Mbps 23 miles (37 km) @ 9 Mbps (Antennas are 28 dBi dish)
Point-to-multipoint range (sector antenna at root) <sup>2</sup>	<b>Americas:</b> 2.75 miles (4.5 km) @ 54 Mbps 8.5 miles (14 km) @ 9 Mbps <b>Korea</b> 1 mile (1.75 km) @ 54 Mbps 5 miles (8 km) @ 9 Mbps <b>Australia &amp; New Zealand</b> 0.75 miles (1.2 km) @ 54 Mbps 3.25 miles (5.25 km) @ 9 Mbps <b>Ireland &amp; China</b> 0.4 miles (0.6 km) @ 54 Mbps 1.75 miles (2.75 km) @ 9 Mbps	<b>Americas:</b> 4.25 miles (7 km) @ 54 Mbps 11 miles (18 km) @ 9 Mbps (Non-root antenna is 28 dBi dish)
Antenna	Captured Linear Polarization: 22.5 dBi gain <sup>3</sup> 10 E-plane by 12H-plane beamwidth	One N-Type connector for professional installations (antennas sold separately)



Table 2 Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge System Specifications (Continued)

	AIR-BR1410A-x-K9	AIR-BR1410A-A-K9-N
Security	<p>Cisco Wireless Security Suite, including:</p> <p><b>Authentication</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>802.1x support including LEAP to yield mutual authentication and dynamic per-user, per-session encryption keys</li> </ul> <p><b>Encryption</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Support for static and dynamic IEEE 802.11 WEP keys of 40 bits and 128 bits</li> <li>Pre-standard TKIP WEP enhancements: key hashing (per packet keying) and Message Integrity Check (MIC)</li> </ul>	<p>Cisco Wireless Security Suite, including:</p> <p><b>Authentication</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>802.1x support including LEAP to yield mutual authentication and dynamic per-user, per-session encryption keys</li> </ul> <p><b>Encryption</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Support for static and dynamic IEEE 802.11 WEP keys of 40 bits and 128 bits</li> <li>Pre-standard TKIP WEP enhancements: key hashing (per packet keying) and Message Integrity Check (MIC)</li> </ul>
SNMP compliance	v1 and v2	v1 and v2

1. The distances referenced here are approximations and should be used for estimation purposes only.
2. The distances referenced here are approximations and should be used for estimation purposes only.
3. AIR-BR1410A-K-K9 has 20 dBi gain

Table 3 Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge Product Specifications

	AIR-BR1410A-x-K9	AIR-BR1410A-A-K9-N	Power Injector LR
Status LEDs	<p>Four LEDs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Install</li> <li>Radio</li> <li>Status</li> <li>Ethernet</li> </ul>	<p>Four LEDs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Install</li> <li>Radio</li> <li>Status</li> <li>Ethernet</li> </ul>	<p>Four LEDs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Power ON</li> <li>Injector status</li> <li>LAN Ethernet status</li> <li>Bridge Ethernet status</li> </ul>
RSSI port	BNC connector DC Voltage port (0VDC to 2.7 VDC)	BNC connector DC Voltage port (0VDC to 2.7 VDC)	NA
Uplink	100 Mbps over dual coaxial cables	100 Mbps over dual coaxial cables	10/100BaseT Ethernet
Configuration support	Telnet, HTTP, FTP, TFTP, SNMP	Telnet, HTTP, FTP, TFTP, SNMP	NA

Table 3 Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge Product Specifications (Continued)

	AIR-BR1410A-x-K9	AIR-BR1410A-A-K9-N	Power Injector LR
<b>Compliance</b>	<b>Standards:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Safety:               <ul style="list-style-type: none"> <li>UL 60950</li> <li>CSA C22.2 No. 60950-00</li> <li>IEC 60950</li> <li>EN 60950</li> </ul> </li> <li>• Radio Approvals:               <ul style="list-style-type: none"> <li>FCC Part 15.207, 15.407 &amp; 15.209 Class B</li> <li>ICES-003 Class B (Canada)</li> <li>Canada DGTP-010</li> <li>FCC Bulletin OET-65C</li> <li>Industry Canada RSS-102, RSP100, RSS 210 Issue 5</li> </ul> </li> <li>• EMI and Susceptibility (Class B):               <ul style="list-style-type: none"> <li>FCC Part 15.107 &amp; 15.109 Class B</li> <li>ICES-003 Class B (Canada)</li> <li>EN 55022 Class B</li> <li>EN 55024</li> </ul> </li> </ul>	<b>Standards:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Safety:               <ul style="list-style-type: none"> <li>UL 60950</li> <li>CSA C22.2 No. 60950-00</li> <li>IEC 60950</li> <li>EN 60950</li> </ul> </li> <li>NEMA 4</li> <li>• Radio Approvals:               <ul style="list-style-type: none"> <li>FCC Part 15.207, 15.407 &amp; 15.209 Class B</li> <li>ICES-003 Class B (Canada)</li> <li>Canada DGTP-010</li> <li>FCC Bulletin OET-65C</li> <li>Industry Canada RSS-102, RSP100, RSS 210 Issue 5</li> </ul> </li> <li>• EMI and Susceptibility (Class B):               <ul style="list-style-type: none"> <li>FCC Part 15.107 &amp; 15.109 Class B</li> <li>ICES-003 Class B (Canada)</li> <li>EN 55022 Class B</li> <li>EN 55024</li> </ul> </li> </ul>	<b>Standards:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Safety:               <ul style="list-style-type: none"> <li>UL 60950</li> <li>CSA C22.2 No. 60950-00</li> <li>IEC 60950</li> <li>EN 60950</li> </ul> </li> <li>• EMI and Susceptibility (Class B):               <ul style="list-style-type: none"> <li>FCC Part 15.107 &amp; 15.109 Class B</li> <li>ICES-003 Class B (Canada)</li> <li>EN 55022 Class B</li> <li>EN 55024</li> </ul> </li> </ul>
<b>Country compliance</b>	Customers are responsible for verifying approval for use in their country. Please see <a href="http://www.cisco.com/go/airnet">http://www.cisco.com/go/airnet</a> compliance to verify approval and to identify the regulatory domain that corresponds to a particular country. Not all regulatory domains have been approved. As they are approved, the part numbers will be available on the Global Price List		
<b>Dimensions</b>	11.4in x 11.4in x 4.2in (29cm x 29cm x 11cm)	11.6in x 11.6in x 3.6in (29cm x 29cm x 9cm)	6.7in x 6.3in x 1.3in (17cm x 16cm x 3cm)
<b>Weight</b>	11 lbs (5 kg)	10 lbs. (5 kg)	1.4lbs. (0.6kg)
<b>Operational temperature</b>	-30° to -55°C (-22° to -131°F)	-30° to +55°C (-22° to -131°F)	0° to -50°C (32° to 122°F)
<b>Storage temperature</b>	-40° to -85°C (-40° to -185°F)	-40° to +85°C (-40° to -185°F)	-40° to -70°C (-40° to -158°F)
<b>Operational altitude</b>	4206 m (13,800 ft.)	4206 m (13,800 ft.)	4206 m (13,800 ft.)
<b>Storage altitude</b>	4877 m (16,000 ft.)	4877 m (16,000 ft.)	4877 m (16,000 ft.)
<b>Humidity</b>	0 to 100% (condensing)	0 to 100% (condensing)	0 to 90% (non-condensing)
<b>Vibration</b>	0.001 G <sup>2</sup> Hz from 5 - 100 Hz	0.001 G <sup>2</sup> Hz from 5 - 100 Hz	0.001 G <sup>2</sup> Hz from 5 - 100 Hz
<b>Storage vibration</b>	0.01 G <sup>2</sup> Hz from 5 - 100 Hz	0.01 G <sup>2</sup> Hz from 5 - 100 Hz	0.01 G <sup>2</sup> Hz from 5 - 100 Hz
<b>Enclosure</b>	Aluminum with environmentally sealed plastic radome	NEMA-4, aluminum	Metal case

Table 3 Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge Product Specifications (Continued)

	AIR-BR1410A-x-K9	AIR-BR1410A-A-K9-N	Power Injector LR
AC power	Not Required as uses DC voltage from Power Injector	Not Required as uses DC voltage from Power Injector	100 to 240 VAC +/- 10% (power supply)
DC power	48 VDC +/-2V	48 VDC +/-2V	48 VDC +/-2V
Warranty	One year	One year	One year

## **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE CABLES CISCO**

# Cisco Aironet 400 and 600 Series Low Loss and Ultra Low Loss Cable Information Sheet

© 2003 Cisco and/or its affiliates. All rights reserved. Cisco Confidential

## Introduction

The Cisco Aironet 400 Series Low Loss (LL) and 600 Series Ultra Low Loss (ULL) cables provide improved performance and increased protection against damage caused by water penetration in outdoor installations. Used primarily in remote antenna installations, both cable types are also ideal for any outdoor application requiring an easily routed, superior performing RF cable.



