

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO PARA PROVEER SERVICIO DE INTERNET A UN BARRIO, USANDO ACCESO FIJO INALÁMBRICO.

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

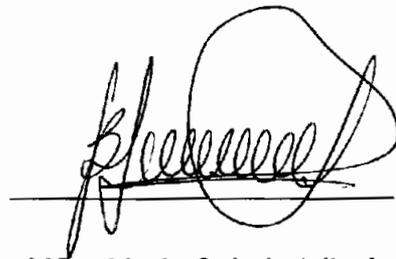
**JORGE PATRICIO ALDÁS GARCÉS
FAUSTO DANIEL HOLGUÍN SÁNCHEZ**

DIRECTORA: MSc. María Soledad Jiménez

Quito, Abril 2004

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jorge Patricio Aldás Garcés y Fausto Daniel Holguín Sánchez, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Soledad Jiménez', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

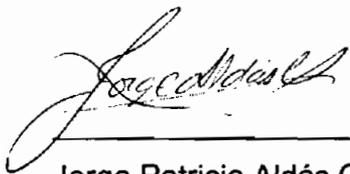
MSc. María Soledad Jiménez

DIRECTORA DE PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotros, Jorge Patricio Aldás Garcés y Fausto Daniel Holguín Sánchez, declaramos que el trabajo aquí escrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado por ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley, Reglamento de Propiedad Intelectual y por la normativa institucional vigente.



Jorge Patricio Aldás Garcés



Fausto Daniel Holguín Sánchez

DEDICATORIA

Al amor de mis padres

A mi Javi, mi Moni, Myriam y mis sobrinos

A mis amigos que están lejos y

a los que los tengo tan cerca.

A mi Dios

Jorge

AGRADECIMIENTOS

A Heriberto y Cecilia.

A Javier y Paulina.

A Mónica e Ivan.

A Myriam y Nelson.

A Cesar y Emiliano.

A Camila y Laurantina.

A Pablo.

A William y Alexandra.

A Daniel.

A quien hace que esto pueda ser.

Jorge

AGRADECIMIENTOS

A Patricia y Antonio.

A Andrés y Ricardo.

A Christiane y Johannes.

A Christian e Izmarie.

A María José y a Silvia.

A Clementina.

A Maritza.

A Jorge.

A mi ángel de la guarda.

A Dios que me los dio a todos ellos.

Daniel

RESUMEN

El proyecto estudia la posibilidad de implantar una red de acceso inalámbrico para proveer servicio de Internet en la urbanización Julio Matovelle en Quito. Se analiza tanto la parte técnica como legal y financiera en el escenario que provee el sitio para el cual se diseña la red, las leyes y los indicadores financieros en el Ecuador. Durante el diseño se sigue un procedimiento de planificación recomendado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Se hace una evaluación de tecnologías y se ejecuta un Ranking como un procedimiento metódico de selección del sistema.

El proyecto está estructurado de la siguiente manera:

Introducción: Se describe el contexto sobre el cual se desarrolla este tema.

Capítulo 1: En este capítulo se despliega las ventajas del acceso inalámbrico, historia de la evolución de los sistemas fijos inalámbricos y la planificación general de una red de telecomunicaciones.

Capítulo 2: Se estudian los requerimientos del cliente realizando un sondeo para la determinación de sus necesidades, se revisa las tecnologías disponibles en el mercado, se elige la tecnología que se empleará en el diseño.

Capítulo 3: En este capítulo se aborda el diseño de la red de acceso usando los parámetros de la tecnología y equipos seleccionados, se indica la tecnología empleada entre los puntos de acceso verificando su capacidad, se incluyen diagramas de simulación de cobertura, de topología, estructura general de la red y enlace entre puntos de acceso (*backbone*).

Capítulo 4: Se introducen los principales criterios económicos al momento de evaluar un proyecto. Se explica y calcula de una manera comprensiva la rentabilidad y tiempo de amortización de la inversión. Se hace una comparación de estos parámetros con otras soluciones.

Conclusiones y recomendaciones: Contiene las principales conclusiones y recomendaciones resultantes del desarrollo de este proyecto.

Bibliografía: Contiene la referencia de las fuentes bibliográficas consultadas.

Anexos:

1. Se adjunta el formato de la encuesta realizada y sus resultados.
2. Hojas de datos de algunos sistemas de acceso fijo inalámbrico disponibles en el mercado.
3. Formulario para solicitar la aprobación para operar sistemas de espectro ensanchado.
4. Hojas de datos de equipos de enlace óptico.
5. Introducción al estándar 802.11 a y b.
6. Hojas de datos de antenas, equipos de usuario y puntos de acceso.

PRESENTACIÓN

“Diseño de una red de acceso para proveer servicio de Internet a un barrio, usando acceso fijo inalámbrico” es un Proyecto de Titulación recomendado para toda persona que desee ampliar sus conocimientos en criterios básicos de diseño de redes de acceso inalámbrico.

El estudio se centra en todo momento en las condiciones reales del escenario, incluyendo número de usuarios, precios, topografía del barrio e incluso las leyes de telecomunicaciones.

Un aporte esencial de este trabajo reside en que contiene, de manera didáctica, una introducción bastante clara del cálculo de rentabilidad y tiempo de amortización de un proyecto en general. Que sirve de referencia para futuros análisis de factibilidad económica de proyectos.

Antecedentes:

Previo a la obtención del Título de Electrónica y Telecomunicaciones es necesario el desarrollo o estudio de un Proyecto. Los autores han decidido aprovechar esta oportunidad para analizar un tema novedoso, y necesario.

Justificación del proyecto:

En la actualidad implementar una red cableada resultaría, a veces, costoso, poco práctico debido al prolongado tiempo de instalación tomando en cuenta los recursos que implica la inversión en instalación y el mantenimiento de la planta externa; sin contar con la vulnerabilidad de estos sistemas a actos de vandalismo. Es por esto que el estudio previo a la implementación de una red de acceso inalámbrico con facilidades de escalabilidad y flexibilidad se hace necesaria. Este tipo de red de acceso a Internet cubre las necesidades actuales como futuras de los clientes debido a su escalabilidad, no esclavizando al usuario ni al operador de red a un sitio fijo (siempre y cuando el usuario esté en dentro del área de cobertura móvil), tampoco atando sus necesidades de tráfico a un ancho de

banda fijo. La inversión inicial de esta red puede ser considerable. Sin embargo, según análisis de la UIT el costo de amortización de los sistemas inalámbricos es menor que el de las redes filares. Con el incremento de clientes la red resultaría económicamente rentable, incluso para éstos. Esta hipótesis será probada cuando se evalúe la inversión al final de este proyecto. Este estudio se presenta como un interesante proyecto de titulación, ya que permite a sus lectores desarrollar habilidades y entendimiento de lo que implica emprender un proyecto de telecomunicaciones desde un enfoque técnico-económico.

Logros alcanzados:

- Se logra discernir los parámetros y características que son importantes considerar al momento de escoger un sistema de acceso fijo inalámbrico.
- Se logra entender como aplican las leyes de telecomunicaciones en el Ecuador para un negocio de telecomunicaciones de distribución de Internet y transportar datos.
- Se logra un entendimiento global de la planificación de un sistema de comunicaciones y el conocimiento de los equipos que se requieren para implantar una red de de acceso.
- Se consigue entender criterios de discernimiento para diseñar y evaluar un sistema de telecomunicaciones equilibrando el valor técnico de la solución con el valor económico de la misma.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
PRESENTACIÓN	iii
INDICE GENERAL	v
INTRODUCCION	x
CAPÍTULO 1	1
CONSIDERACIONES GENERALES	1
1.1 LA RED DE ACCESO.....	1
1.2 VENTAJAS DEL ACCESO INALÁMBRICO	4
1.3 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS INALÁMBRICOS FIJOS	10
1.4 Planificación del despliegue de un sistema de Telecomunicaciones.....	14
1.4.1 Planificación de las necesidades de servicios.....	14
1.4.1.1 Funcionalidad	15
1.4.1.1.1 Servicios de voz y datos	15
1.4.1.1.2 Movilidad	15
1.4.1.1.3 Otras características de servicio requeridas.....	16
1.4.1.2 Capacidades de servicios futuros.....	16
1.4.1.2.1 Capacidad de evolución.....	16
1.4.1.2.2 Base de clientes o abonados	17
1.4.1.2.3 Zona de cobertura	17
1.4.2 Planificación de una red de telecomunicaciones	17
1.4.2.1 Necesidades de tráfico	17
1.4.2.2 Explotación y Mantenimiento	18
1.4.2.3 Red de retroceso o red de transporte- Conexión e integración de la red	19
1.4.3 Características radioeléctricas	19
1.4.3.1 Densidad de abonados	19
1.4.3.2 Zona de cobertura	20
1.4.3.3 Planificación celular	21
1.4.3.4 Aspectos de la propagación radioeléctrica	21
CAPÍTULO 2	23
ELECCIÓN DEL SISTEMA.....	23
2.1 REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE.....	23
2.1.1 DETERMINACIÓN las necesidades de los usuarios	24
2.1.2 Resultados de encuesta	27
2.1.3 Análisis de los resultados	33
2.2 Sistemas de acceso FIJO inalámbrico <i>fwa (FIXED WIRELESS ACCESS)</i>	36
2.2.1 TECNOLOGÍAS DE SISTEMAS DE ACCESO FIJO INALÁMBRICO	38
2.2.1.1 Cable Inalámbrico <i>MMDS</i>	39
2.2.1.2 Bucle Inalámbrico <i>WLL</i>	40
2.2.1.3 Bucle Inalámbrico <i>LMDS</i>	41
2.2.1.4 Redes locales inalámbricas <i>WLAN</i>	42
2.2.2 TECNOLOGÍAS DE SISTEMAS DE ACCESO FIJO INALÁMBRICO DISPONIBLES EN EL MERCADO	43
2.2.2.1 Tecnología de Aperto Networks.....	44

2.2.2.2	Tecnología de Remec	49
2.2.2.3	Tecnología de Intel Pro Wireless Lan	50
2.2.2.4	Tecnología de Proxim.....	51
2.2.2.5	Tecnología de Netro Corporation.....	52
2.3	ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA.....	53
2.3.1	El método del Ranking.....	54
2.3.2	Opciones a evaluar.....	55
2.3.3	DIAGRAMA GENERAL DE LA RED.....	55
2.3.4	EVALUACIÓN de la TECNOLOGÍA.....	57
2.3.5	ASpectos a evaluarse.....	58
2.3.5.1	ASPECTOS TÉCNICOS.....	58
2.3.5.2	ASPECTOS DE CALIDAD.....	59
2.3.5.3	ASPECTOS ECONÓMICOS.....	59
2.3.5.4	ASPECTOS EXTERNOS	60
2.3.6	Ranking de EQUIPOS.....	61
2.3.7	TECNOLOGÍA SELECCIONADa.....	65
CAPÍTULO 3	66
DISEÑO DEL SISTEMA.....	66
3.1	Planificación del sistema.....	66
3.1.1	ESCENARIO.....	67
3.1.2	Conceptos Generales	68
3.1.3	Proceso de Planificación del sistema de acceso	68
3.1.4	Plazos.....	69
3.2	Estrategias.....	69
3.2.1	Objetivos.....	69
3.2.2	Etapas	70
3.2.3	Plan ESTRATÉGICO.....	71
3.3	Planificación	72
3.3.1	Usuarios potenciales.....	72
3.3.2	Banda de frecuencia	72
3.3.3	Ubicación de LOS PUNTOS DE ACCESO	72
3.3.4	Área de cobertura.....	76
3.3.5	ANÁLISIS de la TECNOLOGÍA utilizada entre puntos de acceso.....	77
3.3.5.1	Enlace LED	79
3.3.6	ANÁLISIS de los enlaces entre Terminales y puntos de acceso.....	82
3.3.6.1	Balace del Sistema.....	82
3.3.6.1.1	Pérdida de Trayectoria de Espacio Libre.....	84
3.3.6.1.2	Margen de Desvanecimiento.....	85
3.3.6.1.3	Umbral del Receptor.....	86
3.3.6.1.4	Portadora a Ruido contra Señal a Ruido.....	87
3.3.6.2	Análisis del Perfil del Terreno.....	87
3.3.7	equipos.....	94
3.3.7.1	El equipo para usuario	95
3.3.7.2	El Equipo para puntos de acceso	96
3.3.7.3	Antenas para los equipos de usuario y puntos de acceso	97
3.3.7.4	Pigtail.....	99
3.3.7.5	Cable de conexión de radiofrecuencia.....	100
3.3.7.6	Protección contra rayos	100
3.3.7.7	Sistema de puesta a tierra	101
3.3.8	Estructura general de la red	102

CAPÍTULO 4	104
RENTABILIDAD	104
4.1 Análisis financiero.....	104
4.2 Definiciones y proceso de cálculo.....	106
4.3 Análisis financiero para el operador del sistema.....	115
4.3.1 Comparación con sistemas de acceso guiados	115
4.3.1.1 Caso A. Acceso <i>Dial-up</i>	119
4.3.1.2 Caso B. Acceso por ADSL.....	122
4.3.1.3 Caso C. Acceso inalámbrico (Sistema propuesto en este proyecto).....	128
4.3.2 Comparación con otros sistemas de acceso no guiados	132
4.4 Análisis financiero para el usuario	136
4.5 PUNTO DE EQUILIBRIO.....	139
4.6 Resumen del análisis financiero de rentabilidad	141
4.7 Tarifación por tráfico cursado	141
CONCLUSIONES	145
RECOMENDACIONES	150
BIBLIOGRAFÍA	152
ÍNDICE GENERAL	v