**Note**

The 400 series cable is a drop-in replacement for existing RG-8/9913 installations.

The cables are available in various lengths. To obtain more information about the cables and how to order them, you can register on Cisco.com. In addition to ordering products, registered users can check on the status of an order, contact technical support, and view benefits specific to their relationships with Cisco.

To access Cisco.com, go to the following website:

<http://www.cisco.com>

## Specifications

Table 1 lists the cable's general specifications by series and part number.

*Table 1 Cable Specifications*

Mechanical Specifications	400 Series (AIR-CABxxxLL-R) <sup>1</sup>	600 Series (AIR-CABxxxULL-R) <sup>1</sup>
Diameter	0.405 in. (10.29 mm) <sup>2</sup>	0.590 in. (14.99 mm) <sup>2</sup>
Minimum bend radius	1.0 in. (25.4 mm)	1.5 in. (38.1 mm)
Weight	0.068 lbs./ft. (0.10 kg/m)	0.131 lbs./ft. (0.20 kg/m)
Tensile strength	160 lbs. (72.6 kg)	350 lbs. (158.9 kg)

Table 1 Cable Specifications (continued)

Environmental Specifications	400 Series (AIR-CABxxxLL-R) <sup>1</sup>	600 Series (AIR-CABxxxULL-R) <sup>1</sup>
Operating temperature range	-40°F to 185°F (-40°C to 85°C)	-40°F to 185°F (-40°C to 85°C)
Storage temperature range	-94°F to 185°F (-70°C to 85°C)	-94°F to 185°F (-70°C to 85°C)
Installation temperature range	-40°F to 185°F (-40°C to 85°C)	-40°F to 185°F (-40°C to 85°C)
<b>Electrical Specifications</b>		
Impedance	50 ohms	50 ohms
Attenuation at 2.5 GHz	5.7 dB/100 ft (22.2 dB/100 m)	4.4 dB/100 ft (14.5 dB/100 m)
Attenuation at 5.8 GHz	10.8 dB/100 ft (35.5 dB/100 m)	7.3 dB/100 ft (23.8 dB/100 m)
<b>Construction Specifications</b>		
Inner conductor	Copper clad aluminum	Copper clad aluminum
Dielectric	Foam polyethylene	Foam polyethylene
Outer conductor	Aluminum tape	Aluminum tape
Overall braid	Tinned copper	Tinned copper
Standard jacket	Black polyethylene	Black polyethylene
Connector type	RP-TNC (plug on one end, jack on the other)	RP-TNC (plug on one end, jack on the other)

**Notes**

<sup>1</sup> The part number is inside the parentheses, where xxx identifies the cable's length in feet.

<sup>2</sup> Cable diameter does not include diameter of the connector.

## Installation Information

The following installation information may prove helpful when installing the cable.

- This cable is for outdoor installations only.
- Plan your installation carefully to make sure that any bends in the cable's route are equal to or greater than the minimum bend radius for the cable you are using.
- Insure that the installation is in compliance with National Electrical Code (NEC) and local regulations.
- Make sure the cable is adequately supported.
- Do not allow the cable to hang unsupported over a span greater than approximately 10 ft.
- Be careful not to crush the cable when installing support devices such as strain reliefs and mounting clamps.
- Use the correct bit size to drill a hole in which to route the cable, taking into account the connector diameter.
  - For 400 series cables, use a bit of at least  $\frac{1}{8}$  in. (19 mm).
  - For 600 series cables, use a bit of at least  $\frac{1}{4}$  in. (25 mm).
- Even though the cable is resistant to the full range of outdoor environments, Cisco recommends that you weatherproof all outside connections using sealing materials designed for cable installations, such as Universal Electronics, Inc. Coax Seal or Andrew Corp. Cold Shrink.

**Table 2** Cisco Cables

Cisco Part Number	Type of Cable	Description	Loss
AIR-CAB020LLR	Interconnect	20 ft. low-loss cable with RP-TNC connectors	1.3 dB
AIR-CAB050LLR	Interconnect	50 ft. low-loss cable with RP-TNC connectors	3.4 dB
AIR-CAB100ULLR	Interconnect	100 ft. ultra-low-loss cable with RP-TNC connectors	4.4 dB
AIR-CAB150ULLR	Interconnect	150 ft. ultra-low-loss cable with RP-TNC connectors	6.6 dB
AIR-420-002537-060	Bulkhead Extender	60" RG58 type cable with RP-TNC connectors	2 dB

**Table 3** Accessories

Cisco Part Number	Name	Description
AIR-ACC2662	Yagi Articulating Mount	This mount permits the yagi antenna to be mounted to a flat surface or a mast, and then be adjusted in both horizontal and vertical angles.
AIR-ACC3354	Lightning Arrestor	Provides lightning and related energy surges at the antenna from reaching the radio circuitry. A ground ring is included

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL  
PUNTO DE ACCESO//INYECTOR DE POTENCIA  
DEL PUENTE INALÁMBRICO**

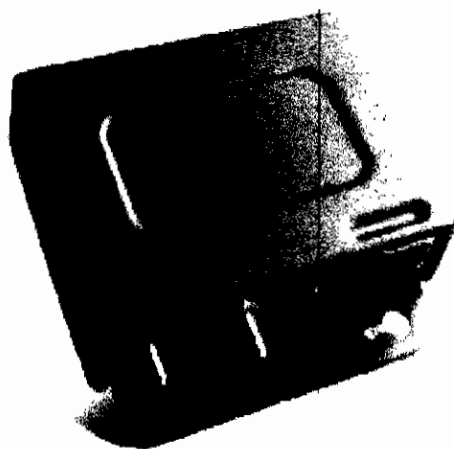


## CISCO AIRONET 1300 SERIES OUTDOOR ACCESS POINT/BRIDGE POWER INJECTOR

### PRODUCT OVERVIEW

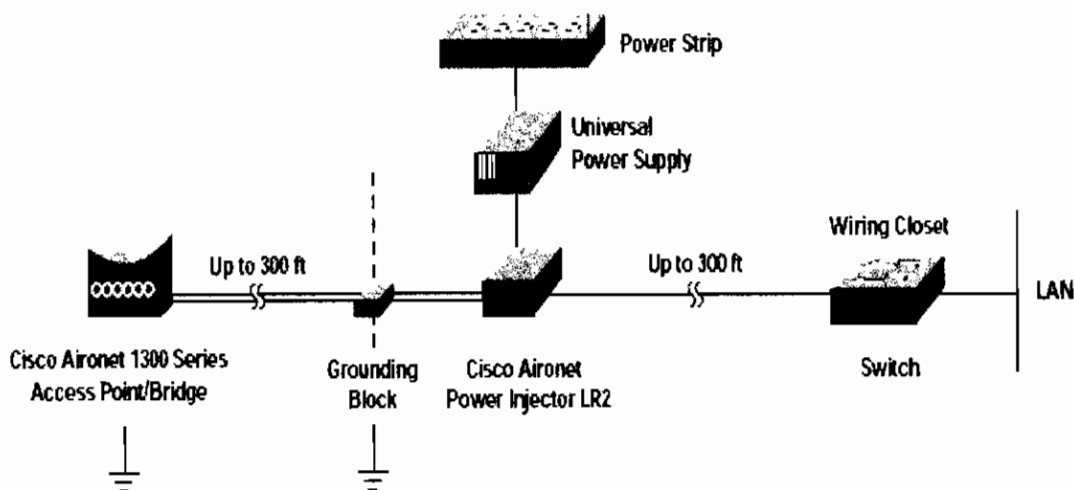
The Cisco Aironet 1300 Series Outdoor Access Point/Bridge Power Injector, as seen in Figure 1, converts the standard 10/100 BaseT Ethernet interface that is suitable for weather protected areas to a dual F-Type connector interface for coax cables that are more suitable for harsh outdoor environments. The Power Injector also provides power to the outdoor unit over the same cables with a power discover feature and surge protection. To support longer cable runs from your wireless network switch or router, the Power Injector enables total cable runs up to 200 meters (Category 5 Cable + Coax). The Cisco Aironet 1300 Series Outdoor Access Point/Bridge ships with the Power Injector LR2 and an AC power supply.