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Red de acceso por medio guiado, red de retroceso.....	1
Figura 1. 2 Red de acceso inalámbrica y red de retroceso	2
Figura 1. 3 Recursos requeridos al escalar una red de acceso filar.....	5
Figura 1. 4 Recursos requeridos al escalar una red de acceso inalámbrica.....	5
Figura 1. 5 Tasa de penetración de telefonía fija en el Ecuador.....	6
Figura 1. 6 Tasa de penetración de telefonía móvil en el Ecuador.....	6
Figura 2. 1 Resultados porcentuales de la encuesta.....	31
Figura 2. 2 Sitios donde comúnmente acceden a Internet.....	32
Figura 2. 3 Actividades de un usuario promedio.....	32
Figura 2. 4 Resultados de gastos	32
Figura 2. 5 Uso promedio mensual de Internet.....	33
Figura 2. 6 Actividades de interés.....	33
Figura 2. 7 Velocidad de información válida entregada con y sin ARQ en función de la tasa de error de paquetes.....	45
Figura 2. 8 Ancho de banda efectivo (normalizado) en función de la relación señal a ruido <i>SNR</i>	47
Figura 2. 9 Línea de operación usando modulación-codificación adaptiva.....	48
Figura 2. 10 Escalamiento de un punto de acceso del sistema ExcelAir.....	50
Figura 2. 11 Diagrama General de la Red.....	56
Figura 3. 1 Mapa de la ciudadela Julio Matovelle al Norte de Quito.....	67
Figura 3. 2 Diagrama de flujo del plan estratégico.....	71
Figura 3. 3. Posible ubicación de los puntos de acceso.....	73
Figura 3. 4. Vista de vista desde el Edificio Matovelle.....	75
Figura 3. 5. Vista desde el Edificio Gutiérrez.....	75
Figura 3. 6 Diagrama de simulación de cobertura con 1 punto de acceso	76
Figura 3. 7 Diagrama de simulación de cobertura con 2 puntos de acceso.....	77
Figura 3. 8 Equipo de enlace óptico <i>LED</i>	82
Figura 3. 9 Ganancia del sistema.....	83
Figura 3. 10 Corrección en la curvatura de la tierra, haz directo	88
Figura 3. 11 Corrección en el haz de la señal, tierra plana.....	88
Figura 3. 12 Componentes para la corrección de la curvatura de la tierra	89
Figura 3. 13 Radio de la primera zona de Fresnel.....	90
Figura 3. 14 Tarjeta PCMCIA	95
Figura 3. 15 Tarjeta PCI.....	96
Figura 3. 16 Cliente USB Orinoco	96
Figura 3. 17 Equipo para punto de acceso Orinoco 2000.....	96
Figura 3. 18 Equipo para punto de acceso Orinoco 2500.....	97
Figura 3. 19 Antena Omnidireccional de 7.5 dBi de ganancia.....	98
Figura 3. 20 Antenas direccionales Yagi.....	98
Figura 3. 21 <i>Pigtails</i> de 37.5cm a la izquierda y de 150cm de longitud a la derecha	99
Figura 3. 22 Fotografías de conector tipo N a la izquierda y cable coaxial a la derecha	100
Figura 3. 23 Lightning arrestor.....	101
Figura 3. 24 Sistema de puesta a tierra y protección contra rayos	102
Figura 3. 25 Sistema de Acceso Fijo Inalámbrico a Internet. Configuración punto multipunto.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Servicios que pueden prestarse en función del tipo de red de acceso.	8
Tabla 1. 2 Eventos clave en la historia de las telecomunicaciones inalámbricas.	11
Tabla 2. 1 Resultados de Encuesta	31
Tabla 2. 2 Importancia de los servicios según su función	36
Tabla 2. 3 Ejemplo de <i>ranking</i>	54
Tabla 2. 4 Características Principales de Aspectos Técnicos.....	61
Tabla 2. 5 Posiciones de Tecnologías Aspectos Técnicos.....	62
Tabla 2. 6 Garantía y soporte	63
Tabla 2. 7 Posiciones de Tecnologías Aspectos de Calidad.....	63
Tabla 2. 8 Costos de Equipos y Operación.....	63
Tabla 2. 9 Posiciones de Tecnologías Aspectos Económicos	64
Tabla 2. 10 Disponibilidad de Espectro	64
Tabla 2. 11 Posiciones de Tecnologías Aspectos Externos.....	64
Tabla 2. 12 Resultados Finales de Posiciones del Ranking	64
Tabla 3. 1 Ubicación de posibles puntos de acceso en coordenadas geográficas.	74
Tabla 4. 1 Precios de un sistema de acceso <i>Dial-up</i> para proveer el servicio de Internet (Caso A).....	117
Tabla 4. 2 Precios de un sistema de acceso para proveer servicio de Internet usando ADSL (Caso B)	117
Tabla 4. 3 Precios de un sistema de acceso para proveer servicio de Internet usando acceso Inalámbrico (Caso C).....	118
Tabla 4. 4 Proceso de cálculo del tiempo de amortización para el Caso A.....	121
Tabla 4. 5 Cálculo de la tasa interna de retorno para el Caso A.....	122
Tabla 4. 6 Cálculo del tiempo de amortización para el Caso B con 50 usuarios.	124
Tabla 4. 7 Cálculo de la TIR para el Caso B con 50 usuarios.....	125
Tabla 4. 8 Cálculo del tiempo de amortización para el Caso B con 500 usuarios.	127
Tabla 4. 9 Cálculo de la TIR para el Caso B con 500 usuarios.....	128
Tabla 4. 10 Cálculo del tiempo de amortización de la inversión para el acceso inalámbrico.	131
Tabla 4. 11 Cálculo de la tasa de rentabilidad interna para el caso del acceso inalámbrico.....	132
Tabla 4. 12 Ahorro-beneficio para el usuario en el primer año.....	138
Tabla 4. 13 Resumen del análisis financiero.	141
Tabla 4. 14 Ponderación de actividades en Internet para un usuario promedio.	143

INTRODUCCIÓN

A medida que pasan los años, las telecomunicaciones se están volviendo, cada vez más, un elemento cotidiano del diario vivir. Y las comunicaciones inalámbricas forman gran parte de esta revolución. Años atrás era prácticamente imposible pensar que existiría una red global que permitiera enviar y recibir información, sonidos e imágenes desde un computador dentro del mismo hogar. Tampoco se visionaba a cada persona portando un elemento de comunicaciones, como el teléfono celular o los computadores de mano. Todo esto era un sueño que solo se veía posible en las producciones de ciencia ficción (como “Los Supersónicos” o “Las Guerras de las Galaxias”), que quizás hayan sido las fuentes de muchas ideas, y gracias al trabajo creador de la industria de las telecomunicaciones, hoy en día se las tiene a mano, se las usa como herramientas y, en general, no se prescinde de ellas.

Según Alvin Toffler¹, una revolución tecnológica se presenta en forma de olas. La revolución industrial, décadas atrás, fue una ola que pasó lentamente y recorrió continentes enteros, se conoce que hay ciertas sociedades primitivas que aún no han recibido siquiera esta primera ola de cambio. Se consideró que la segunda ola fue la informática en la década de los 80. Es por esto que uno de sus últimos libros se titula “La Tercera Ola”. Hoy en día estas “olas” se propagan con gran rapidez a través de los sistemas informáticos y el Internet.

Las telecomunicaciones permiten comunicarse a la distancia y fueron creadas para ello. Aparecen con el telegrama, el teléfono, el telex, el fax, y en los 80 evolucionan con la primera generación de celulares analógicos y las redes de computadores. Incrementan cada vez más la capacidad de comunicarse a la distancia, con rapidez y de nuevas maneras. Es como si el planeta tuviera su propio sistema nervioso 100% interconectado. Por esto, una ola de cambio que antes hubiera tomado décadas, hoy en día, puede tomar apenas meses.

¹ Escritor y conferencista contemporáneo famoso por sus análisis acerca de temas sociales globales.

A pequeña escala, en las empresas, se mantiene una red en permanente conexión interna y con el ambiente externo, con lo cual se cuenta siempre con información de primera mano. Hoy las redes son inteligentes, facilitan el trabajo diario y permiten llegar a niveles de productividad que diez años atrás se encontraban en los sueños de los más visionarios. Al inicio de este siglo, la realidad cambia permanentemente y la velocidad de adaptación a los cambios determina la vida de los negocios y el progreso relativo entre las naciones.

En el mundo empresarial, estos rápidos cambios tienen completa relación con la velocidad a la que circula la información interna y externa en las organizaciones, y con el modo en que la utilizan para ajustar sus estrategias. Desde la perspectiva cultural, el nivel de penetración telefónica y de acceso de la población a Internet permite a los habitantes de un país nutrirse de otras culturas, conocer de avances científicos, nuevas herramientas, investigar y también relacionarse con personas de distintos países sin proximidad física.

El tránsito de información constante y creciente permite que la tecnología se desarrolle de una manera más y más rápida. Hace poco, se podía fácilmente tomar el tiempo desde que se liberó al mundo la última tecnología hasta que una nueva saliera al mercado (desde que Samuel Morse inventó el telégrafo en 1837 hasta que Meucci² inventó el teléfono en 1876 transcurrieron 39 años). Mientras que hoy distintas tecnologías nuevas están disponibles en cuestión de pocos años y a veces meses. Los diseñadores de redes tienen a disposición cientos de fabricantes y tecnologías que dan varias soluciones a un mismo problema de comunicaciones. Y no es tan simple saber cuál es la solución más bondadosa y se ajusta mejor a las necesidades de nuestro medio. Por otro lado, en un proyecto de titulación es necesario evaluar económica y tecnológicamente si la solución planteada es adecuada para el escenario ecuatoriano.

Este estudio pretende dar una solución de conectividad para proveer Internet inalámbricamente a un grupo urbanizado más o menos homogéneo, analizando

² El 11 de junio del 2002 el Congreso de los Estados Unidos emitió una resolución en la que reconoce al florentino Antonio Meucci como el verdadero inventor del teléfono, y no Alexander G. Bell como se pensaba, por la iniciativa del congresista italoamericano Vito Fossella.

para esto algunas de las muchas soluciones disponibles, usando criterios de diseño, de planificación de una red de telecomunicaciones, y de las restricciones económicas.

CAPÍTULO 1

CONSIDERACIONES GENERALES

En este capítulo se despliega de manera general reseñas históricas acerca de la evolución de los accesos inalámbricos, ventajas de los mismos, y factores que intervienen en la planificación general de la red.

1.1 LA RED DE ACCESO¹

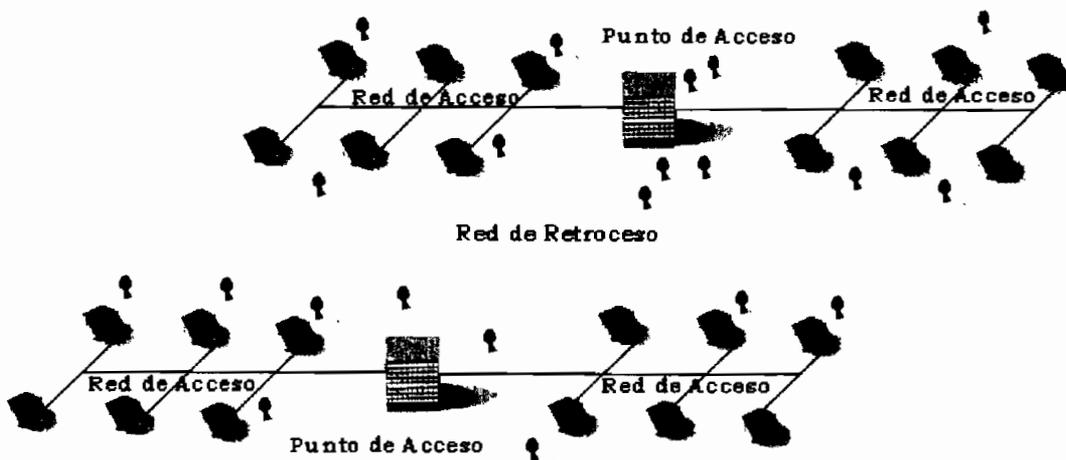


Figura 1. 1 Red de acceso por medio guiado, red de retroceso.

Es importante distinguir dos componentes fundamentales en un sistema de telecomunicaciones, antes de describir la importancia y las principales implicaciones de la red de acceso, éstos son: La **red de acceso** o **red de distribución** que consiste en los equipos y medio utilizado por el proveedor para llegar al usuario, desde el Punto de Acceso hasta el equipo Terminal. Y, la **red de retroceso** o **red de transporte** que consiste en los equipos y medio utilizado para interconectar los Puntos de Acceso. En la figura 1.1 se puede

¹ Fuente: Acceso Inalámbrico Fijo. 2da Ed. Unión Internacional de Telecomunicaciones. Oficina de Radiocomunicaciones. 2001.

apreciar una red de acceso alámbrica y en la figura 1.2 una red de acceso inalámbrica, en las cuales se diferencian estos dos componentes de red.

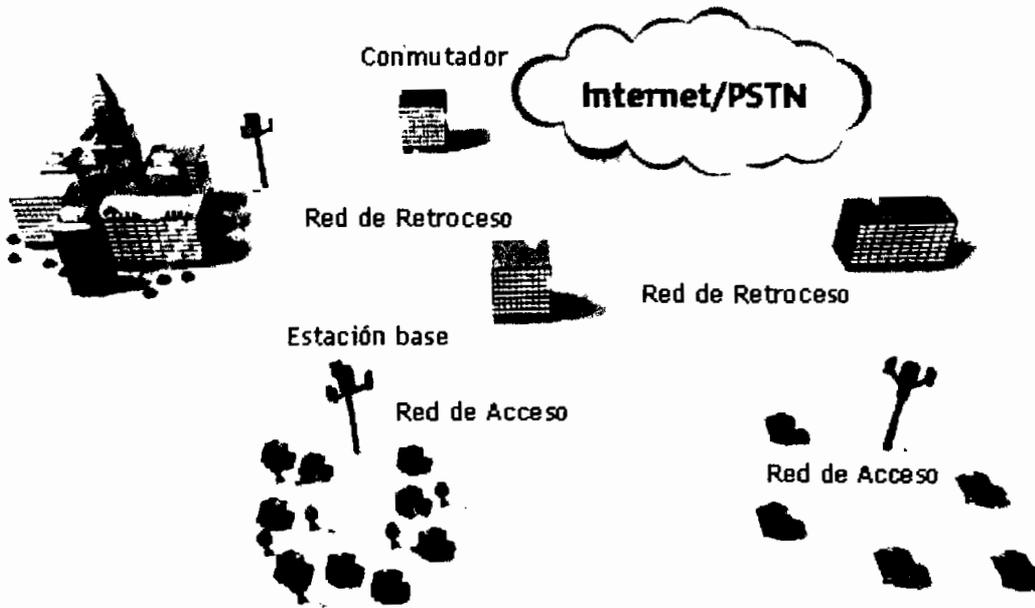


Figura 1. 2 Red de acceso inalámbrica y red de retroceso

Tradicionalmente se ha demostrado que la red de acceso es el componente de una red más difícil de implementar y menos rentable de mantener. Los esfuerzos de dinero e ingeniería requeridos para construir y mantener las redes de hilo de cobre han levantado barreras formidables que dificultan su implantación, y han hecho que solo las naciones industrializadas del mundo hayan podido alcanzar tasas elevadas de penetración. En el servicio de telefonía básica, incluso, el objetivo relativamente modesto de una teledensidad de 20 líneas por cada 100 habitantes establecido por la UIT, ha estado muy alejado de la capacidad de muchas naciones hasta momentos recientes. De la misma manera sucede con las líneas filares de transmisión de datos, la magnitud de la planta externa es muy considerable en la implantación y mantenimiento del sistema.

En las economías en desarrollo se ha experimentado un crecimiento extraordinario aplicando tecnologías inalámbricas tanto en sistemas de comunicación personal como en redes de computadores e interconexión de

redes, logrando dar a cada entorno una solución adecuada. La característica fundamental del acceso inalámbrico es la sustitución de las líneas filares por un sistema radioeléctrico de acceso múltiple en la red de distribución-acceso, independientemente de la tecnología que se utilice en la red de transporte.

En general el sistema inalámbrico más adecuado depende fundamentalmente de los requerimientos del usuario, del costo de implantación (obedece a la densidad de usuarios y al tipo de sistema que se está considerando), y de la disponibilidad de espectro de radiofrecuencias apropiado para tal sistema. La necesidad de movilidad o la evolución hacia movilidad es otro factor en juego, además de la disponibilidad de servicios y calidad similares a los de una línea filar. Para minimizar el costo de la inversión y maximizar la eficacia de la solución es vital conocer los factores que intervienen al despliegue de cada tecnología.

La densidad de acceso a Internet y el alcance de la última milla en cierto sector de la ciudad para el cual se hará el diseño son factores trascendentes a considerar. Las aplicaciones empresariales requieren, en general, una capacidad relativamente mayor a las necesidades de un sector residencial. La demanda de acceso a Internet es una variable que depende no tanto del sector de Quito en estudio, sino más del tipo de negocios que se desenvuelven en tal lugar, de los patrones y necesidades de acceso residencial al Internet. Datos estadísticos y encuestas son herramientas que ayudarán a cuantificar la teledensidad de usuarios para una red en general.

Las redes también se caracterizan por su comportamiento y por las aplicaciones que están corriendo sobre ellas, en este caso es una red de acceso a servicios de Internet. Otros factores que intervienen son la topología del terreno, cobertura, tamaño de las células, potencia, movilidad, calidad y costo relativo de la red. Todos estos elementos deben satisfacer los objetivos de necesidades a cubrir, y en caso de profundizar, también, costo y tiempos de ejecución de la red.

1.2 VENTAJAS DEL ACCESO INALÁMBRICO

A continuación se describen las bondades de las redes de acceso inalámbricas.

Las principales ventajas de este tipo de acceso son: no-necesidad de cables, rápido tiempo de despliegue, flexibilidad en el diseño de la red, escalabilidad, menor costo de amortización² y, una de las más importantes es, el bajo mantenimiento que requiere la red en la planta externa, característica que la hace menos vulnerable a robos y actos de vandalismo. Existe un ahorro en los costos de explotación debido a la disminución de averías en la planta externa, beneficio de provecho tanto para el operador de la red como para los usuarios finales.