**Figure 1**  
Power Injector AIR-PWRINJ-BLR2/AIRPWRINJ-BLR2T

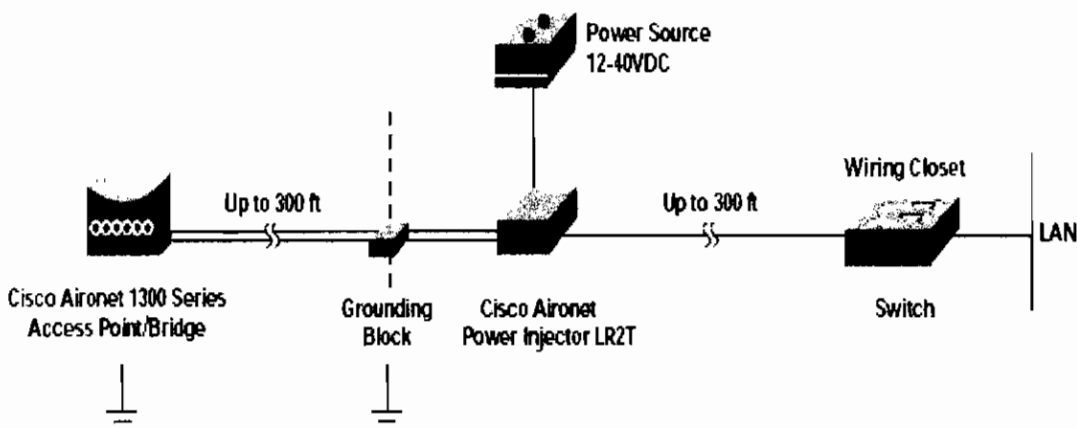


The optional Power Injector LR2T takes power from any 12-40 VDC source, not supplied by Cisco. Typically, the DC source is vehicle or solar power source connected as shown in Figure 3. The Power Injector provides for installation flexibility when an AC power source is not available.

**Figure 2**  
Network Diagram for Power Injector AIR-PWRINJ-BLR2



**Figure 3**  
Network Diagram for Optional Power Injector AIR-PWRINJ-BLR2T



## PRODUCT SPECIFICATIONS

**Table 1**

**Power Injector-LR2**

The Power Injector LR2 converts the standard 10/100 BaseT Ethernet category 5 RJ-45 interface that is suitable for weather-protected areas to a dual F-Type connector interface for dual coaxial cables that are more suitable for harsh outdoor environments. While providing a 100baseT interface to the Cisco Aironet 1300 Series, the Power Injector LR2 also provides power to the unit over the same cables with a power discovery feature that protects other appliances from damage should they accidentally be connected. As an added benefit to the installer, Auto MDIX is built in, allowing the dual cables to be swapped and while maintaining the same functionality. To support longer cable runs from your infrastructure network switch or router, the Power Injector LR is designed to accommodate up to a 100 meter coaxial cable run plus 100 meters of indoor cat5 cable—enabling total cable runs up to 200 meters. Lightning and surge protection is also included at the F-Type connector interface to provide added protection to your network infrastructure devices. The LR2 Power injector requires a Cisco supplied 48V DC source.

Table 1 (Continued)

<b>Power Injector-LR2T</b>	The Power Injector LR2T supports all the functionality of LR2. It is designed for use in transportation applications and operates with an input voltage range of +12 to +40VDC. The DC source is provided by the user. The LR2T can therefore be vehicle or solar powered.
<b>Power Supply</b>	Cisco supplied +48 VDC supply for AIR-PWRINJ-BLR2= User supplied +12 to +40 VDC source for AIR-PWRINJ_BLR2T=. Requires an external load-dump-module.

## Network Management

Table 2

	<b>AIR-PWRINJ-BLR2</b> <b>AIR-PWRINJ-BLR2T</b>
<b>Status LEDs</b>	One LED: • Power Status
<b>Configuration and Management</b>	The power injector does not require configuration or management.

## Physical

Table 3

	<b>AIR-PWRINJ-BLR2</b>	<b>AIR-PWRINJ-BLR2T</b>
<b>Dimensions</b>	4.62 in x 4.76 in x 1.07 in (11.73cm x 12.09cm x 2.71cm)	4.62 in x 4.76 in x 1.07 in (11.73cm x 12.09cm x 2.71cm)
<b>Weight</b>	2 lbs. (1 kg)	2 lbs. (1 kg)
<b>Operational Temperature</b>	-30° to +55°C (-22° to 131°F)	-30° to +55°C (-22° to 131°F)
<b>Storage Temperature</b>	-40° to +85°C (-40° to +185°F)	-40° to +85°C (-40° to +185°F)
<b>Operational Altitude</b>	3047 m (10,000 ft.)	4206 m (13,800 ft.)
<b>Storage Altitude</b>	4877 m (16,000 ft.)	4877 m (16,000 ft.)
<b>Humidity</b>	0 to 90% @ 38°C (non-condensing)	0 to 90% @ 38°C (non-condensing)
<b>Vibration</b>	SAEJ1455 section 4.9	SAEJ1455 section 4.9
<b>Enclosure</b>	UL2083; Metal case	UL2083; Metal case

## Power

Table 4

	AIR-PWRINJ-BLR2	AIR-PWRINJ-BLR2T
<b>AC Power</b>	100 to 240 VAC, +/-10% (Cisco supplied power supply)	Not required
<b>DC Power</b>	+48 VDC, +/- 10% 2 Watts	+12 to +40 VDC, +/-10% 2 Watts

## ORDERING INFORMATION

To place an order, visit the Cisco Ordering Home Page. For assistance in determining the correct wireless access point/bridge to order, contact your local account representative.

Table 5

Product Name	Product Part Number
Aironet Power Injector—LR2	AIR-PWRINJ-BLR2=
Aironet Power Injector—LR2T	AIR-PWRINJ-BLR2T=
Power Supply In:100-240VAC Out:48VDC	AIR-PWR-A=

## TO DOWNLOAD THE SOFTWARE

Visit the Cisco Software Center to download Cisco IOS™ Software. Cisco Aironet software can be downloaded at Wireless Software.

## SERVICE AND SUPPORT

Cisco offers a wide range of services programs to accelerate customer success. These innovative services programs are delivered through a unique combination of people, processes, tools, and partners, resulting in high levels of customer satisfaction. Cisco services help you to protect your network investment, optimize network operations, and prepare the network for new applications to extend network intelligence and the power of your business. For more information about Cisco Services, see Cisco Technical Support Services or Cisco Advanced Services.

## FOR MORE INFORMATION

For more information about the Cisco Aironet 1300 Series Outdoor Access Point/Bridge, contact your local account representative.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL  
INYECTOR DE POTENCIA**

## Cisco Aironet Power Injector



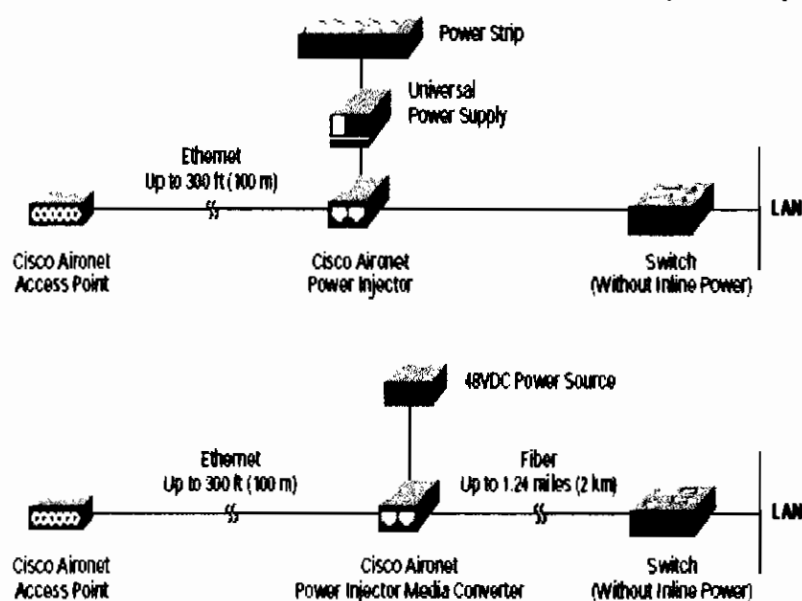
Cisco Aironet® Power Injector products increase the deployment flexibility of Cisco Aironet wireless access points and bridges by providing an alternative powering option to local power, inline power-capable multiport switches, and multiport power patch panels.