Gracias al rápido despliegue de los sistemas de acceso inalámbrico, los clientes que requieren el servicio pueden ser atendidos en un menor tiempo. Las redes cableadas para prestación de servicios deben realizar inversiones por saltos muy grandes en la red de acceso (en obra civil, tendido de cables, cajetines y armarios de distribución) para cubrir las necesidades de cierto sector. Este tipo de inversión trae consecuencias a sus gestores como un mayor tiempo de amortización y quedar expuestos a la incertidumbre de la demanda.

Por lo anterior, la escalabilidad es una virtud fundamental en estos sistemas, ya que una ampliación de la red de acceso se puede satisfacer en función de la demanda de los usuarios, con lo que, se producen reembolsos más rápidos reduciendo el riesgo financiero del sobre-abastecimiento. Las figuras 1.3 y 1.4 ilustran una comparación de los recursos requeridos al escalar: una red de acceso filar y una red de acceso inalámbrica.

² Costo de amortización: Monto de dinero y tiempo necesarios para recuperar la inversión.

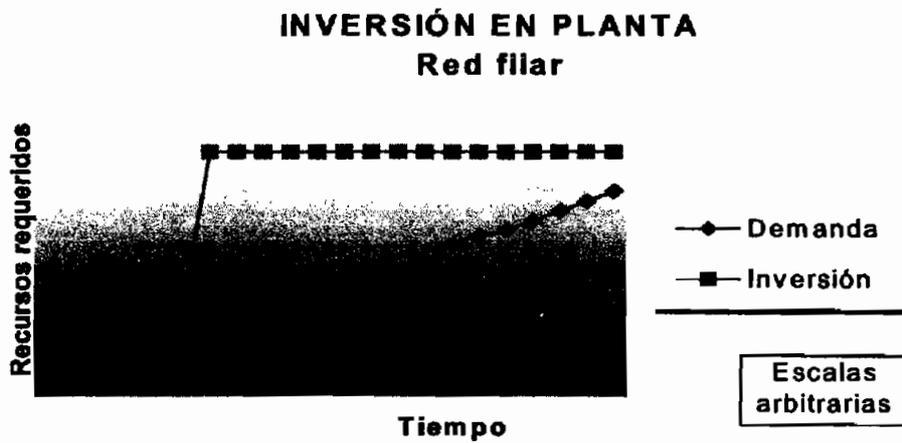


Figura 1. 3 Recursos requeridos al escalar una red de acceso filar³.

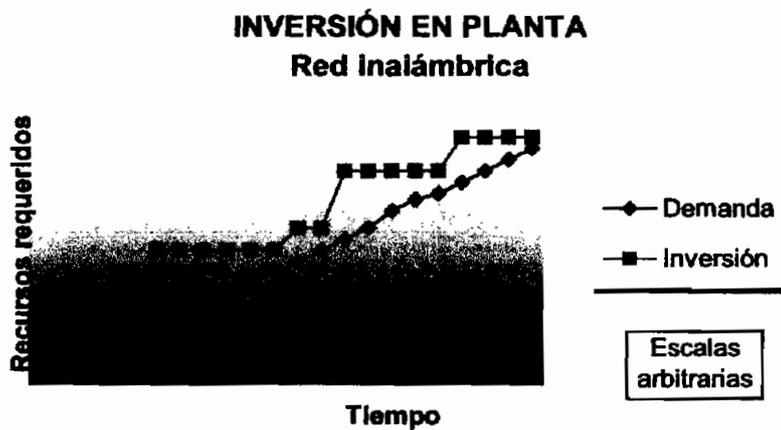


Figura 1. 4 Recursos requeridos al escalar una red de acceso inalámbrica⁴.

La flexibilidad del diseño de la red hace a este tipo de redes muy atractiva tanto para los clientes como para los operadores de red, porque se pueden realizar cambios en la infraestructura con rapidez y sin mayor esfuerzo técnico.

En el ámbito comercial, en general, el capital requerido para el despliegue se recicla con mayor rapidez y el costo de amortización es menor;

³ Fuente: Acceso Inalámbrico Fijo. 2da Ed. Unión Internacional de Telecomunicaciones. Oficina de Radiocomunicaciones. 2001. Estos datos son arbitrarios, para cualquier red en general. Analogía.

⁴ Fuente: Acceso Inalámbrico Fijo. 2da Ed. Unión Internacional de Telecomunicaciones. Oficina de Radiocomunicaciones. 2001. Estos datos son arbitrarios, para cualquier red en general.

consecuentemente, una red inalámbrica puede resultar ser una inversión atractiva.

DENSIDAD DE TELEFONÍA FIJA A NIVEL NACIONAL

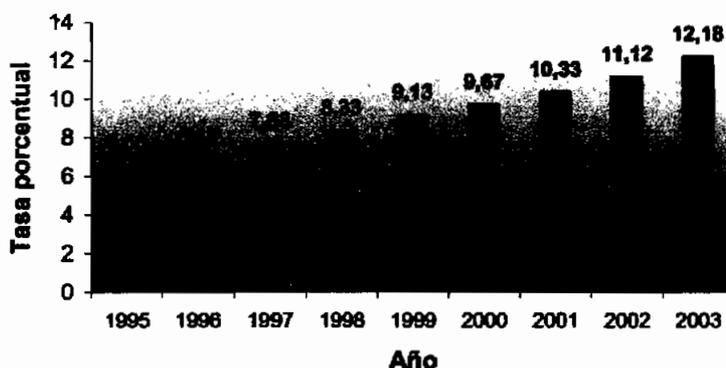


Figura 1. 5 Tasa de penetración de telefonía fija en el Ecuador⁵.

DENSIDAD DE TELEFONÍA CELULAR A NIVEL NACIONAL

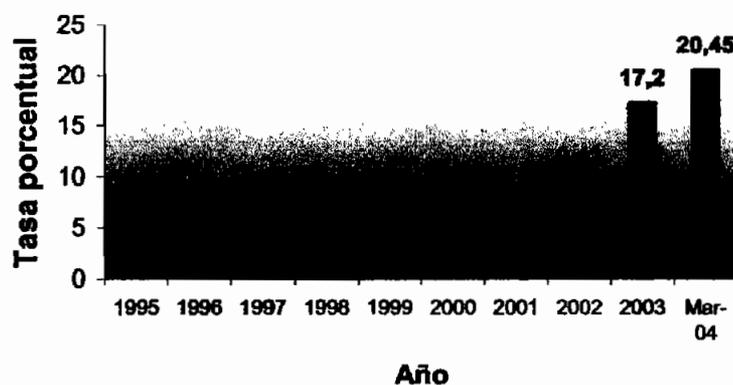


Figura 1. 6 Tasa de penetración de telefonía móvil en el Ecuador⁶.

En telefonía, como se puede ver en las ilustraciones 1.5 y 1.6, la implantación de las redes no filares se puede realizar con mucha mayor rapidez que las cableadas. El índice de penetración telefónica en telefonía fija en 8 años no

⁵ Fuente: Informe de Actividades. CONATEL y SNT. Período 1 de Enero – 31 de Diciembre 2001. Boletín de suscripción electrónica de la Superintendencia de Telecomunicaciones a diciembre del 2003.

⁶ Fuente: Informe de Actividades. CONATEL y SNT. Período 1 de Enero – 31 de Diciembre 2001. Boletín de suscripción electrónica de la Superintendencia de Telecomunicaciones a marzo del 2004.

llegó a duplicarse, a pesar de la gran demanda. Mientras que el índice de penetración celular en la telefonía móvil se triplica en períodos de tan solo tres años. Esto es porque los recursos necesarios para realizar una ampliación del sistema están dados en escalones mucho más pequeños en una red inalámbrica con respecto a una red alámbrica. Hay que considerar que la telefonía móvil aún está en despliegue y no ha saturado el mercado, igual comportamiento podrían tener las redes de acceso inalámbricas a Internet que apenas están apareciendo.

Lo mismo ocurre con las redes de datos, pues, al igual que el sistema telefónico, éstas están compuestas por una red de acceso y una red de retroceso. Debido a que se pretende integrar servicios de voz, video y datos usando las mismas redes filares o inalámbricas existentes; esto quiere decir usar los enlaces, creados en un inicio para cierto fin específico, para transportar datos, voz, video y ofrecer nuevos servicios alternativos. Las líneas telefónicas de cobre, por ejemplo, pueden servir para transportar datos a alta velocidad con ayuda de los equipos adecuados. Los teléfonos celulares, hoy en día, están aptos para transmitir, además de voz, datos, fax e incluso video. De modo que los razonamientos que puedan hacerse para las actuales redes de voz filares e inalámbricas servirán, en general, para las redes de datos y viceversa.

La amplitud de servicios que los sistemas fijos inalámbricos pueden prestar es otra ventaja adicional. En un sistema determinado los servicios que pueden prestarse varían según el tipo de acceso. Los principales servicios que se puede comercializar son voz, datos a baja velocidad, datos a alta velocidad, video de un solo canal y video multicanal. Según la UIT⁷, los servicios que se pueden brindar en función de la tecnología de acceso empleada serían como se muestra en la tabla 1.1. Una ventaja de los sistemas inalámbricos fijos es que se prestan como el medio adecuado para proveer servicios universales como también complejos debido a su gran capacidad, con la conveniencia de su bajo costo y rápido despliegue de instalación.

⁷ UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones. Organización internacional formada por países miembros que han acordado estandarizar las telecomunicaciones.

Tecnología de acceso	Servicios				
	Voz	Datos a baja velocidad	Datos a alta velocidad	Video de un solo canal	Video multicanal
Línea de par de cobre	√	√	√	√	
Fibra óptica	√	√	√	√	√
Acceso inalámbrico fijo	√	√	√	√	√
Acceso inalámbrico móvil	√	√	√		

Tabla 1. 1 Servicios que pueden prestarse en función del tipo de red de acceso⁸.

Como se ve en los siguientes capítulos, las redes de área local inalámbricas (*WLAN*) tienen múltiples ventajas y a su vez pueden funcionar en el esquema de acceso fijo inalámbrico. De modo que conviene citar ciertas ventajas particulares de las redes *Wireless LAN*.

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones, las redes de comunicación personal y las redes de área local inalámbricas se consideran de acceso fijo inalámbrico. Con redes de área local inalámbricas, los usuarios pueden acceder a información compartida sin buscar un sitio en el cual enchufarse, a su vez, los administradores de la red pueden establecer o acrecentar la red sin mover ni instalar cables, entre las ventajas que este tipo de redes ofrecen se tiene:

- **Movilidad:** Los sistemas de *LAN* Inalámbrica proveen a los usuarios de *LAN* acceso a información en tiempo real desde cualquier lugar en su organización. Esta movilidad sostiene productividad y oportunidades de servicio no posibles en redes filares.

⁸ Fuente: Acceso Inalámbrico Fijo. 2da Ed. Unión Internacional de Telecomunicaciones. Oficina de Radiocomunicaciones. 2001.

- **Velocidad de instalación y simplicidad:** Instalar un sistema de *WLAN* puede ser rápido, sencillo y puede eliminar la necesidad de tender el cable a través de canales y muros.
- **Instalación flexible:** La tecnología inalámbrica permite llegar a lugares a donde los cables normalmente no pueden llegar.
- **Bajo costo de inversión:** Aunque la inversión inicial requerida para equipos *WLAN* puede ser superior a la de una red *LAN* filar, los gastos globales de instalación y costos de ciclo de vida pueden ser significativamente más bajos; esto significa, tiempos de reembolso más rápidos. Los beneficios en costos a largo plazo son más grandes en entornos dinámicos que requieren frecuentes cambios y movimientos en su topología. Mientras que en redes filares para realizar cambios en la red, como se apreció anteriormente en las figuras 1.3 y 1.4, la inversión es mayor.
- **Escalabilidad:** Los sistemas de *LAN* Inalámbrica pueden ser configurados en una variedad de topologías para responder a las necesidades de instalaciones y aplicaciones específicas. En la mayoría de sistemas inalámbricos el programa de administración de la red permite que las configuraciones puedan ser fácilmente cambiadas desde cualquier equipo conectado a la red (con las direcciones y claves de acceso a la mano). Se puede administrar desde un pequeño grupo de usuarios en modo igual-igual, hasta una completa infraestructura de redes con miles de usuarios, incluso modo errante (*roaming*) en amplias áreas de cobertura.

Es importante notar que las redes de área local inalámbrica *WLAN* son ofrecidas por sus fabricantes como la solución para mantener conectividad dentro de aeropuertos, campus universitarios, etcétera, cuyas dimensiones son considerables (hasta una docena de km²). Los instaladores de redes (incluso en el Ecuador) toman a *WLAN* como una tecnología que permite conectividad en ambientes interiores y también exteriores, existen empresas que mantienen

interconectadas sus redes por medio de *WLAN*. Los equipos de *WLAN* pueden ser usados como puente (*Bridge*), pueden interconectar el interfaz aéreo (estándares 802.11⁹) con el alámbrico (*Ethernet*), en interiores y exteriores. En el diseño, el área de cobertura y adecuado funcionamiento depende primordialmente de la potencia de salida de los equipos que se utilice (considerando ganancia de antenas y lóbulos de radiación, etc.), el software interno de los equipos (soporta interiores o exteriores) y la configuración topográfica del entorno donde se propaga la señal.

1.3 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS INALÁMBRICOS FIJOS¹⁰

Algunos de los descubrimientos más importantes en los sistemas de radio inalámbricos se muestran en la tabla 1.1.

Las primeras transmisiones de radio son atribuidas a Heinrich Hertz en 1885. La transmisión "chispa" fue la base para los equipos de radio hasta 1915, y es la razón por la cual a los antiguos operadores de radio se les llamaba "*sparks*". Hertz trabajó despertando mucho interés científico.

Tal vez el padre de las comunicaciones inalámbricas de hoy en día fue Guglielmo Marconi (1874.1937), italiano. Fue capaz de demostrar transmisiones de pocos kilómetros. La primera aplicación de radio fue, al mismo tiempo, la producción más grande que el Reino Unido hasta entonces había tenido.

Por algún tiempo, la compañía de Marconi fue la más grande productora de equipos de radio en el mundo. Marconi fue premiado con el Premio Nobel de Física en 1907 y la compañía que él fundó hoy es parte de *General Electric Corporation (GE)*.

Otro importante evento fue la invención del diodo termoiónico en 1904, que engendró el práctico triodo al vacío en 1912, facilitando el uso de transmisiones

⁹ Véase anexo 5.

¹⁰ Fuente: *The Complete Wireless Communications Professional*, William Web, año 1999, editorial Artech House Publishers, ISBN: 0-89006-338-9

Desarrollo técnico	Década	Aplicaciones
Predicción teórica de las ondas de radio Generación de ondas de radio (Hertz) Circuito sintonizado (Lodge)	1880	
	1890	
Sistemas aire – tierra (Marconi)	1900	Pruebas a través del canal (UK) Royal Navy (UK)
Transmisión de voz (Fessenden) Válvula termiónica (Fleming)	1910	Transmisión a fijos y móviles (US) Embarcaciones mercantiles (UK) Servicio telegráfico trasatlántico
Transmisor de válvulas (Meissen)	1920	Hallazgo de dirección de ondas de radio (UK) Uso aéreo para apuntar artillería (UK) Transportables (UK)
Primera conferencia internacional del espectro	1930	Uso policial (Detroit, US) Botes pesqueros (Norway, UK) Control y navegación aérea
Modulación en frecuencia (Armstrong)	1940	Teléfonos en marítimos trasatlánticos
	1950	Sistemas de radio privados fijos y móviles (US) Comunicación para operadores móviles (US)
Concepción de celular (Laboratorios Bell) Transistor de unijuntura (Shockley)	1960	
Circuitos integrados digitales	1970	Teléfonos móviles automáticos Pruebas celulares (US)
Interruptores de estado sólido Microprocesador	1980	Servicio celular (Japón)
	1990	Aparecen las primeras redes inalámbricas en prueba. Redes celulares digitales (Europa) Lanzamiento del servicio satelital Iridium
Circuitos integrados incorporan modulación, codificación, filtros, elementos de radio, y procesador. Miniaturización.	2000	Las redes inalámbricas alcanzan hasta 100Mbps
Los microprocesadores alcanzan velocidades de procesamiento de varias decenas de MegaBytes por segundo	2001	con distancias de alcance considerables
Convergencia digital	2002	Los terminales celulares transmiten fax y datos
	2003	
	2004	Aplicaciones de datos en terminales móviles se comercializan

Tabla 1. 2 Eventos clave en la historia de las telecomunicaciones inalámbricas¹¹.

¹¹ Sistemas de Radio. Editorial Sopena. España 1989.

de banda más angostas y haciendo de la transmisión de voz una posibilidad. El receptor superheterodino fue desarrollado por Armstrong y Fessenden en 1912, y para 1933 Armstrong ya habría desarrollado el concepto de modulación de frecuencia.

La industria náutica se sirvió de la tecnología de radio-ondas, usándola para comunicarse entre naves en código Morse, mediante canales definidos, la cual constituyó la primera aplicación de una especie de red. Muchas veces una embarcación servía de intermediaria para pasar un mensaje de una nave a otra.

La Primera Guerra Mundial probó ser un importante vehículo que demostró el valor de las radiocomunicaciones en maniobras militares, especialmente usadas para atacar objetivos con aviones bombarderos y artillería en coordenadas indicadas por radio, usando **codificación en lenguaje**¹². La necesidad de transmisores más livianos y pequeños para la milicia fue tal que se produjeron equipos capaces de caber dentro de una mochila.

Después de la Primera Guerra Mundial, la primera idea para los nuevos productos fue la difusión. El rápido incremento de estaciones de radio, especialmente en Estados Unidos, resultó en la comercialización de los receptores. Esto también produjo esfuerzos para el uso coordinado del espectro, y la primera conferencia internacional de manejo del espectro tomó lugar en Washington en 1927.

Para la Segunda Guerra Mundial, los receptores de radio domésticos eran relativamente complejos, con la habilidad de recibir la señal de estaciones de radio de todas partes del mundo (múltiples longitudes de onda). Quizá la guerra creó como resultado la masificación de la producción de equipos de transmisión y recepción de radio.

¹² Codificación en lenguaje: Símbolos o palabras con un significado en especial usadas para mantener significado en secreto. Fuente: Cambridge Dictionary of International English, 2000.

El siguiente gran nuevo peldaño fue la creación del transistor, reduciendo dramáticamente el tamaño y consumo de potencia de los sistemas de radio y permitiendo la producción en masa de circuitos en placa a bajos costos. Para 1965, se produjo el primer radio móvil de tamaño-bolsillo, lo que llevó a un rápido crecimiento del mercado. La penetración del radio creció por la acogida de entidades gubernamentales, milicia y departamentos de policía, más aun que por la aceptación del mercado civil.

Dos décadas más tarde, en Estados Unidos, aparecerían las primeras operadoras telefónicas que ofrecían telefonía celular. Los terminales tenían un tamaño aproximado al de un ladrillo, la cobertura estaba limitada a ciertas secciones de las ciudades y el servicio estaba muy lejos de ser masificado. Se trataba de la primera generación de tecnología celular.

En los años 90 las grandes compañías de telecomunicaciones invirtieron en investigaciones y desarrollo de tecnologías inalámbricas, siendo la milicia unos de los principales promotores, que requerían de éstas para mantener comunicados ejércitos, aviones y tanques de una manera rápida y segura. Aplicaciones caseras, teléfonos celulares y equipos de comunicación satelital fueron los principales productos en aplicación. Se empezaron a aplicar comercialmente nuevas tecnologías en el modo de uso del espectro radioeléctrico (*CDMA*¹³), en telefonía y redes de datos. Como ejemplo se puede citar a las redes *ADHOC*¹⁴, una configuración en la que trabajan incluso ciertas redes de área local.

Al empezar el vigésimo primer siglo cientos de productos inalámbricos se encuentran en el mercado, y su demanda ha sido bastante favorable para los fabricantes de estos dispositivos.

¹³ *Code Division Multiple Access*: Acceso Múltiple por División de Código. *CDMA* es una nueva tecnología respecto del modo en que se usa el espectro radioeléctrico para realizar las transmisiones. Antes de que *CDMA* aparezca, solo se concebían portadoras moduladas, separadas en frecuencia o tiempo para no interferir entre sí. En el proyecto de titulación de Ricardo Patricio Salazar Jijón del 2004 se expone con todo detalle *CDMA*.

¹⁴ Son redes de topología no definida, el tráfico circula por cualquier terminal dentro de la cobertura. Se caracterizan por encriptar la información a través de una clave pública para todas las estaciones y una clave privada para cada una de ellas, las claves son matemáticamente indescifrables para los usuarios externos, son redes muy seguras.

Entre las tecnologías inalámbricas que se encuentran completamente masificadas están: aplicaciones caseras, redes inalámbricas LAN como WAN, sistemas de acceso punto-multipunto, puentes de enlace inalámbrico, *Blue Tooth*¹⁵, telefonía celular, sistemas de rastreo, control remoto, entre otras soluciones.

1.4 PLANIFICACIÓN DEL DESPLIEGUE DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES¹⁶

Planificación es un método por hacer o lograr algo, normalmente involucrando una serie de acciones o fases, o algo que usted ha acordado hacer¹⁷. Las condiciones existentes del mercado desde el punto de competitividad en telecomunicaciones (calidad, eficiencia, bajos costos de operación), están interactuando de manera tal que cada día se hacen necesarias nuevas alternativas tecnológicas en redes de datos; las mismas que implican una fácil y rápida instalación, escalabilidad, bajos costos, gran capacidad y calidad de servicio.

Para la planificación de un sistema de telecomunicaciones y su acceso es necesario de un conocimiento detallado del plan de negocios y las necesidades a cubrir de la base de clientes, presentes y futuras, además de un conocimiento de la topología, la demografía de la zona en la que se va a prestar el servicio y aspectos radioeléctricos como las metas de disponibilidad y calidad del servicio.

1.4.1 PLANIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE SERVICIOS.

Al diseñar una red de acceso se ha de prestar especial atención a los servicios que se pretende implantar tanto al inicio como a futuro.

¹⁵ Desarrolladas paralelamente a las redes *ADHOC* para ofrecer conectividad entre dispositivos a muy cortas distancias y sin ser tan complejas. Aplicaciones como: periféricos de computadores, celulares, etc.

¹⁶ Referencia: Acceso Inalámbrico Fijo. 2da Ed. Unión Internacional de Telecomunicaciones. Oficina de Radiocomunicaciones. 2001.

¹⁷ Cambridge Dictionary of American English 1995.

1.4.1.1 Funcionalidad

Es imprescindible definir el tipo de servicios que van a prestarse. Esta definición comprende los servicios de Internet, las interfaces que han de soportar, el tráfico, aplicaciones, tipo de movilidad requerida y otras características necesarias.

1.4.1.1.1 Servicios de voz y datos

Puesto que el espectro radioeléctrico es escaso y costoso, el empleo una codificación de velocidad de transmisión de datos, proporciona una economía de utilización del espectro, una velocidad elevada proporciona una mayor capacidad de velocidad de datos más elevada a expensas de una mayor utilización del espectro. Sencillamente: más velocidad, más espectro utilizado. Recuérdese que el espectro radioeléctrico pertenece al Estado, y su costo de arrendamiento está en función directa del área de cobertura y del ancho de banda a utilizar. Un servicio de velocidad binaria baja implica bajos costos de operación, en los servicios que utilizan espectro radioeléctrico para su operación; mucho más en los servicios por satélite donde el costo de la relación potencia-ancho de banda del segmento espacial puede ser elevado.

Puede ser necesario utilizar velocidades de transmisión de datos superiores, por ejemplo 1,5 Mbps o 2 Mbps. Los servicios móviles terrestres que soportan estas velocidades de datos, o superiores, proporcionando por ejemplo transporte de imágenes de vídeo en completo movimiento, requieren un espectro radioeléctrico mucho mayor.

1.4.1.1.2 Movilidad

Deben considerarse, definirse y proporcionarse los requisitos de movilidad del usuario. Por razones técnicas, existe una situación de compromiso entre la movilidad y la calidad del servicio, y entre la movilidad y la complejidad de la red que aumenta el costo de ésta. Cuando se necesita una movilidad superior, disminuirá la calidad del servicio y aumentará el costo de la red.

En la modalidad "Fijo" se presta un servicio de la mejor calidad con costo de red más bajos, ya que este tipo de red es planificado para prestar servicios de

acceso a Internet por medio de computadoras personales que están fijas y no hay movilidad.

1.4.1.1.3 Otras características de servicio requeridas

- Autenticación

Las redes de acceso inalámbricas requieren procedimientos de autenticación, para confirmar que cada acceso a la red procede de un abonado legítimo, autorizado y al que se puede facturar el acceso a Internet y a los demás servicios prestados. Un ejemplo de autenticación es el ingreso de el código de usuario y contraseña en un red de computadores, para tener acceso a la red los usuarios requieren estar autenticados por el administrador de la red, caso contrario se niega el acceso.

- Privacidad

La privacidad es una característica del servicio que puede ser pertinente, requiere la selección y provisión de procesos apropiados de encriptación¹⁸ en la red.

- Tipos de terminal soportados

Es necesario definir específicamente los tipos de terminales de datos que serán soportados en la red.

1.4.1.2 Capacidades de servicios futuros

1.4.1.2.1 Capacidad de evolución

En el proceso de planificación del despliegue de la red se puede hacer una previsión adecuada para garantizar que se pueden satisfacer las necesidades de futuros servicios. Los atributos de servicios señalados anteriormente quizás no se necesiten al principio, pero pueden ser precisos en el futuro. De hecho, otras funciones y atributos no contempladas en este momento, y algunas que

¹⁸ Mecanismo de seguridad que consiste en el cifrado de la información a través de un algoritmo y una clave de cierta longitud. Pretende que ésta sea solo entendida por receptores que tienen la clave y el algoritmo adecuados para descifrar el mensaje.

incluso no se conocen, pueden constituir una necesidad futura. El plan de despliegue de la red, y la tecnología elegida, deben ser suficientemente flexibles y capaces de responder de manera eficaz y económica a las necesidades de funciones futuras.

1.4.1.2.2 Base de clientes o abonados

El número de usuarios servidos crecerá sin duda con el tiempo. El plan de despliegue en la red debe disponer de la posibilidad de aumentar la capacidad de manera oportuna y económica, para proporcionar un servicio de igual o mejor calidad a medida que aumenta la base de abonados.

1.4.1.2.3 Zona de cobertura

En el futuro puede resultar muy apropiado ampliar la zona de cobertura en la que se presta el servicio. El plan de despliegue de la red debe estar preparado para asegurar que las oportunidades de ampliación se pueden implantar de una manera ordenada y económica.

1.4.2 PLANIFICACIÓN DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES

1.4.2.1 Necesidades de tráfico

Los sistemas de acceso inalámbrico producen invariablemente situaciones de contienda en el acceso. Por esta razón, las consideraciones relativas a la ingeniería de tráfico son esenciales en la planificación del despliegue inicial y en el diseño de los sistemas de acceso inalámbrico y su posterior explotación.

La ingeniería de tráfico de un sistema de acceso inalámbrico debe relacionar la capacidad del sistema para cursar tráfico con el demandado por los abonados que el sistema soportará.

Después de la puesta en servicio del sistema, la calidad de funcionamiento del mismo con tráfico real debe supervisarse y gestionarse para determinar la exactitud con que la calidad en servicio concuerda con la calidad esperada, y efectuar los ajustes apropiados en caso necesario.

1.4.2.2 Explotación y Mantenimiento

Para asegurar que el servicio de acceso inalámbrico que se presta sea de calidad, se debe tener un plan de procedimientos tanto para el mantenimiento como para la explotación. Generalmente será preferible integrar nuevos procedimientos con los ya establecidos para la red de comunicaciones.

Los informes de averías de los abonados y los informes de fallos de los sistemas deben seguir los procedimientos y canales de información normales existentes. Es necesario que exista un centro de pruebas, desde el cual se deben poder implementar procedimientos de prueba para el sistema radio y los terminales a él conectados. Los procedimientos de gestión de las reparaciones y de arreglo de las averías deben estar de acuerdo con las configuraciones existentes. Es recomendable que la empresa que opera el sistema cuente con un manual de procedimientos permanentemente actualizado y difundido entre el personal respectivo.

Para un uso eficaz de los recursos humanos, el personal de telecomunicaciones que ya trabaja en el territorio o las zonas adyacentes debe capacitarse y equiparse adecuadamente para que pueda operar y mantener el nuevo sistema de acceso. La instalación, explotación y mantenimiento de distintos sistemas de acceso (entre ellos el inalámbrico) requiere diferentes niveles de especialización y adiestramiento en equipos de comunicaciones.

Es recomendable que el sistema cuente con políticas de calidad y procedimientos de gestión, que aseguren que el producto final sea lo más semejante posible al requerido por el cliente. Esto se logra, por ejemplo, implantando en el sistema una actividad de Gestión de Calidad¹⁹ como se regula en las normas *ISO 9001* emitidas por la *ISO* (del inglés *International Standardization Organization*, Organización Internacional de Estandarización). En tales sistemas, las necesidades del usuario determinan las políticas de la organización, éstas los procesos generales, y éstos a su vez los procedimientos.

¹⁹ Actividad dentro de la empresa, encargada de asegurar que los procedimientos se cumplen a cabalidad, y de revisar los mismos para ajustarse a los requerimientos internos y de los clientes. Referencia recomendada: *Manual Para Documentar Sistemas de Calidad*, Alberto G. Alexander, Prentice Hall, 1999.

1.4.2.3 Red de retroceso o red de transporte– Conexión e integración de la red

La interconexión con el sistema de última milla (acceso inalámbrico) en cada una de sus celdas, con el proveedor de servicios y otras redes se realiza a nivel de red de retroceso. Los enlaces se realizan mediante un **conmutador**²⁰, por cualquier medio de transmisión: fibra óptica, cable coaxial o de par trenzado, o enlace radioeléctrico.

La red de retroceso representa un desafío de planificación del despliegue, porque está relacionado con el sistema de acceso. Ambos sistemas, red de acceso inalámbrico y red de retroceso, tienen exigencias en términos de funcionalidad, soporte de servicios, capacidad y gestión de tráfico, administración y mantenimiento. Por ejemplo: la instalación de la red de transporte mediante un sistema de microondas punto a multipunto junto con un sistema de acceso inalámbrico integrado proporciona estas facilidades de forma integrada dentro de un sistema de gestión único, mientras que si la red de retroceso es diferente a la red de acceso, el sistema de gestión es por separado. Cuando la red de retroceso no ofrece esta integración, sus funciones y características han de ser razonablemente coherentes con el sistema de acceso inalámbrico.

Relacionar estos dos sistemas se convierte en un desafío de la planificación del despliegue de la red de comunicaciones requiriéndose un diseño y plan óptimos.

1.4.3 CARACTERÍSTICAS RADIOELÉCTRICAS

1.4.3.1 Densidad de abonados

Este es un factor muy importante en la planificación del despliegue, se refiere al número de abonados por área de cobertura, información de importancia para conocer la distribución de las necesidades de servicio, tanto si estas necesidades se distribuyen de manera más o menos uniforme en toda la zona

²⁰Es el que se encarga de direccionar la información.

servida o, como es el caso más general, dónde y cómo se agruparán previsiblemente los abonados, los servicios que pretenden y la demanda de tráfico que necesitan.

De igual manera el crecimiento de los abonados debe ser previsible y debe reconocerse la dificultad de predecir dónde y cuándo se producirá este crecimiento, en términos de evaluar la flexibilidad de expandir el sistema. Esta información relativa a la densidad de abonados es determinante en la elección del sistema a implantarse, ya que algunos tipos de sistemas satisfacen las necesidades de agrupaciones de abonados de modo mucho más rentable, mientras que otros resultan más adecuados para atender las necesidades de abonados aislados y extensamente distribuidos.