The single-port Cisco Aironet power injectors combine 48-VDC power with the data signal, sending both to the Cisco Aironet access point or bridge. Cisco Aironet 350 Series access points and bridges include an integrated power supply and injector (AIR-PWRIN1). The power injector for Cisco Aironet 1100 and 1200 series access points (AIR-PWRIN3) works with the power supply provided with the access point.

The Cisco Aironet Power Injector Media Converter (AIR-PWRIN1-FIB) converts fiber media to Category 5 media and combines the resulting data signal with power for delivery to the access point or bridge. The power injector media converter accepts 48 VDC power from either the barrel connector of the local power supply or an alternative 48 VDC power source. When powered by an alternate 48 VDC power source connected using the provided power supply pigtail, the Power Injector Media Converter is UL2043 certified and suitable for installation in environmental air spaces. The local power supply is provided with the Cisco Aironet 1100 and 1200 series access points, while applicable local power supplies for the Cisco Aironet 350 Series access points and bridges are available separately.

Figure 1 illustrates possible deployment scenarios for the Power Injector and Power Injector Media Converter.

**Figure 1** The Cisco Aironet Power Injectors provide inline power to Cisco Aironet access points and bridges.



The power injectors provide up to 15 watts (depending on the Cisco power supply model) over the unused wire pairs of a Category 5 Ethernet cable, supplying enough power to provide for up to a 100-meter cable run.

## Product Specifications

**Table 1** Specifications of Cisco Aironet Power Injector

Description	Cisco Aironet Power Injector Media Converter	Cisco Aironet Power Injector for 1100, 1200 Series	350 Series Single Port Power Injector
Part Number	AIR-PWRINJ-FIB	AIR-PWRINJ3	AIR-PWRINJ
LAN Connection	Max Fiber cable length: 2 km Type: MT-RJ (multimode fiber) Label: 100BASE-FX To Network Speed: 100 Mbps Duplex: Full	Max Cat 5 cable length: 100 m from switch to device Type: RJ-45 Label: 10/100BASE-TX To Network	Max Cat 5 cable length: 100 m Type: RJ-45 Label: To Network
Device Connection	Max Cat 5 cable length: 100 m Type: RJ-45 Label: 100BASE-TX To Device Speed: 100 Mbps Duplex: Full Auto MDI-X	Max Cat 5 cable length: 100 m from switch to device Type: RJ-45 Label: 10/100BASE-TX To Device	Max Cat 5 cable length: 100 m Type: RJ-45 Label: To AP/Bridge
LEDs	2 - Power Status Uplink Connectivity	2 - Power Status Device Connectivity	1 - Power Status and Device Connectivity
Interlockable	Yes	Yes	No
Wired pairs used	Injects power into two unused pairs in the Category 5 cable: 4 and 5 (negative) and 7 and 8 (positive)	Injects power into two unused pairs in the Category 5 cable: 4 and 5 (negative) and 7 and 8 (positive)	Injects power into two unused pairs in the Category 5 cable: 4 and 5 (negative) and 7 and 8 (positive)
Electrical	Input voltage: 48 VDC (supplied by external power supply) Output voltage: 48 VDC	Input voltage: 48 VDC (supplied by external power supply) Output voltage: 48 VDC	Input voltage: 48 VDC (supplied by external power supply) Output voltage: 48 VDC
	Input current -.380A Output current -.320A	Input current -.380A Output current -.320A	Input current -.200A Output current -.125A
Power supply requirements	Cisco Aironet power supply or alternative DC power supply <sup>1</sup> . 48 VDC 5%, 18 watts	Cisco Aironet power supply, 48 VDC 5%, 18 watts	Cisco Aironet power supply, 48 VDC 5%, 9 watts
Dimensions	5.49 x 2.14 x 1.36 in. (13.93 x 5.43 x 3.45 cm)	5.49 x 2.14 x 1.36 in. (13.93 x 5.43 x 3.45 cm)	1 x 1.85 x 3.3 in. (2.54 x 4.70 x 8.38 cm)
Weight	4 oz.	4 oz.	3 oz.

**Table 1** Specifications of Cisco Aironet Power Injector (Continued)

Description	Cisco Aironet Power Injector Media Converter	Cisco Aironet Power Injector for 1100, 1200 Series	350 Series Single Port Power Injector
Environmental	32 to 111 F (0 to 55 C) 0–90% humidity (noncondensing) UL 2043 certified for environmental air space installations when using supplied power supply pigtail <sup>1</sup>	32 to 113 F (0 to 45 C) 10–90% humidity (noncondensing)	32 to 114 F (0 to 40 C) 10–90% humidity (noncondensing)

1. Note that when using the provided power supply pigtail, connect it to the power source in accordance with local and national codes such as the National Electrical Code NFPA 70, the Canadian Electrical Code, Part 1, C22, or IEC 364, Part 1 through 7.

### Ordering Guide

For the Cisco Aironet 350 Series Access Point and bridges, the Cisco Aironet Power Injector (part number AIR-PWRINJ) is included with your product. For the Cisco Aironet 1100 and 1200 Series Access Points, the Cisco Aironet Power Injector (part number AIR-PWRINJ3) can be configured to your order. Alternatively, for all Cisco Aironet access points and bridges, the appropriate Cisco Aironet power injector, including the Cisco Aironet Power Injector Media Converter (part number AIR-PWRINJ-FIB) can be ordered separately as a spare part.

Identify your access point or bridge and select the power injector and power supply from Table 2.

**Table 2** Cisco Aironet Power Injector and Supply Options<sup>1</sup>

Product	Supported Power Injector	External Power Supply
Cisco Aironet 350 Series Access Points and Bridges	AIR-PWRINJ= <sup>2</sup>	None Required <sup>2</sup>
	AIR-PWRINJ-FIB=	AIR-PWR-A= <sup>3</sup>
Cisco Aironet 1100 Series Access Point	AIR-PWRINJ3=	AIR-PWR-A=
	AIR-PWRINJ-FIB=	AIR-PWR-A=, or external 48 VDC 5%
Cisco Aironet 1200 Series Access Point	AIR-PWRINJ3=	AIR-PWR-A=
	AIR-PWRINJ-FIB=	AIR-PWR-A=, or external 48 VDC 5%

1. Note that the Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge is supplied with the Power Injector LR, which is also available as a spare part (part number AIR-PWRINJ-BLR1=). The Power Injector LR only supports the 1400 Series Bridge. Please see the Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge data sheet for more information on this power injector.

2. The Cisco Aironet Power Injector (part number AIR-PWRINJ=) is preassembled with the power supply. No additional power supply is required.

3. The 350 Series access points and bridges do not come with a standalone power supply. To use the power injector media converter (part number AIR-PWRINJ-FIB=) with these devices, you will need to procure the power supply with the part number AIR-PWR-A=.

Cisco Aironet 1100 and 1200 series power injectors can be used with Cisco Aironet 350 Series devices, but because of the higher current demands of the Cisco Aironet 1100 and 1200 series access points, the Cisco Aironet 350 Series Power Injector cannot be used with the Cisco Aironet 1100 and 1200 series devices.