1.4.3.2 Zona de cobertura

La selección y definición de la zona de cobertura deseada es un asunto importante en la planificación del despliegue de un sistema de acceso inalámbrico. En este ámbito de decisión resultan claves tres factores que influyen y se relacionan entre sí. Estos tres factores son:

- Localización y distribución de la base de abonados-clientes estudiada;
- La capacidad de cobertura real del sistema en cuestión, considerando la topografía del terreno y las distancias en la zona que ha de servirse;
- La posibilidad de ampliar la zona de cobertura, y la base de clientes, de manera sencilla y económica cuando resulte apropiado llevarla a cabo según las perspectivas empresariales.

Estos tres factores son interactivos, afectando cada uno de ellos a los demás. Como resultado, el proceso de toma de decisión sobre la zona de cobertura será necesariamente iterativo, a fin de aproximarse de forma progresiva y alcanzar finalmente la solución óptima. Este proceso es recomendable en escenarios no idóneos, es decir, con una topografía irregular, densidad de usuarios no uniforme y otras complicaciones.

1.4.3.3 Planificación celular

La planificación celular de una zona de cobertura, es un tema fundamental de ingeniería de radio en la planificación del despliegue de un sistema de acceso inalámbrico. En esta área de decisión se requiere un nivel importante de competencia y experiencia en ingeniería de radio. La planificación celular debe considerar la totalidad de la zona que se desea cubrir, incluso si la cobertura requerida no es continua.

Son posibles varios planes celulares básicos. La selección de la alternativa más apropiada depende de todos los factores resaltados en este punto. Una vez seleccionado e implantado el plan celular, éste permanece relativamente fijo. Los cambios de planificación celular futuros implican mucho esfuerzo y afectan de manera importante el sistema. Una red bien planificada con una flexibilidad adecuada minimizará los embrollos y los gastos.

1.4.3.4 Aspectos de la propagación radioeléctrica

Este campo involucra aspectos fundamentales de la ingeniería de radiocomunicaciones. A continuación se examinan brevemente algunos elementos importantes.

Un aspecto fundamental a considerar en la propagación radioeléctrica es la existencia de una línea de visibilidad directa entre la antena del transmisor y la antena del receptor. Si hay visibilidad directa, puede asegurarse un servicio de buena calidad utilizando potencias menores en distancias más largas. Sin embargo, si no puede asegurarse la visibilidad directa, como es generalmente el caso en las aplicaciones que prestan el servicio en condiciones de movilidad del usuario, entonces el alcance asegurado quedará reducido y se necesitarán potencias más elevadas.

Otros factores que pueden influir en la propagación radioeléctrica son la topografía del terreno, por ejemplo un trayecto sobre una zona vasta y plana, como es el caso de una extensión de agua o una llanura. También influyen en la señal radioeléctrica las condiciones meteorológicas tales como la lluvia.

Estos efectos varían significativamente según las distintas frecuencias. Su repercusión adversa puede reducirse notablemente utilizando configuraciones de diversidad, espacial, de frecuencia o de polarización, pues, si bien todas estas medidas son complejas y costosas, son muchas veces la solución.

Otro aspecto dependiente de la frecuencia es el efecto sombra, que representa la amplitud con que la señal es atenuada o interceptada por montañas y en los valles, y por la presencia de edificios o árboles y bosques. Un aspecto adicional del tema es el apantallamiento que tiene lugar dentro de los edificios de estructura de hierro, que incluyen, por ejemplo, los garajes de aparcamiento y los centros comerciales.

Las características de propagación radioeléctrica varían con la banda de frecuencia seleccionada, la topografía del terreno y entorno natural, las condiciones climáticas y la existencia de obstáculos situados en el trayecto o en sus proximidades. Todos estos factores influyen en la selección de una banda de frecuencias apropiada, y en diseñar o no un sistema que utilice configuraciones de diversidad (redundancia en los enlaces), puede haber: diversidad espacial y/o diversidad de frecuencia, soluciones complejas y costosas. El espectro disponible para un servicio específico depende de las atribuciones de espectro de los gobiernos y de la gestión del mismo.

CAPÍTULO 2

ELECCIÓN DEL SISTEMA

En este capítulo se estudian los requerimientos del cliente realizando un sondeo para la determinación de sus necesidades, se revisa tecnologías de sistemas disponibles en el mercado, se elige la tecnología que se empleará en el diseño.

Cuando se pretende dar una solución a un determinado problema planteado, las mismas pueden ser incontables y muy diversas. En este capítulo se sigue un procedimiento, sencillo pero efectivo, el cual hará conocer qué sistema se ajusta más a las necesidades de los usuarios, sin olvidar el factor económico.

Con un sondeo se obtiene los requerimientos de los usuarios, éstos se traducen en metas técnicas a alcanzar (servicio de voz, velocidad de acceso, etc.). Se revisan diversos sistemas que el mercado actual ofrece y que, a primera vista, darían una solución a estos requerimientos. Los sistemas o tecnologías entrarán a un proceso de contienda donde se analizarán sus características, de la cual se obtiene un resultado: el sistema más adecuado (fabricante y equipos).

2.1 REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE

Aunque las razones no están a primera vista, es vital cubrir los requerimientos del cliente como mejor se pueda, al punto de establecer esos parámetros como un norte que dirija el proceso de diseño. En la actualidad, se ha dado tanta importancia a la satisfacción total del cliente (calidad total), que inclusive organismos plenamente estructurados, con procesos definidos, están dispuestos a rediseñar estos procesos de modo que cada producto cambie permanentemente (y con él sus procedimientos) para parecerse más a lo que el cliente desea. Esto requiere un área del negocio encargada de modificar procesos evaluando constantemente las opiniones del cliente y si los requerimientos establecidos se cumplen o no. Situación que ha dado origen a

que las compañías busquen ser certificadas y permanecer así, en cuanto al cumplimiento de normas de calidad (por Ej.: *ISO 9001:2000*), lo que les garantiza una mayor competitividad en el mercado y aceptación por parte de sus clientes. Para algunos ejecutivos es, simplemente, cuestión de supervivencia. Los ingresos de una empresa “certificada ISO” que ofrece sus productos y/o servicios están garantizados, pues está demostrado que el cliente, como cualquier ser humano, está dispuesto a pagar los costos por aquello que siempre ha deseado. Ahora, contrariamente a lo que podría pensarse, no necesariamente trabajar bajo normas de calidad eleva los costos, porque se reducen errores, correcciones y re-procesos debido a los pulidos procedimientos que se logran.

Por otra parte, cuando se entra en un proceso de diseño, es indispensable establecer cuál será el resultado final del mismo, visualizar la creación final en su plenitud es parte del diseño. Como un ejemplo histórico, cuando le preguntaron a Miguel Ángel como había hecho la estatua de David, contestó – él siempre estuvo ahí, yo solo quité lo que sobraba – indicó además que en cada martillazo, él visualizaba en su mente la obra final. El determinar a donde se quiere llegar es, además de un norte, un paso que aminora el tiempo total de diseño, como de implementación.

Queda claro entonces que el proceso de diseño depende del resultado final al que se desea llegar, y éste, de las necesidades del cliente. En esta sección se analiza los requisitos de los usuarios. Estos requisitos o necesidades se van a traducir en metas a alcanzar, tecnologías a usar, conectividad que resolver y servicios que prestar.

2.1.1 DETERMINACIÓN LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS

Los requerimientos informáticos entre usuarios pueden ser totalmente diferentes, por ejemplo, tomando como caso el de dos clientes: uno de ellos, el más exigente, puede ser propietario de un negocio que necesita servicio de Internet, correo electrónico, descargar gran cantidad de información durante

todo el día, y además poder establecer conferencias y videoconferencias nacionales e internacionales a través de los servicios que su proveedor le brinda; mientras que otro no está interesado sino en enviar y recibir relativamente poco correo electrónico un par de veces por semana. El diseño ideal de red es aquel que satisface las necesidades de cada uno de sus usuarios, ahora bien, la infraestructura necesaria para ofrecer tan diversos servicios de tan distintas capacidades puede llegar a ser muy complejo, y por lo mismo, muy costoso. En la práctica, un diseño de red real pretende cubrir las necesidades del cliente promedio, es decir, satisfacer la demanda de la gran mayoría, de esta manera es factible compartir las ventajas (y limitaciones) de una misma red y, a la vez, bajar los costos de operación. La mayoría de las veces habrá clientes cuyas necesidades salen de los parámetros de operación de un cliente promedio.

Por lo anterior, es necesario determinar y cuantificar tangiblemente las necesidades de los usuarios. Para este proyecto se realizó una encuesta a 32 moradores del barrio²¹ cuyo formato se puede ver en el Anexo 1, aquí se pretende cuantificar la acogida del sector a esta nueva tecnología (Internet inalámbrico), así como cuánto gastan ahora y cuánto gastarían por un servicio innovador, probablemente, más rápido. La encuesta fue diseñada para obtener datos acerca del interés de los potenciales clientes a servicios que son posibles mediante una red inalámbrica conectada al Internet, y también para adquirir información económica al respecto, cuánto dinero disponen para su servicio de acceso actual al Internet mediante una línea dial-up y cuánto estarían dispuestos a gastar por el servicio de acceso a Internet con un acceso fijo inalámbrico para contratarlo.

El enfoque de la encuesta se hizo comparativamente con los actuales proveedores de Internet, que ofrecen el servicio a través de *Dial-up*. Esto para que los pobladores del barrio puedan establecer diferencias y escoger su alternativa, ya que, como pudo verse, están plenamente familiarizados con el

²¹ El barrio en el cual se desarrolla este proyecto es el de la Ciudadela Matovelle, para su ubicación y datos exactos referirse al Capítulo 3.

servicio de Internet mediante acceso *Dial-up*, mientras que la gran mayoría no conocía otras alternativas de conectividad.

Con el propósito de garantizar la validez de la información recopilada a través de las encuestas, se procede a determinar si el número de éstas es una cantidad razonable.

Para la determinación del número correcto de encuestados se utilizó la fórmula de **muestra aleatoria simple**²². La fórmula toma en cuenta el número total de la población, es decir, el número total de usuarios posibles dentro del barrio Matovelle, éste se convierte en el conjunto universo (320 casas y 15 locales comerciales); el grado de confiabilidad, se recomienda sea del 90% por tener un universo entre 10 y 1000.

La fórmula de muestra aleatoria simple en función de los parámetros detallados es:

$$n = \frac{z^2 \times N \times p \times q}{K^2 \times (n-1) + z^2 \times p \times q}$$

de donde:

n = Número total de encuestados

z = Grado de confiabilidad

N = Universo, población

p = Probabilidad de ocurrencia²³

q = Probabilidad de no-ocurrencia²⁴

K = Grado de error

Ahora bien, si se considera que el número total de encuestados es 32 como se indicó anteriormente, el universo sería de 335, con un grado de confiabilidad recomendado de 90% para una población entre 10 y 1000, con una

²² KOTTER, Philip. Mercadotecnia. Editorial Prentice Hall México. 3ra. Edición. 1989.

²³ Probabilidad de que el encuestado haya dicho la verdad.

²⁴ Probabilidad de que el encuestado no haya dicho la verdad.

probabilidad de haya dicho la verdad al ser encuestado del 90% y un 10% de que no lo haya hecho. Entonces, se puede despejar el grado de error para saber si la encuesta tiene validez, por tanto se tiene:

$$K = z \cdot \sqrt{\frac{p \times q \times (N - n)}{(n - 1) \times n}}$$

$$K = 1.29 \cdot \sqrt{\frac{0.9 \times 0.1 \times (335 - 32)}{(32 - 1) \times 32}}$$

$$K = 0.2138$$

Este valor significa que el máximo grado de error es de 21.38% en los resultados de la encuesta.

2.1.2 RESULTADOS DE ENCUESTA

Una de las formas más factibles de obtener información son las encuestas, ya que, en ellas se puede hacer una gran cantidad de preguntas dirigidas, luego procesando los datos recopilados se consigue las tendencias, en otras palabras cuáles son las inclinaciones de las personas por uno u otro servicio, siendo además, de gran valor al momento de decidir qué tipo de servicios son esenciales, preferentes u opcionales.

Con la encuesta realizada se obtuvo información de:

- Índice de internautas (persona que hace uso del Internet)
- Índice de personas que tienen actualmente servicio de Internet
- Sitios donde normalmente acceden al servicio
- Actividades que desempeña en el Internet
- Índice de usuarios que usan o usarían línea telefónica para acceder al servicio de Internet
- Costo del Internet

- Horas aproximadas de uso al mes
- Costo del teléfono debido al Internet
- Costo total debido al Internet
- Índice de personas conscientes de que se carga en la factura de teléfono un valor correspondiente al uso del Internet
- Porcentaje de personas que conocen acerca de **Internet Dedicado**²⁵
- Índice de interesados en tener servicio de Internet
- Índice de interesados en tener servicio de Internet sin usar la línea telefónica
- Valor que están dispuestos a pagar por contratar servicio de Internet Inalámbrico (según las condiciones indicadas en la encuesta)
- Actividades y/o servicios de interés
- Índice de personas que contratarían el servicio con acceso fijo inalámbrico

Se explicó a cada uno de los habitantes encuestados, que el servicio de Internet Inalámbrico ofrecido les proporcionaría una velocidad mínima igual a la de la línea telefónica²⁶. Esto les dio una clara idea de la velocidad a la que podrían desenvolverse en el Internet, pues, en su mayoría, los encuestados no estaban familiarizados con el término Kbps (kilo bits por segundo), pero sí con su propia experiencia de haber usado el Internet en su casa o local comercial a través de una línea telefónica.

A todos los encuestados se les puso en conocimiento de que el sistema sería diseñado según el número de usuarios, para que todos pudieran acceder con una velocidad mínima igual a la que obtienen con el servicio *Dial-Up*, pero que en el caso de que sean pocos usuarios los que acceden al Internet en ese momento (situación que se da en gran parte del día), podrían entonces disfrutar de una mayor velocidad en cuanto al Internet, ya que el enlace inalámbrico a diferencia de un enlace vía telefónica, puede transmitir datos a mucha mayor

²⁵El servicio de Internet Dedicado es aquel que está permanentemente conectado a la red, ya sea mediante par de cobre, fibra óptica, conexión inalámbrica, etc. y no es necesario establecer una conexión.

²⁶ Mediante un módem convencional de *Dial-Up* (marcado telefónico) se logran, en el mejor de los casos, una velocidad de bajada de datos de 56 kbps, y de subida de datos de 33 kbps.

velocidad²⁷, y el acceso a Internet de todo el sistema es compartido por los usuarios que están usando el Internet en esos instantes. Si la velocidad (o correspondientemente el ancho de banda) de conexión del sistema barrial completo al Internet se divide entre pocos usuarios, entonces cada uno de ellos envía y recibe la información desde y hacia el Internet con una velocidad mayor, pues su requerimiento de ancho de banda resulta mayor.

A aquellos usuarios cuyas necesidades de velocidad de acceso al Internet son superiores a los valores de la conexión Dial-Up, se les explicó que tendrían la posibilidad de, utilizando la misma infraestructura, contratar una mayor velocidad mínima de acceso (56Kbps, 112Kbps, etc.) con el respectivo costo adicional. Aunque no se dieron mayores especificaciones, pues obviamente eso dependerá de los equipos que se utilicen, y de su sistema (software) de gestión y administración, según eso se puede personalizar la conexión de cada usuario.

Antes de continuar es importante hacer una distinción, la misma que se hizo a las personas encuestadas, ésta es: la diferencia entre Servicio de Internet mediante línea telefónica y Servicio de Internet Dedicado.

El servicio de Internet mediante línea telefónica es aquel que usa un módem telefónico. Para conectarse al Internet es necesario realizar una llamada telefónica (local o no) y ocupar la línea telefónica, al finalizar el uso es necesario liberar la conexión para disponer nuevamente de la línea telefónica. El servicio de Internet Dedicado es aquel que está permanentemente conectado a la red, ya sea mediante par de cobre, fibra óptica, mediante una antena, etc. y no es necesario establecer una conexión. En todos los caso debe existir el módem adecuado, debidamente instalado en el computador del usuario.

²⁷ Como se verá más adelante los equipos inalámbricos punto-multipunto tienen velocidades de transferencia de datos mucho mayores, frente al limitado ancho de banda de una línea telefónica.

Una, es la que se denominaría una encuesta en la cual se escogen al azar elementos las personas a ser encuestadas dentro de toda la población, de modo que toda persona o elemento.

Según la teoría de muestreo²⁸, la encuesta realizada se denominaría **muestra aleatoria simple**, en la cual toda persona dentro del **marco**²⁹ tiene las mismas probabilidades de ser encuestada.

A continuación se presenta, en la tabla 2.1, el resumen de resultados obtenidos de la encuesta. Para una mejor visualización los resultados se muestran en forma gráfica: en la figura 2.1 los resultados porcentuales de la encuesta, en la figura 2.2 los sitios donde comúnmente accede el usuario al Internet, en la figura 2.3 las actividades de un usuario promedio, en la figura 2.4 resultados de gastos, en la figura 2.5 uso promedio mensual de Internet y finalmente en la figura 2.6 actividades de interés.

²⁸ Lectura recomendada: Elementos de Muestreo, de Scheaffer–Mendenhall–Ott. Grupo editorial Iberoamérica. México, 1987. pp 19–37.

²⁹ Marco se denomina al conjunto de personas que va a ser muestreada, de la cual se va a obtener cualquier inferencia. En este caso son todas las personas que viven o trabajan dentro del barrio, mayores de 18 años y/o que tienen capacidad de decidir o influir en su casa o local comercial para contratar servicio de Internet Inalámbrico.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Total encuestas:	32		
Usuarios de Internet:	93,8%	Tiene Internet actualmente:	56,3%
Sitios donde acceden al servicio:		Actividades que realizan en el Internet:	
Universidad	53,1%	E/R Correo electrónico	87,5%
Casa	56,3%	Navegación	93,8%
Oficina	37,5%	Compras	18,8%
Café-net	56,3%	Manejo de dinero	18,8%
Familiar/amigo	46,9%	Telefonía	21,9%
Hotel	12,5%	Descarga de archivos	87,5%
Otro	6,3%	Otras	6,3%
Actividades de interés al contratar Internet inalámbrico:			
Llamadas telefónicas a precios accesibles	87,5%		
Intercambio de archivos otros usuarios	90,6%		
Juegos en vivo otros usuarios	56,3%		
Mensejería con otros usuarios	75,0%		
Compras almacenes cercanos	65,6%		
Conversación otros usuarios	78,1%		
Otras	0,0%		

Uso promedio del Internet:	25,6	horas	Conexiones Dial-Up:	100,0%
Desviación estándar:	14,5	horas	Tarifa comercial:	6,3%
Mínimo:	4,0	horas	Tarifa residencial:	93,8%
Máximo:	60,0	horas	Pago mensual promedio:	\$20,43
Pago mensual promedio:	\$18,66		Desviación estándar:	\$11,62
Desviación estándar:	\$4,24		Mínimo:	\$3,05
Mínimo:	\$10,08		Máximo:	\$45,72
Máximo:	\$28,00		Sabían que se paga además teléfono:	62,5%

Pago mensual promedio:	\$39,09	Conocía lo que es Internet dedicado:	21,9%
Desviación estándar:	\$12,74	Interés en contratar Internet:	87,5%
Mínimo:	\$14,05	Interés en contratar Internet dedicado:	96,9%
Máximo:	\$67,00	Le parece mejor servicio el dedicado:	100,0%

Pago mensual promedio: \$32,88
 Desviación estándar: \$10,59
 Mínimo: \$15,83
 Máximo: \$54,48

Tabla 2. 1 Resultados de Encuesta

RESULTADOS PORCENTUALES DE LA ENCUESTA

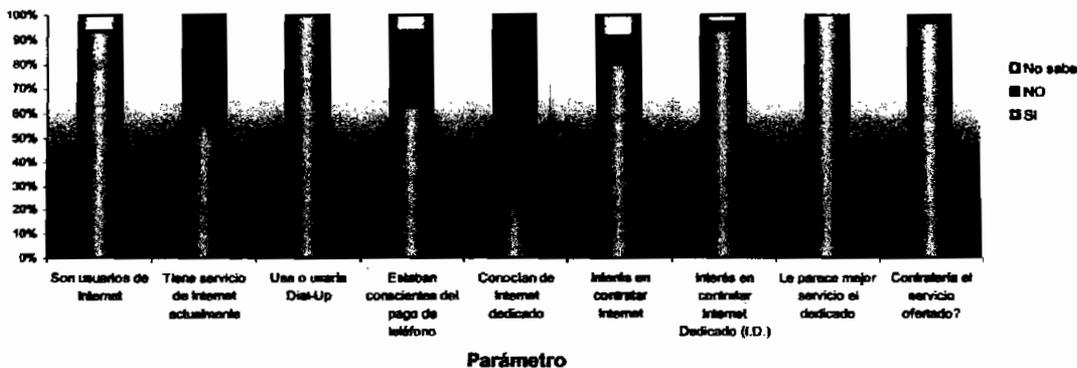


Figura 2. 1 Resultados porcentuales de la encuesta

Sitios donde comunmente acceden al Internet

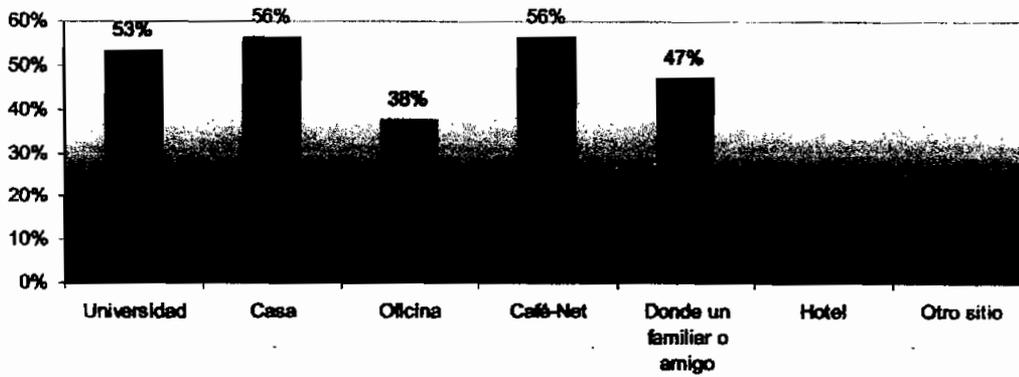


Figura 2. 2 Sitios donde comúnmente acceden a Internet

Actividades de un usuario promedio

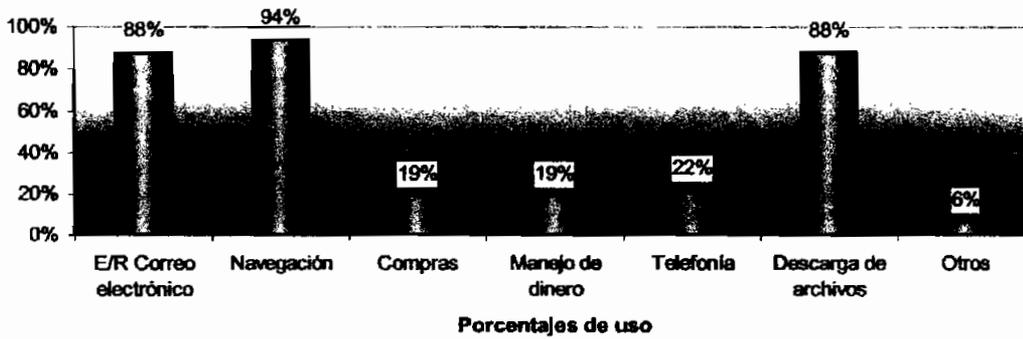


Figura 2. 3 Actividades de un usuario promedio

RESULTADO DE GASTOS

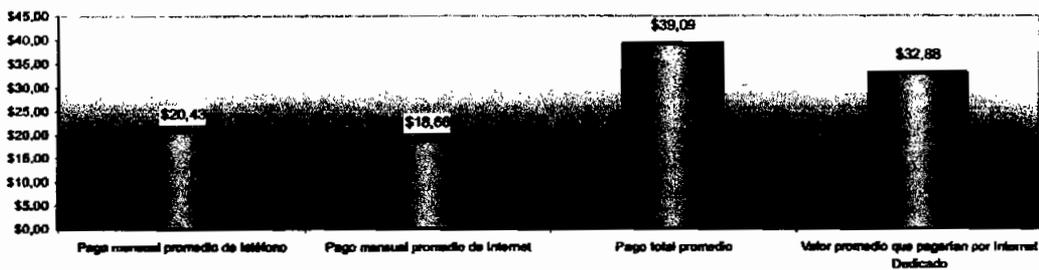


Figura 2. 4 Resultados de gastos

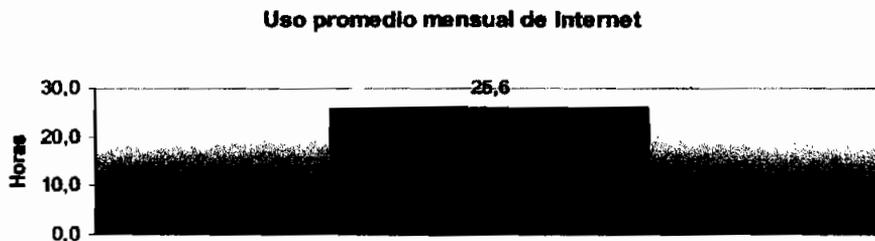


Figura 2. 5 Uso promedio mensual de Internet

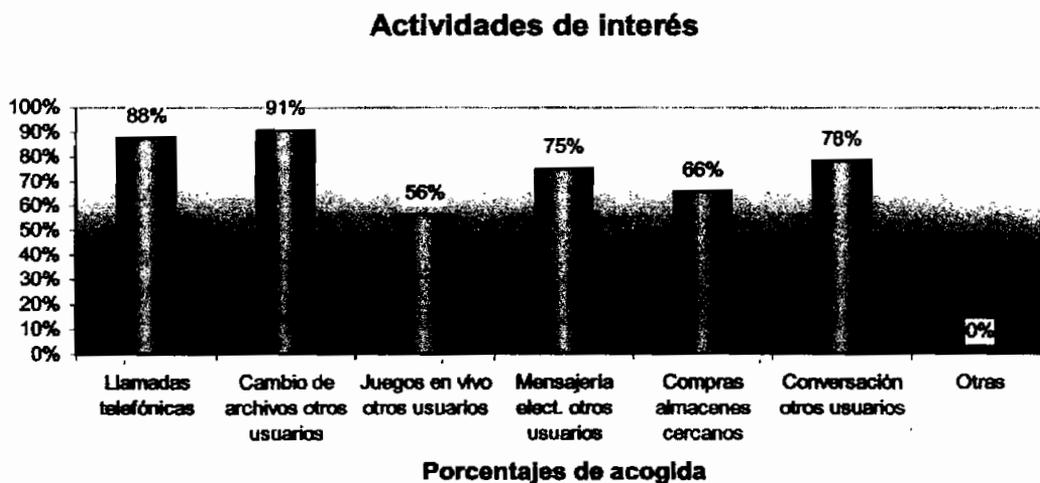


Figura 2. 6 Actividades de interés

2.1.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

De la figura 2.1 se puede concluir que más del 90% de las personas son usuarios de Internet, pero solo un poco más del 50% tiene actualmente servicio de Internet en su lugar de trabajo o residencia. Casi el 80% de la muestra está interesado en tener servicio de Internet y más del 90% manifiesta interés por tener servicio de Internet Inalámbrico.

El 100% de personas dijo que le parece más conveniente tener un servicio de Internet Dedicado respecto de servicio de Internet mediante línea telefónica.

De los datos obtenidos se puede apreciar de qué manera los usuarios están acostumbrados a usar el Internet. Refiriéndose a la figura 2.3 se puede ver que las actividades principales son: navegación, envío y recepción de correo electrónico, y, descarga de archivos. Esto indica claramente que el sistema que se implante debe tener la capacidad de ofrecer esos servicios.

Además de los servicios que los usuarios están acostumbrados a acceder, se ha hecho un sondeo de nuevos servicios que pueden parecer novedosos, esto se ve en la figura 2.6. Estos resultados indican que hay gran interés de contar con facilidades de voz para las llamadas telefónicas y conversación con otros usuarios, así como facilidades de red entre los usuarios. Esto podría lograrse a través del Internet según las aplicaciones que se usen, pero es importante darse cuenta de que es un tráfico local, y direccionarlo al Internet ocasionaría tiempos de retraso y un notable desperdicio de los canales destinados al Internet. Una mejor opción es mantener el tráfico local como tal: local. La infraestructura que se escoja también debería tener, entonces, facilidades de configurar redes de área local (o servidores locales) para los usuarios que accedan a estas categorías de servicios. En la cual un papel importante son los programas instalados en el servidor o computador central que se encargue de prestar estas funciones.

En cuanto a velocidades de acceso, de los usuarios hacia el proveedor, no hay restricciones, aparte de que sean suficientes para soportar tráfico de voz y datos. Bien podría haber una velocidad de acceso mucho mayor, que permitiera con cierta holgura el flujo de tráfico local. Por otro lado el sistema Sí deberá contar con facilidades de configuración del acceso a Internet, pues según la encuesta realizada y la funcionalidad de la red, se debe asegurar una velocidad mínima de acceso al Internet a cada usuario. Esta podría estar estipulada en el documento del contrato del servicio. Nótese que el tráfico de Internet no se considera local, pues éste será el único que salga de la red diseñada para el barrio, y por lo tanto, deberá tener un canal de salida y conexión al Internet bien repartido y aprovechado, de aquí que se establece una velocidad mínima de acceso a Internet que da garantía a cada cliente.

El software de administración debe tener de preferencia ciertas funcionalidades que permitan configurar y personalizar la conexión a cada usuario. Por ejemplo: podrá haber un usuario que compre los equipos necesarios (módem y antena) y en su contrato esté estipulado el cobro según el uso de la red, aquí habría que cuantificar los datos transmitidos y el tipo de datos, de tal modo que si usa mucho, paga mucho, y si no usa paga un mínimo de mantenimiento de su cuenta. Otro usuario podría tener un pago mensual fijo, que incluyan los equipos de usuario y una velocidad mínima garantizada de acceso al Internet. Es en ese sentido es importante la flexibilidad del software de administración de la red y de usuarios.

Según el nivel de los porcentajes que se muestra en las figuras 2.1 a 2.6, se puede establecer un conjunto de funcionalidades que el sistema que se implante deberá soportar. Las características de los equipos a instalarse deben contemplar esencialmente las funciones cuyos porcentajes, en la encuesta, son altos. Para porcentajes medianos esas funciones son preferentes, y, las funciones con porcentajes bajos, tendrán una ponderación baja al momento de escoger la tecnología adecuada.

De los resultados de la encuesta se puede hacer una tabla que indique el tipo de servicio o característica que el sistema completo³⁰ debe tener para abastecer ese requerimiento, esta tabla se muestra a continuación, y se incluye el peso que la característica debe tener al momento de seleccionar los equipos de acuerdo con los resultados de la encuesta.

Según los porcentajes de la encuesta. La Importancia puede ser: esencial, preferido u opcional si los porcentajes de acogida de los encuestados están desde 67% a 100%, 33% a 67% y 0% a 33% respectivamente.

³⁰ Sistema completo: Se refiere a los equipos de usuario, los equipos del proveedor del acceso a última milla inalámbrica y el software de administración del sistema.

Función	Servicio o característica requerida	Importancia
Navegación	Soporte de TCP/IP	Esencial
Envío y recepción de correo electrónico	Soporte de TCP/IP	Esencial
Descarga de archivos e información	Soporte de TCP/IP	Esencial
Llamadas telefónicas	Soporte de TCP/IP u otro tipo de canales de voz. De preferencia características de QoS (calidad de servicio) en caso de tráfico de Voz sobre IP.	Esencial
Intercambio de archivos con otros usuarios	Soporte de TCP/IP, IPX, NetBEUI o facilidades de VPN (red privada virtual).	Esencial
Juegos en vivo con otros usuarios	Soporte de TCP/IP, IPX, NetBEUI o facilidades de VPN (red privada virtual).	Preferente
Mensajería con otros usuarios	Según software, con cualquier tecnología	Esencial
Compra en almacenes cercanos	Puede ser vía WEB, con el respectivo servidor conectado al sistema.	Preferente
Conversación con otros usuarios	Facilidades de tráfico de voz local. Soporte de VPN o TCP/IP. Preferentemente QoS.	Esencial

Tabla 2. 2 Importancia de los servicios según su función

2.2 SISTEMAS DE ACCESO FIJO INALÁMBRICO *FWA (FIXED WIRELESS ACCESS)*³¹

Los últimos tres años han contemplado un rápido aumento del interés por el uso de los sistemas de acceso inalámbrico en la red de acceso. Se han propuesto muchas tecnologías y normas nuevas, algunas de las cuales son ramificaciones de tecnologías de servicios móviles, mientras que otras han sido diseñadas específicamente para el uso fijo.