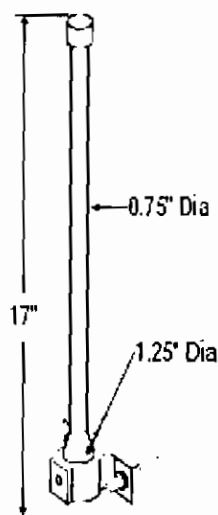
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS  
ANTENAS CISCO EN LA BANDA DE 5.8GHz**

## 9dBi MAST MOUNT OMNIDIRECTIONAL

AIR-ANT58G9VOA-N



Dimensions and Mounting Specifications



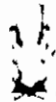
Radiation Pattern



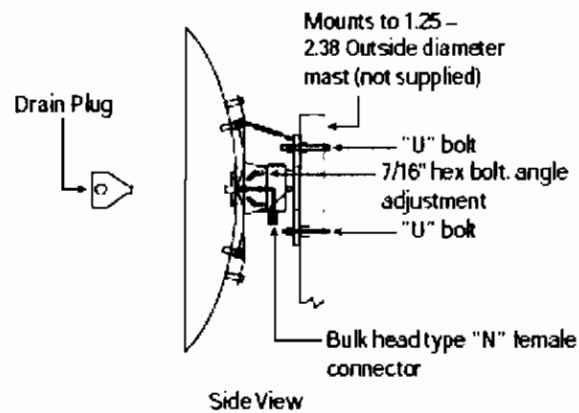
<b>Frequency Range</b>	5.725–5.825 GHz	<b>Antenna Connector</b>	N-Male
<b>VSWR</b>	1.5:1 Nominal	<b>Maximum Power</b>	4 watts
<b>Gain</b>	9dBi	<b>Temperature (operating)</b>	-22 F Min. 110 F Max
<b>Polarization</b>	Vertical	<b>Mounting</b>	1.5–2.5 in. Mast mount
<b>Azimuth 3dB BW</b>	Omnidirectional	<b>Wind Speed (operational)</b>	100 MPH
<b>Elevations Plan (3dB BW)</b>	6 degrees	<b>Wind Speed (survival)</b>	125 MPH
<b>Beamtilt</b>	0 degrees	<b>Dimensions</b>	17 x 1.25 in.

**28dBi MAST MOUNT DISH— 5.8 GHZ****AIR-ANT58G28SDA-N**

Horizontal Radiation Pattern

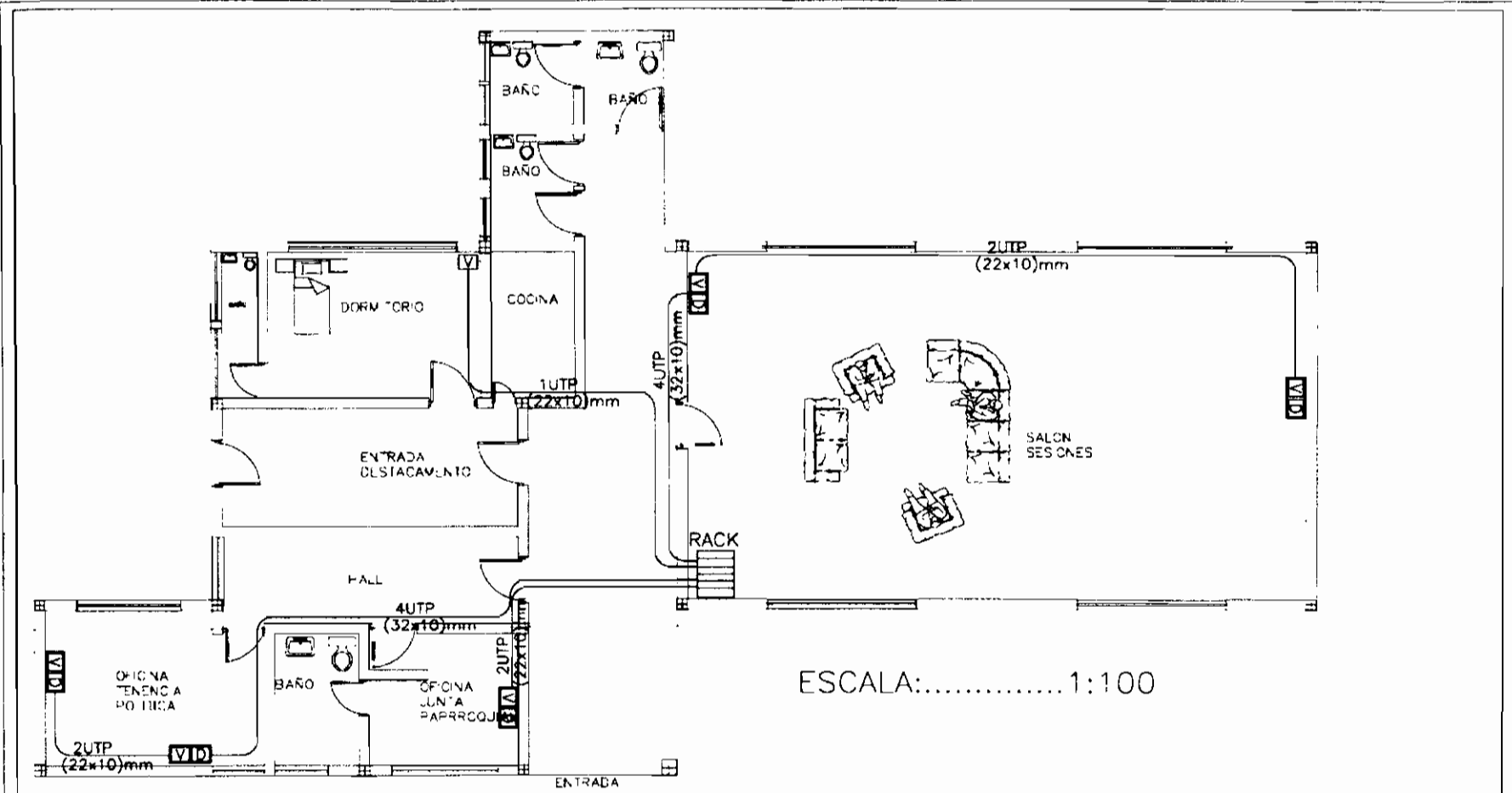


Vertical Radiation Pattern

**Dimensions and Mounting Specifications**





<b>Frequency Range</b>	5.725–5.825 GHz	<b>Wind Speed (survival)</b>	125MPH
<b>VSWR</b>	1.5:1 Nominal	<b>Antenna Connector</b>	N-Male
<b>Gain</b>	28dBi	<b>Maximum Power</b>	4 watts
<b>Polarization</b>	V or H	<b>Temperature (operating)</b>	-30C Min. +60C Max
<b>Azimuth 3dB BW</b>	4.75 degrees	<b>Mounting</b>	1.5-2.5 in. Mast mount
<b>Elevations Plan (3dB BW)</b>	4.75 degrees	<b>Wind Speed (operational)</b>	100MPH
<b>Dimensions</b>	24 in. Diameter		