Las características fundamentales de las tecnologías del acceso inalámbrico resultan atractivas porque se pueden cubrir las necesidades de los usuarios en una forma rápida y rentable, entre estas características:

³¹ Fuente: Acceso Inalámbrico Fijo. 2da Ed. Unión Internacional de Telecomunicaciones. Oficina de Radiocomunicaciones. 2001.

- **velocidad de implantación:** el acceso inalámbrico fijo puede ser instalado a un ritmo 5 a 10 veces superior aproximadamente que los sistemas de cobre equivalentes;
- **estructura del costo:** el costo del acceso inalámbrico es independiente de la distancia dentro de la zona de cobertura, la cual es particularmente importante en zonas de densidad relativamente baja donde las distancias entre usuarios son elevadas;
- **ventajas de la explotación:** los costos de explotación pueden reducirse ya que los sistemas de acceso inalámbrico no están sujetos a los problemas derivados de las averías físicas asociadas con los sistemas de cobre;
- **planificación y utilización de la capacidad:** la curva del costo de inversión asociada con los sistemas de acceso inalámbrico sigue más estrechamente el crecimiento de los abonados que en el caso de las redes filares es decir, la inversión puede realizarse por pasos más pequeños a medida que crece la población de clientes;
- **planificación del número de suscriptores:** los sistemas de acceso inalámbrico requieren una planificación de la red local mucho menos importante que en el caso de sistemas de cable.

Los sistemas de acceso inalámbrico son en general más tolerantes cuando un operador no dispone de un conocimiento detallado y preciso de la ubicación y densidad de los abonados. Esto resulta particularmente atractivo para los nuevos operadores de red en competencia, que no pueden conocer con seguridad el número exacto de abonados que encontrarán atractiva una oferta competitiva.

Sin embargo, los sistemas de acceso inalámbrico adolecen de ciertas desventajas:

- **limitaciones en la disponibilidad de espectro:** esta es una de las barreras más importantes que se encuentran en el despliegue de los sistemas de acceso inalámbrico en los países en desarrollo, puesto que la mayor parte de las frecuencias apropiadas pueden haber sido ya empleadas en usos alternativos;
- **restricciones en el ancho de banda por abonado:** que limita significativamente los servicios que pueden ofrecerse a los abonados;
- **ausencia de normas internacionales convenidas:** la falta de normas convenidas implica que cuando, en un medio, existen dos sistemas instalados de diferente índole, pero con alguna función en común, uno de los dos operadores pierde. Al no poder llegar a explotar cierta función en especial, no se puede llegar a devengar el costo de esta función.

A continuación se describen algunas de las tecnologías de acceso fijo inalámbrico, con el propósito de evaluarlas, dado el escenario descrito anteriormente, a fin de planificar el sistema de comunicaciones teniendo en cuenta tanto las necesidades de servicio como la funcionalidad y la capacidad de servicios futuros.

2.2.1 TECNOLOGÍAS DE SISTEMAS DE ACCESO FIJO INALÁMBRICO

Tecnología de un sistema de acceso fijo inalámbrico es un término muy amplio, se refiere al modo en que se aprovecha el espectro, al tipo de acceso múltiple, a la codificación de la señal, al procedimiento de autenticación de terminales e incluso al método de enfriamiento de los equipos. Pues si se consulta el significado literal de "tecnología", se encuentra que es un método en particular en que se usan los descubrimientos científicos. En esta sección se resume la tecnología que usan diferentes tipos de acceso inalámbrico en términos de: método de acceso al medio, tipo de modulación, banda de frecuencias que se usa y codificación de la señal.

2.2.1.1 Cable Inalámbrico *MMDS*³²

Acceso fijo inalámbrico *FWA* (*Fixed Wireless Access*) que opera en las bandas de 2,5 GHz a 2,7 GHz, y está destinado a ofrecer servicios de video similares a los de televisión por cable alámbrico. Por esta razón se conoce a *MMDS* como “cable inalámbrico”.

Con este tipo de acceso se pueden llegar a cubrir distancias de hasta 50 km desde la estación base. *MMDS* permite brindar acceso a altas velocidades a Internet y puede proporcionar velocidades de transmisión de datos de bajada (proveedor → usuario) próxima a los 10 Mbps.

Las ventajas de este tipo de acceso son las conexiones asimétricas y su fácil instalación, con una gran capacidad de cobertura en zonas poco pobladas o de difícil acceso.

Una debilidad de este sistema es que requiere línea de vista y su propagación se ve afectada por la lluvia, además es indispensable una combinación de canales de retorno telefónico para lograr la duplexación, porque *MMDS* es una tecnología únicamente con enlace de bajada, más no de subida.

Otro inconveniente es que es un sistema que no tiene normas internacionales convenidas.

En Ecuador según el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencia, la banda de 2,5 GHz – 2,686 GHz que está atribuida a los servicios FIJO, FIJO POR SATÉLITE (espacio tierra), MÓVIL salvo móvil aeronáutico, RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE, MÓVIL POR SATÉLITE (espacio tierra), operan los Sistemas *MMDS*.³³

Entre los fabricantes que utilizan tecnología *MMDS* en el mundo, se tiene:

- ADC Telecommunications Inc. <http://www.adc.com>

³² Fuente: Tecnologías de Acceso por Ermanno Pietrosémoli. Escuela Latinoamericana de Redes. Mayo 2002. *Multichannel Multipoint Distribution System* – Sistema de Distribución Multicanal Multipunto.

³³ NOTA del Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias EQA.205 del Plan Nacional de Frecuencias emitido por CONATEL en junio 2001.

- Andrew Corporation <http://www.andrew.ru>
- California Amplifier <http://www.calamp.com>
- Cisco Systems Inc. <http://www.cisco.com>
- Hybrid Networks Inc. <http://www.hybrid.com>
- Remec <http://www.remec.com>
- Third-Rail Technologies <http://www.thirdrail.com>
- Wi-LAN Inc. <http://www.wi-lan.com>

2.2.1.2 Bucle Inalámbrico *WLL*³⁴

FWA que opera en las bandas de 3,4 GHz a 3,7 GHz y está destinado para servicios de distribución multipunto y sistemas de punto-multipunto similares a los de telefonía celular fija, este tipo de acceso conecta a los suscriptores a la red pública conmutada mediante señales de radio. *WLL* está orientado para prestar servicios de telefonía fija en zonas rurales de difícil acceso.

Con este sistema se puede transmitir voz y datos sobre una misma plataforma, además de otros servicios de valor añadido dentro de una zona geográfica determinada. Con este sistema se pueden llegar a cubrir distancias de hasta 40 Km, con capacidad de integración con otros sistemas de acceso; alcanzando velocidades de transmisión de 64 Kbps con un ancho de banda de hasta 32 Kbps.

Las principales ventajas de este tipo de acceso son el crecimiento modular que permite costos de arranque bajos y una inversión ajustada al crecimiento del número de abonados, además se puede tener un despliegue rápido de la red.

Las principales desventajas, como en todo sistema inalámbrico, es la utilización del espectro electromagnético y el hecho de requerir de línea de vista.

En Ecuador, según el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencia, la banda 3,4 GHz – 3,7 GHz está atribuida a los servicios FIJO, FIJO POR

³⁴Fuente: Tecnologías de Acceso por Ermanno Pietrosémoli. Escuela Latinoamericana de Redes. Mayo 2002. *Wireless Local Loop* - Lazo Local Inalámbrico

SATÉLITE (espacio tierra), MÓVIL salvo móvil aeronáutico y operan los sistemas FWA.³⁵

Fabricantes que utilizan tecnología WLL en el mundo son:

- Aperto Networks <http://www.apertonet.com>
- Nortel Networks <http://www.nortelnetworks.com/fwa>
- SR Telecom Inc. <http://www.srtelecom.com>
- TRT/Lucent Technologies <http://www.lucent.com>

2.2.1.3 Bucle Inalámbrico LMDS³⁶

Acceso fijo inalámbrico que opera en las bandas de 28 GHz y 31 GHz, LMDS es un servicio de radio comunicaciones de banda ancha diseñado para brindar transmisión bidireccional de voz, datos y video a alta velocidad.

Se puede tener un alcance desde la estación base de 2 Km a 5 Km y además puede proporcionar velocidades de transmisión de datos de línea descendente (o de bajada) de hasta 1,5 Gbps y en línea ascendente (terminal → estación) de 200 Mbps.

Las ventajas de este tipo de acceso es que ofrece servicios inalámbricos bidireccionales de voz, datos y video de alta velocidad; su tipo de cobertura es celular, lo que da una gran ventaja de crecimiento a la red.

La debilidad, al igual que MMDS, es que requiere de línea de vista y no tiene normas internacionales convenidas.

La infraestructura que ocupa este acceso fijo es de red celular, lo que significa cobertura por celdas.

³⁵ NOTA del Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias EQA.210 del Plan Nacional de Frecuencias emitido por CONATEL en junio 2001.

³⁶ Fuente: Tecnologías de Acceso por Ermanno Pietrosémoli. Escuela Latinoamericana de Redes. Mayo 2002. *Local Multipoint Distribution Service – Servicio de Distribución Multipunto Local*

En Ecuador según el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencia en las bandas 27,5 – 28,35 GHz – 29,1 – 29,25 GHz está atribuida a los servicios FIJO POR SATÉLITE (tierra-espacio) y MÓVIL, operan los sistemas *LMDS*. En la Banda 31 – 31.3 GHz atribuida a los servicios FIJO y MÓVIL, operan los sistemas *LMDS*.³⁷

Algunos fabricantes que utilizan tecnología *LMDS* en el mundo son:

- Giganet Ltd. <http://www.giganet.co.il/>
- Netro Corp. <http://www.netro-corp.com>
- Nortel Networks <http://www.nortelnetworks.com/fwa>
- SpectraPoint Wireless LLC <http://www.spectrapoint.com>
- Triton Network Systems Inc. <http://www.tritonnetwork.com>
- WaveTrace Inc. <http://www.wavetrace.com>

2.2.1.4 Redes locales inalámbricas *WLAN*³⁸

Este tipo de redes se popularizaron gracias al establecimiento del estándar IEEE 802.11 en el año de 1997, según la Unión Internacional de Telecomunicaciones las redes de área local inalámbricas (*WLAN*) encajan y funcionan en el esquema de *FWA*, antes mencionado. Éstas tienen a su vez múltiples ventajas; la gran cantidad de fabricantes y masificación de los productos *WLAN* han permitido que estos sistemas alcancen costos muy accesibles.

Este tipo de soluciones son susceptibles a interferencias por operar en bandas que están designadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM). Los equipos de radiocomunicación que funcionen en estas bandas deben aceptar la interferencia perjudicial resultante de estas aplicaciones³⁹.

³⁷ NOTA del Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias EQA.245 del Plan Nacional de Frecuencias emitido por CONATEL en junio 2001.

³⁸ Fuente: Tecnologías de Acceso por Ermanno Pietrosémoli. Escuela Latinoamericana de Redes. Mayo 2002. *Wireless Local Area Network* – Red de Área Local Inalámbrica.

³⁹ NOTA del Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias S5.146 del Plan Nacional de Frecuencias emitido por CONATEL en junio 2001.

El Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencia además indica que, el uso de la banda 2,4 – 2,4835 GHz está atribuida a los servicios FIJO, MÓVIL y RADIOLOCALIZACIÓN, operan Sistemas de Seguridad Pública compartido con sistemas de Espectro Ensanchado (*Spread Spectrum*).

La banda de 5,580 – 5,725 GHz, atribuida al servicio de RADIOLOCALIZACIÓN, se comparte con los servicios FIJO y MÓVIL y operan Sistemas de Espectro Ensanchado.⁴⁰

En el Anexo 4 se presenta una introducción a los estándares 802.11 a y b.⁴¹

Para nuestro país existe reglamentación para su explotación por lo tanto se debe hacer una solicitud de aprobación de operación de sistemas de espectro expandido (ver Anexo 3: formulario para solicitar la aprobación de operación de sistemas de espectro ensanchado).⁴²

Fabricantes que utilizan tecnología WLAN en el mundo son:

- Intel Corporation <http://www.intel.com/network/wireless>
- Proxim Inc. <http://www.proxim.com>
- Wi-LAN Inc. <http://www.wi-lan.com>
- Xilinx Inc. <http://www.xilinx.com>
- Cisco <http://www.cisco.com>

2.2.2 TECNOLOGÍAS DE SISTEMAS DE ACCESO FIJO INALÁMBRICO DISPONIBLES EN EL MERCADO

Los siguientes sistemas tienen arquitectura punto multi-punto y se presentan como solución para el presente proyecto. La cantidad de la información

⁴⁰ NOTA del Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias EQA.215 del Plan Nacional de Frecuencias emitido por CONATEL en junio 2001.

⁴¹ Se recomienda la tesis de Ricardo Patricio Salazar Jijón en la cual se estudia a profundidad el estándar, se titula Solución *Spread Spectrum* Para Una Red Móvil de Datos en Áreas Abiertas del Campus Politécnico.

⁴² Este formulario ha sido anexado, a modo de información general, dado que la tecnología que se sugiere en el proyecto es de espectro ensanchado, como se ve más adelante.

presentada en las siguientes secciones concuerda con la facilitada por el fabricante.

2.2.2.1 Tecnología de Aperto Networks⁴³

Aperto Networks usa métodos propios desarrollados por la compañía en su mayoría. En términos técnicos, es uno de los sistemas más avanzados que se pueden encontrar en funciones de *MAC*⁴⁴. Las características generales de la tecnología son las siguientes:

- Opera en las bandas de 2,5 – 2,686 GHz; 3,3 – 3,7 GHz; 5,25 – 5,35 GHz; y, 5,725 – 5,825 GHz
- Modulación dinámica⁴⁵ *QPSK* y *16 QAM*⁴⁶
- Ancho del canal de 1 a 7 MHz
- Acceso al medio múltiple por división de tiempo (*TDMA*⁴⁷)
- Duplexación por división de tiempo adaptiva (*ATDD*⁴⁸)
- Potencia de salida dinámica del transmisor de hasta 30dBm
- Codificación dinámica (*Reed Salomon FEC*⁴⁹)
- *ARQ*⁵⁰ en ambas direcciones
- Soporta calidad de servicio
- Antenas con diversidad espacial y de polarización
- Velocidad de datos máxima del punto de acceso: 20Mbps sobre un canal de 6MHz

⁴³ Fuente: Aperto Networks, Milpitas, California, www.apertonet.com.

⁴⁴ *MAC: Media Access Control.*

⁴⁵ Dinámica: Quiere decir que es un parámetro normalmente cambiante durante el funcionamiento del sistema. A diferencia de otros sistemas en los que el parámetro se configura al instalar en enlace y permanece fijo.

⁴⁶ *QPSK: Quadrature Phase Shift Keying. QAM: Quadrature Amplitude Modulation.* Métodos de modulación. Lectura recomendada: Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Tomasi Wayne, 1996.

⁴⁷ *TDMA: Time Division Multiple Access.*

⁴⁸ *TDD: Time Division Duplexing. ATDD: Adaptive Time Division Duplexing.*

⁴⁹ *FEC: Forward Error Correction.* Corrección de errores hacia adelante. Método de redundancia, que mediante un algoritmo inserta bits redundantes en la información. Se caracteriza porque al momento de procesar el algoritmo inverso es posible decodificar la información exitosamente, aún en caso de recibir unos pocos bits errados.