**PLANOS DE LA RED LOCAL DE  
TODOS LOS SITIOS CONSIDERADOS EN  
EL DISEÑO**



ESCALA:..... 1:100

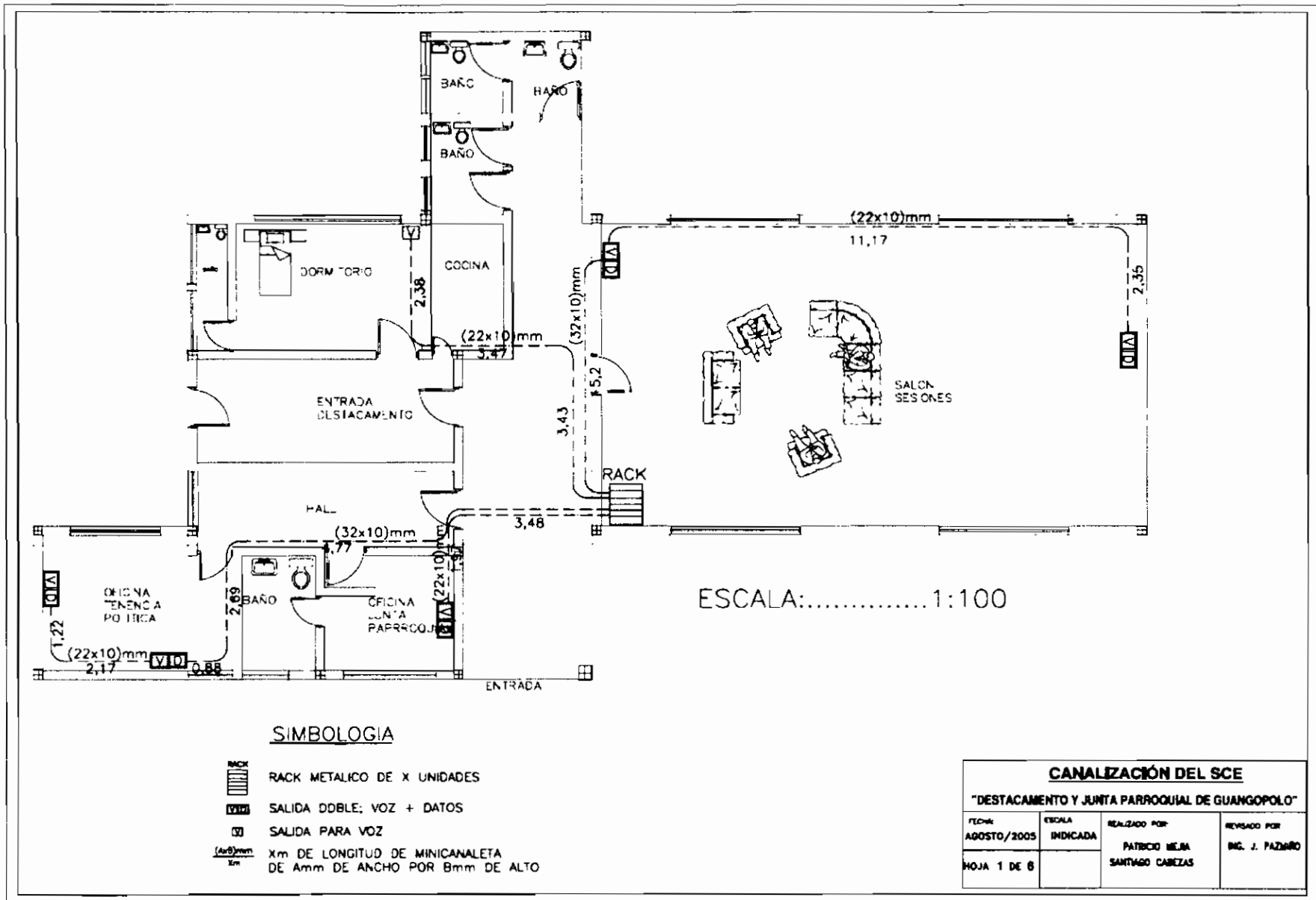
**SIMBOLOGIA**

-  RACK METALICO DE X UNIDADES
-  SALIDA DOBLE: VOZ + DATOS
-  SALIDA PARA VOZ
-  n CABLES UTP CAT.5e; POR MINICANAleta DE Amm DE ANCHO POR Bmm DE ALTO





**SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO**

**"DESTACAMENTO Y JUNTA PARROQUIAL DE GUANGOPOLO"**

FECHA: AGOSTO/2005	ESCALA: INDICADA	REALIZADO POR: PATRICIO MELJA SANTIAGO CABEZAS	REVISADO POR: ING. J. FAZMEIRO
HOJA 1 DE 6			

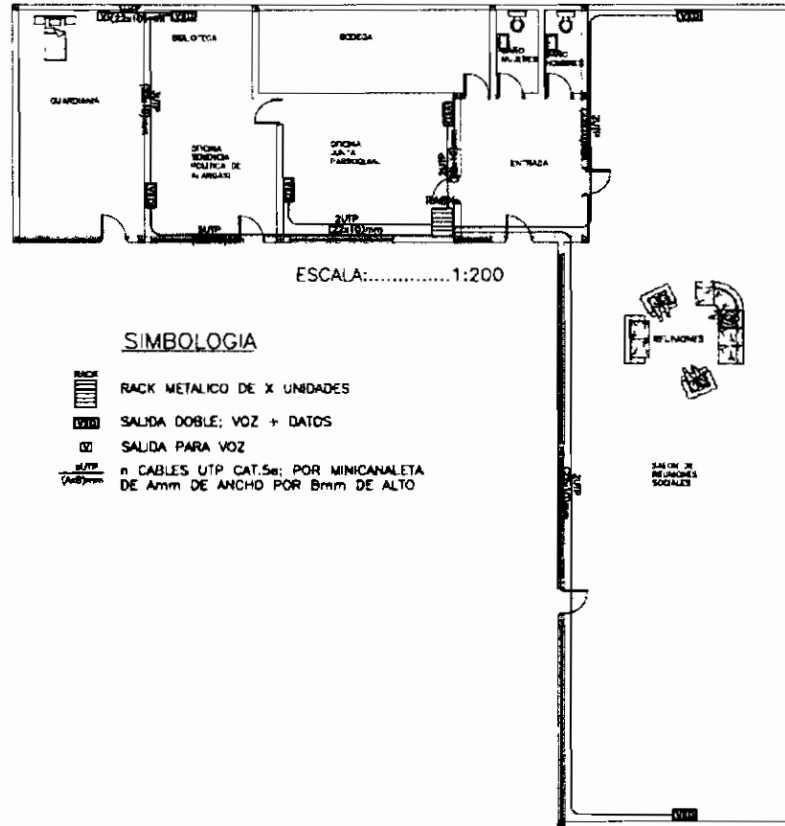


**SIMBOLOGIA**

-  RACK METALICO DE X UNIDADES
-  SALIDA DOBLE: VOZ + DATOS
-  SALIDA PARA VOZ
-  Xm DE LONGITUD DE MINICANALETA DE Am DE ANCHO POR Bmm DE ALTO

**CANALIZACIÓN DEL SCE**

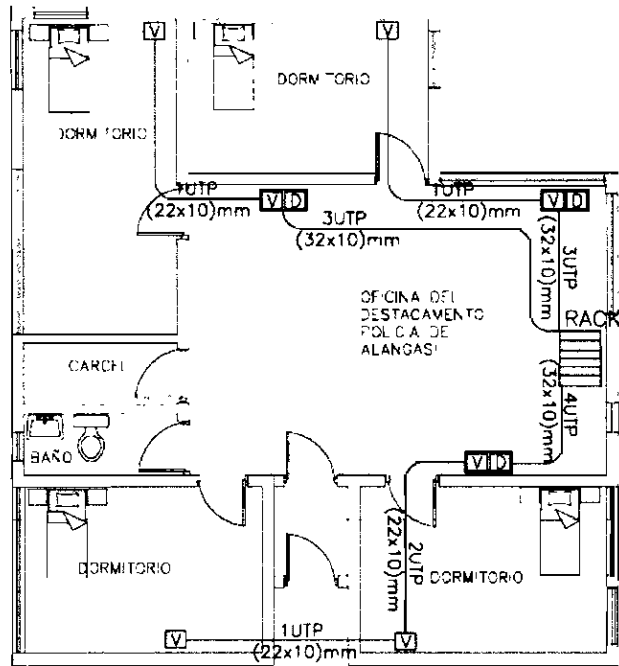
"DESTACAMENTO Y JUNTA PARROQUIAL DE GUANGOPOLO"			
FECHA: AGOSTO/2005	ESCALA INDICADA	REALIZADO POR PATRICIO MELIA SANTAGO CABEZAS	REVISADO POR ING. J. FAJARO
HOJA 1 DE 6			



SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO			
"JUNTA PARROQUIAL DE ALANGASÍ"			
FECHA:	ESCALA :	REALIZADO POR:	REVISADO POR:
AGOSTO/2005	INDICADA	PATRICIO MEJIA	ING. J. PAZMIÑO
HOJA 2 DE 6		SANTIAGO CABEZAS	









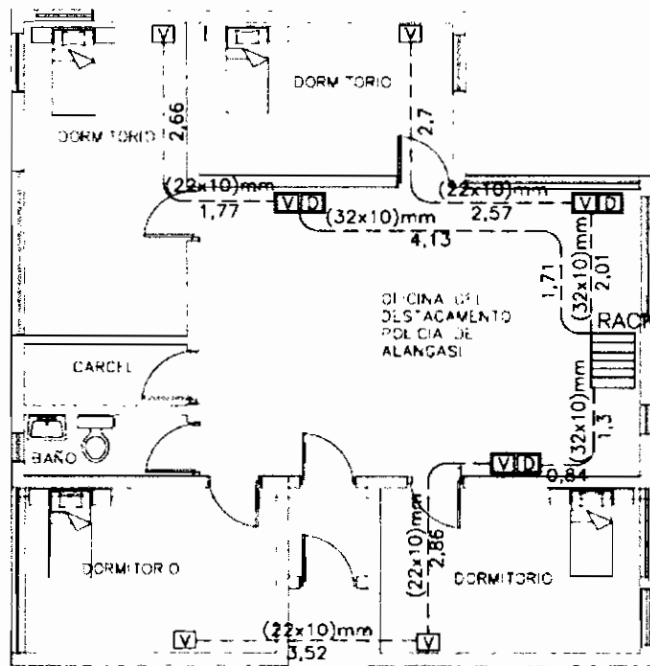


ESCALA:.....1:100

**SIMBOLOGIA**





-  RACK METALICO DE X UNIDADES
-  SALIDA DOBLE; VOZ + DATOS
-  SALIDA PARA VOZ
-  n CABLES UTP CAT.5e; POR MINICANALETA DE Ancho DE ANCHO POR 8mm DE ALTO

SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO			
"DESTACAMENTO POLICIAL DE ALANGASÍ"			
FECHA: AGOSTO/2005	ESCALA: INDICADA	REALIZADO POR: PATRICIO MEJIA	REVISADO POR: ING. J. PAZMIÑO
HOJA 3 DE 6		SANTAGO CAREZAS	



ESCALA:..... 1:100

**SIMBOLOGIA**





-  RACK METALICO DE X UNIDADES
-  SALIDA DOBLE: VOZ + DATOS
-  SALIDA PARA VOZ
-  Xm DE LONGITUD DE MINICANALETA DE Am DE ANCHO POR Bmm DE ALTO

CANALIZACIÓN DEL SCE			
"DESTACAMENTO POLICIAL DE ALANGASTI"			
FECHA AGOSTO/2005	ESCALA INDICADA	REALIZADO POR PATRICIO MEJIA SANTIAGO CABEZAS	REVISADO POR ING. J. PAZMIRO
HOJA 3 DE 6			



ESCALA:.....1:50

**SIMBOLOGIA**

-  RACK METALICO DE X UNIDADES
-  SALIDA DOBLE; VOZ + DATOS
-  SALIDA PARA VOZ
-  n CABLES UTP CAT.5e; POR MINICANALETA DE Anm DE ANCHO POR Bmm DE ALTO

**SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO**





"JUNTA PARROQUIAL DE LA MERCED"

FECHA: AGOSTO/2005	ESCALA: INDICADA	REALIZADO POR: PATRICIO MEJIA SANTIAGO CABEZAS	REVISADO POR: ING. J. PAZMIÑO
HOJA 4 DE 6			



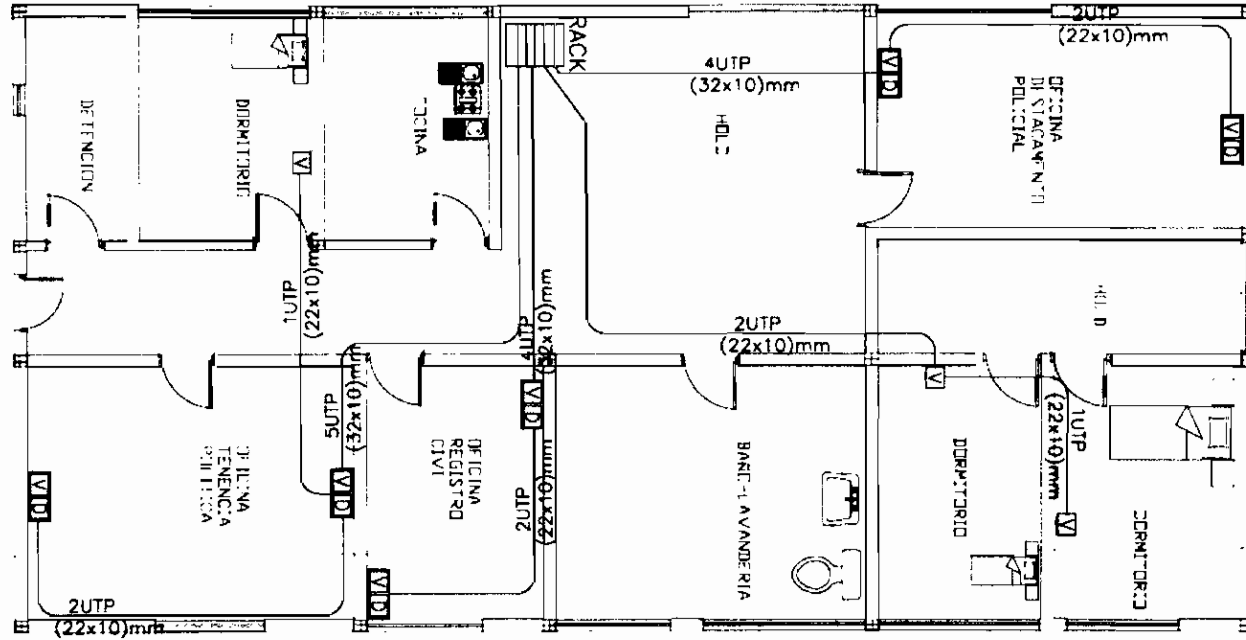
ESCALA:.....1:50

**SIMBOLOGIA**





-  RACK METALICO DE X UNIDADES
-  SALIDA DOBLE; VOZ + DATOS
-  SALIDA PARA VOZ
-  Xm DE LONGITUD DE UNICANALETA DE Amm DE ANCHO POR Bmm DE ALTO

CANALIZACIÓN DEL SCE			
"JUNTA PARROQUIAL DE LA MERCED"			
FECHA AGOSTO/2005	ESCALA INDICADA	REALIZADO POR PATRICIO MEJIA SANTINO CABEZAS	REVISADO POR ING. J. PAZURRO
HOJA 4 DE 6			

ESCALA:.....1:100

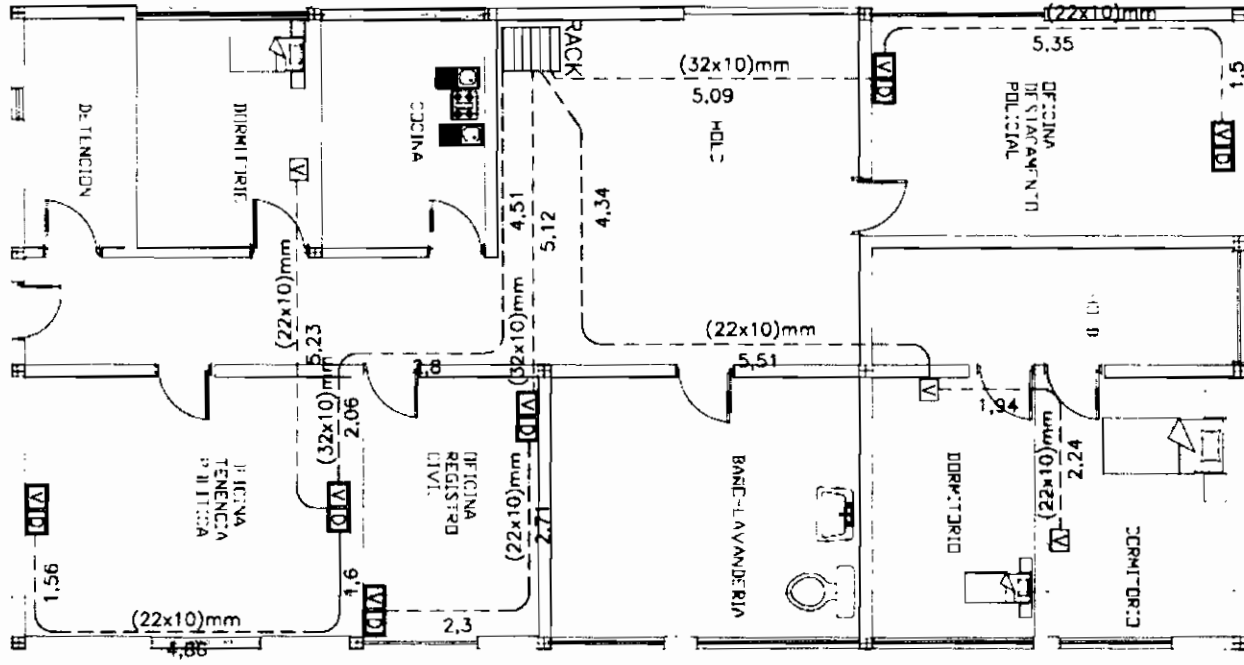


SIMBOLOGIA




-  RACK METALICO DE X UNIDADES
-  SALIDA DOBLE; VOZ + DATOS
-  SALIDA PARA VOZ
-  n CABLES UTP CAT.5e; POR MINICANALETA DE Amm DE ANCHO POR Bmm DE ALTO

SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO			
"DESTACAMENTO POLICIAL DE LA MERCED"			
FECHA: AGOSTO/2005	ESCALA INDICADA	REALIZADO POR: PATRICIO MEJIA SANTIAGO CABEZAS	REVISADO POR: ING. J. PAZMIÑO
HOJA 5 DE 6			

ESCALA:.....1:100

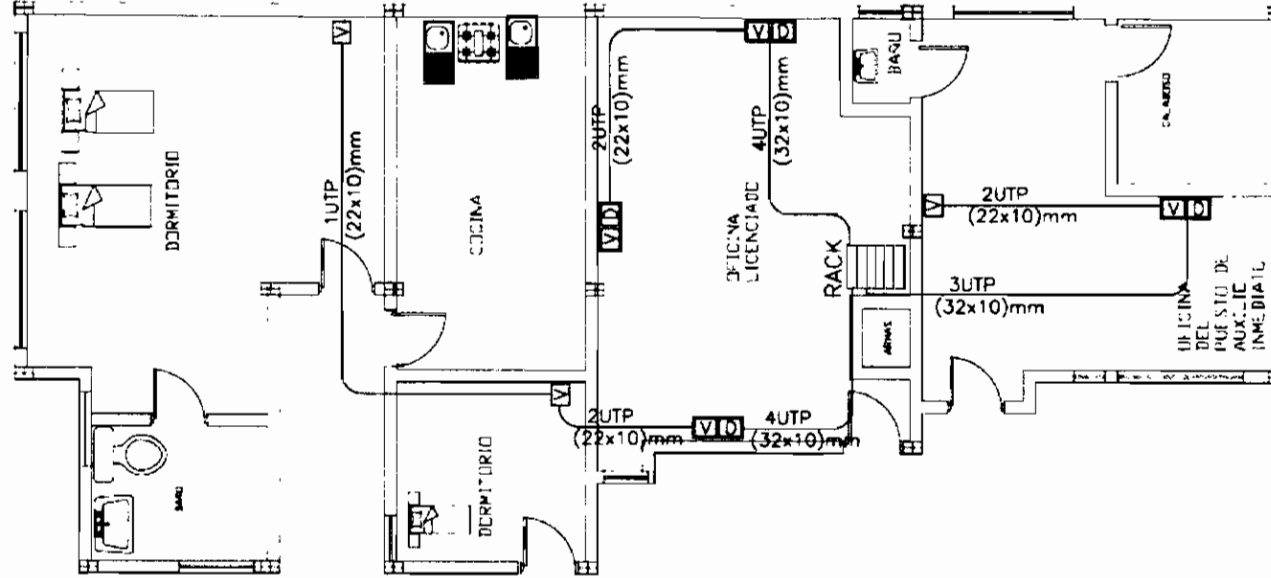


**SIMBOLOGIA**




-  RACK METALICO DE X UNIDADES
-  SALIDA DOBLE; VOZ + DATOS
-  SALIDA PARA VOZ
- $\frac{(A \times B) \text{ mm}}{X \text{ m}}$  Xm DE LONGITUD DE MINICANALETA DE Am DE ANCHO POR Bmm DE ALTO

CANALIZACIÓN DEL SCE			
"DESTACAMENTO POLICIAL DE LA MERCED"			
FECHA: AGOSTO/2005	ESCALA: INDICADA	REALIZADO POR: PATRICIO MELHA SANTIAGO CABEZAS	REVISADO POR: ING. J. PAZMIÑO
HOJA 5 DE 6			

ESCALA:.....1:100

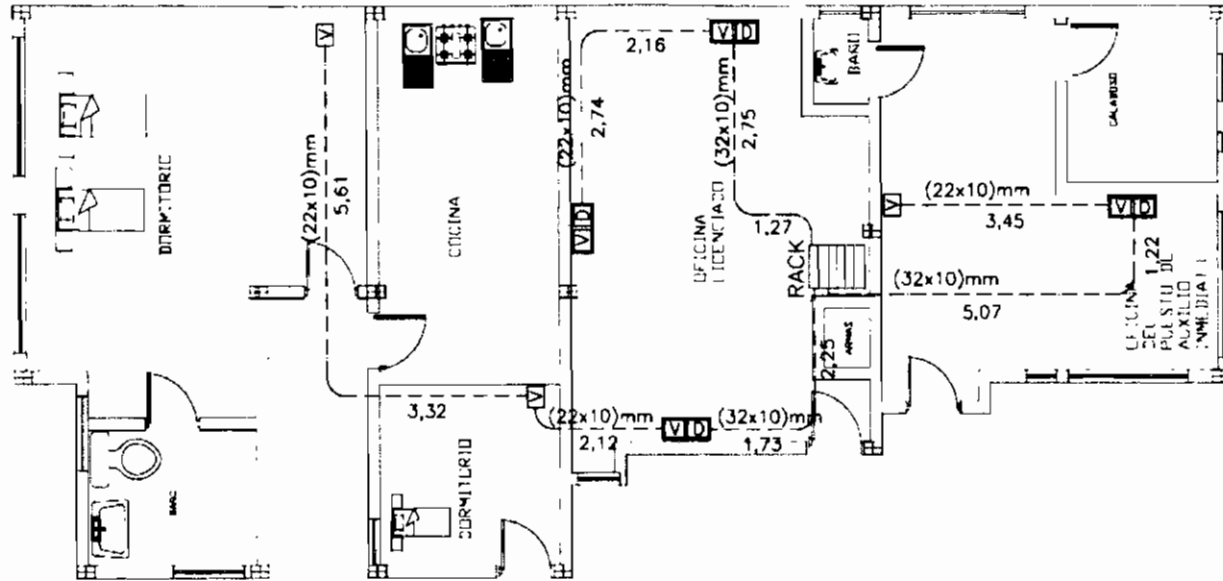


SIMBOLOGIA





-  RACK METALICO DE X UNIDADES
-  SALIDA DOBLE; VOZ + DATOS
-  SALIDA PARA VOZ
- $\frac{nUTP}{(A \times B)mm}$  n CABLES UTP CAT.5e; POR MINICANALETA DE Amm DE ANCHO POR Bmm DE ALTO

SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO			
"DESTACAMENTO POLICIAL DE SAN RAFAEL"			
FECHA: AGOSTO/2005	ESCALA : INDICADA	REALIZADO POR: PATRICIO MEJIA SANTIAGO CABEZAS	REVISADO POR: ING. J. PAZMIRO
HOJA 6 DE 6			

ESCALA:.....1:100



SIMBOLOGIA

-  RACK METALICO DE X UNIDADES
-  SALIDA DOBLE; VOZ + DATOS
-  SALIDA PARA VOZ
-  Xm DE LONGITUD DE MINICANALETA  
DE Amm DE ANCHO POR Bmm DE ALTO

CANALIZACIÓN DEL SCE			
"DESTACAMENTO POLICIAL DE SAN RAFAEL"			
FECHA: AGOSTO/2005	ESCALA: INDICADA	REALIZADO POR: PATRICIO MESA SANTIAGO CABEZAS	REVISADO POR: ING. J. PARRERO
HOJA 6 DE 6			