⁵⁰ *ARQ: Automatic Repeat reQuest:* Protocolo de red en el cual los paquetes son transmitidos a la vez que un contador inicia su cuenta. En caso de no recibir acuse de recibo antes de que el contador expire, se ejecuta una retransmisión automática.

La tecnología que usa Aperto Networks permite reducir la interferencia en un ambiente multicelda, debido a que la potencia de transmisión de ráfagas dirigidas a terminales es una función de la atenuación del enlace entre el punto de acceso y el terminal, esta tecnología ha sido llamada *OptimaLink*, la potencia variable automática permite aumentar el área de cobertura y disminuir la interferencia intercelda. El acceso al medio es *TDMA RapidBurst*, una tecnología que designa ranuras (*slots*) de tiempo a cada terminal en función de la tasa de tráfico presente.

En los accesos inalámbricos existe una mayor cantidad de variables que intervienen en la calidad del enlace, esto hace necesario que se tomen medidas ante la pérdida de paquetes de datos, la ventaja de usar el protocolo *ARQ* es que aumentan las probabilidades de entregar datos válidos si es que estos se han perdido por algún motivo sin llegar completos al receptor, se evita que capas superiores tengan que pedir la retransmisión de los datos generando demoras y aumento de tráfico ocasional.

La figura 2.7 indica como al existir una cierta tasa de error de paquetes *ARQ* mejora la velocidad efectiva de datos a pesar de haber varias retransmisiones. El sistema de Aperto controla el largo de los paquetes fragmentándolos en pedazos más pequeños cuando las condiciones del enlace son desfavorables.

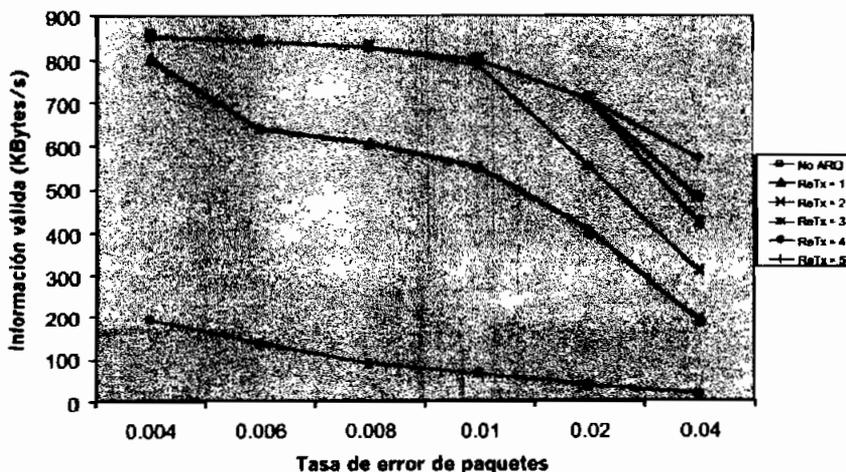


Figura 2.7 Velocidad de información válida entregada con y sin *ARQ* en función de la tasa de error de paquetes

El sistema intercambia automáticamente entre modulación *QPSK* y *16 QAM* según las condiciones del enlace (atenuación y velocidad requerida), esta función permite ganar de 7 a 8 dB en el margen de operación, extiende el área de cobertura y reduce la interferencia intercelda. Los usuarios más lejanos se comunican con modulación *QPSK*, mientras que los más cercanos se enlazan con modulación *16 QAM* aprovechando de mejor manera el espectro radioeléctrico.

Una de las principales ventajas de *ATDD* en una red *IP* es que el ancho de banda del enlace de subida y del enlace de bajada puede ser ajustado dinámicamente para acomodarse a los cambios de patrones de tráfico. Esto disminuye dramáticamente el tiempo de latencia⁵¹ de la red. *ATDD* permite aprovechar al máximo la capacidad del punto de acceso. Con *TDD* no se requieren dos frecuencias separadas para el enlace de subida y de bajada, lo que facilita el mantenimiento.

El sistema cambia automáticamente la codificación entre dos niveles de *FEC* que permiten incrementar el margen de operación de 2dB a 3dB. Debido a que *FEC* disminuye la velocidad efectiva del enlace, se usa alta redundancia únicamente en los primeros paquetes de datos, antes de aplicar la modulación dinámica.

En la figura 2.8 se ve cómo se comporta la velocidad de datos efectiva normalizada en función del margen de operación o relación señal a ruido en decibeles para el sistema de Aperto Networks. Los diferentes niveles de modulación y codificación pueden ordenarse de mayor a menor velocidad y de menor a mayor robustez del enlace correspondientemente:

1. *16 QAM*, bajo *FEC*
2. *16 QAM*, alto *FEC*
3. *QPSK*, bajo *FEC*
4. *QPSK*, alto *FEC*

⁵¹ Tiempo de circulación de un paquete de datos en la red.

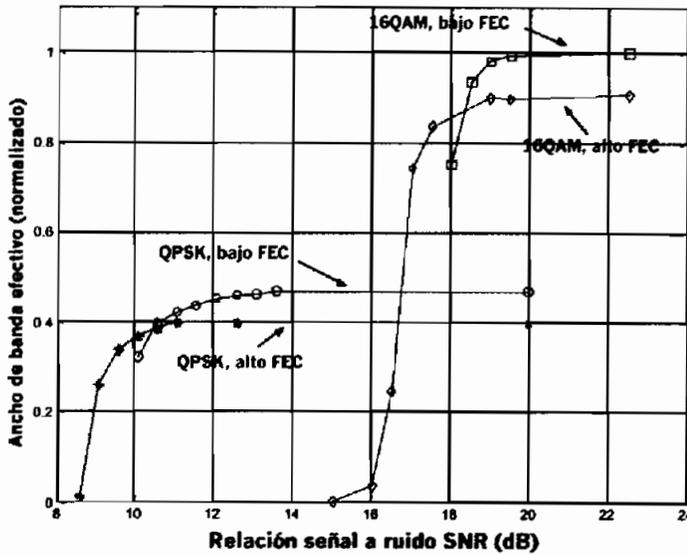


Figura 2. 8 Ancho de banda efectivo (normalizado) en función de la relación señal a ruido SNR .

En los distintos tipos de modulación y codificación enumerados arriba, se puede notar que el nivel 1 tiene la máxima velocidad efectiva, pero es la primera en caer en rendimiento a medida que SNR decrece. Recíprocamente, el nivel 4 tiene la mayor capacidad de mantener el enlace a medida que SNR disminuye, pero tiene la menor fracción de velocidad efectiva. Un sistema que no tiene este tipo de adaptación está forzado a operar en uno de los niveles anteriores, siendo los extremos:

- Nivel 1, tiene la máxima velocidad efectiva de datos, pero su cobertura está limitada a usuarios con buen margen de operación (usuarios cercanos, usuarios alejados con línea de vista).
- Nivel 4, tiene la mayor cobertura, pero la velocidad efectiva de datos, es menos de la mitad de lo que se podría (soporta usuarios lejanos, usuarios con línea de vista obstruida).

La tecnología empleada por Aperto Networks mide permanentemente el margen de operación del enlace y hace trabajar al sistema dentro de uno de los puntos marcados en la figura 2.9. Esto maximiza el área de cobertura y, a la vez, la velocidad efectiva de datos de aquellos terminales que tengan buen

margen de operación, o, visto desde otro punto de vista, aumenta la capacidad de usuarios del punto de acceso.

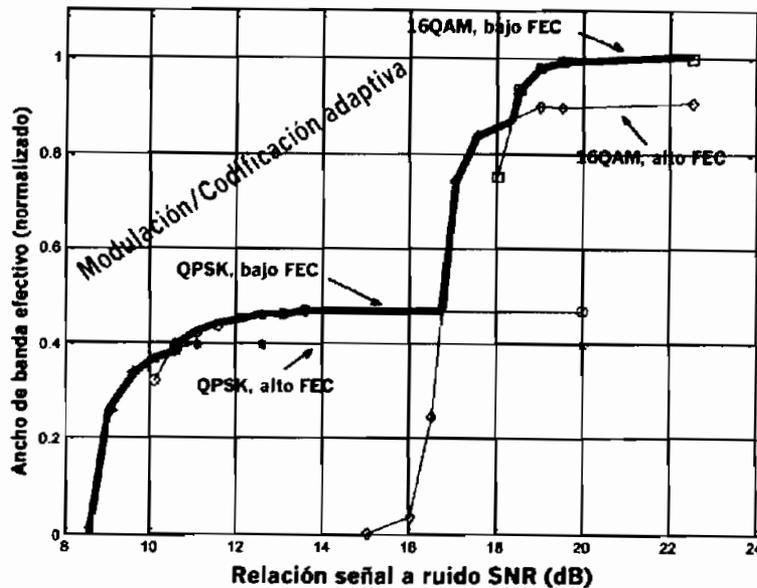


Figura 2. 9 Línea de operación usando modulación-codificación adaptativa.

El sistema de Aperto Networks incluye software de administración de usuarios, éste permite tres clases de servicio:

- Tasa de bits constante (*Constant Bit Rate*), recomendable para tráfico de voz o video.
- Tasa de información comprometida (*Committed Information Rate*), apropiado para usuarios residenciales y negocios, en la cual se compromete a servir con cierta velocidad de datos mínima.
- Mejor esfuerzo (*Best Effort*), para usuarios que no requieren un ancho de banda mínimo garantizado, las aplicaciones típicas son: transferencia de archivos, navegación, e-mail, etc.

Para mayores detalles referirse al Anexo 2.

2.2.2.2 Tecnología de Remec⁵²

El sistema Excel Air de Remec Inc. Soporta varios esquemas fijos de modulación, tiene corrección de errores hacia delante, la potencia de transmisión del punto de acceso es fija y usa canales divididos para el enlace de subida y el enlace de bajada. Las características generales de la tecnología son las siguientes:

- Opera en las bandas de 3,4 – 3,6 GHz
- Modulación 64 QAM, 16 QAM o QPSK para el punto de acceso.
- Ancho del canal: de 1,75MHz a 7MHz
- Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA)
- Duplexación por división de frecuencia (FDD⁵³)
- Potencia de salida del transmisor de hasta 47dBm para el punto de acceso, y hasta 25 dBm para los terminales
- Codificación (Reed Salomon)
- Soporta calidad de servicio
- Velocidad de datos máxima del punto de acceso: de bajada desde 36,5 Mbps con modulación 64 QAM, hasta 6,1 Mbps con modulación 16 QAM; de subida desde 2,6Mbps con modulación QPSK hasta 20,5Mbps con modulación 16 QAM. Para un solo módem
- Antenas con polarización vertical u horizontal

En cuanto a escalamiento del sistema Excel Air, éste incorpora antenas sectorizadas con amplitud del haz de 60°, cada una de las cuales responde a una tarjeta de radio en el punto de acceso. El punto de acceso soporta hasta 6 tarjetas de radio y 6 tarjetas de módem, esto es, el sistema puede crecer tanto en cobertura como en ancho de banda sectorizado.

⁵² Fuente: REMEC Inc., Buckeye Drive, Milpitas, CA 95035, USA., www.remec.com.

⁵³ FDD: *Frecuency Division Duplexing*.

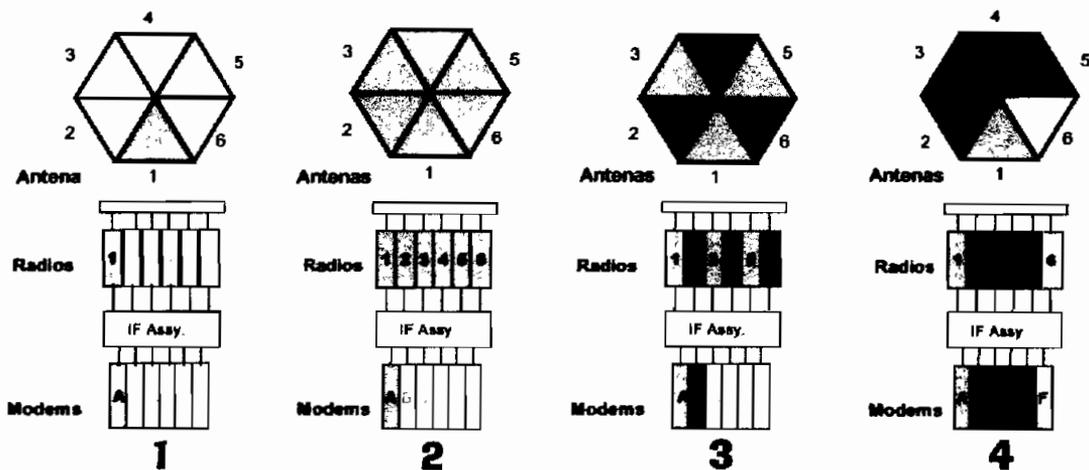


Figura 2. 10 Escalamiento de un punto de acceso del sistema ExcelAir.

En la figura 2.10 se pueden ver los siguientes supuestos:

1. Un sector usando una tarjeta de módem y una tarjeta de radio en el punto de acceso.
2. La cobertura ha sido ampliada añadiendo tarjetas de radio hasta alcanzar seis tarjetas. Los seis sectores indicados en la figura comparten el mismo ancho de banda.
3. Se amplía en ancho de banda al doble añadiendo una tarjeta de módem.
4. Se alcanza la máxima capacidad del punto de acceso, dada por seis tarjetas de radio y seis tarjetas de módem.

Para mayores detalles referirse al Anexo 2.

2.2.2.3 Tecnología de Intel Pro Wireless Lan⁵⁴

La tecnología de Intel en sus productos *Intel Pro Wireless Lan* opera sobre uno de 11 canales en la banda de 2,4 GHz, se basa en los estándares 802.11b, 802.3, 802.1H y 802.1d de la *IEEE*⁵⁵. Las características generales de la tecnología son las siguientes:

- o Opera en la banda de 2,4 GHz

⁵⁴ Fuente: Intel Corp., <http://support.intel.com/sites/support>.

⁵⁵ *IEEE*: Asociación Internacional de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

- Modulación⁵⁶: *DBPSK* a 1Mbps, *DQPSK* a 2Mbps, *CCK* a 5.5 y 11Mbps
- Ancho de banda: 11 MHz
- Acceso múltiple y duplexación⁵⁷ por detección de portadora con prevención de colisiones (*CSMA/CA*⁵⁸)
- Potencia de salida del transmisor típica: 18 dBm
- Sin encriptación, privacidad por encriptación⁵⁹ de 40 bits o 120 bits
- Dos antenas incorporadas con diversidad espacial en el punto de acceso
- Velocidad de datos máxima del punto de acceso: 11Mbps

Para mayores detalles referirse al Anexo 2.

2.2.2.4 Tecnología de Proxim⁶⁰

La línea de productos Orinoco de Proxim Inc. incluye tarjetas de red y puntos de acceso bajo los estándares 802.11 a y b. Este sistema puede funcionar bajo ciertos parámetros de tecnología propietarios patentados, no considerados dentro de 802.11 a/b. Las principales características de la tecnología son las siguientes:

- Opera en las bandas: 5,15 a 5,85 GHz con 802.11a; y 2,4 a 2,84 GHz con 802.11b
- Modulación: *OFDM*⁶¹ (64 QAM, 16 QAM, *QPSK*, *BPSK*⁶²) en 802.11a; *DSSS* (*CCK*, *DQPSK*, *DBPSK*) en 802.11b
- Ancho de banda: 20 MHz (contiene 52 subportadoras que se transmiten a la vez)

⁵⁶ *DBPSK*: *Differential Binary Phase Shift Keying*. *DQPSK*: *Differential Quaternary Phase Shift Keying*. *CCK*: *Complementary Code Keying*. Son distintos esquemas de modulación. Lectura recomendada: WAYNE, Tomasi. *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. Prentice Hall Hispano América S.A. 1996.

⁵⁷ Duplexación: Método por el cual la comunicación es bidireccional.

⁵⁸ *CSMA/CA*: *Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance*.

⁵⁹ Encriptación: Proceso por el cual la información es transformada con el fin de mantener ésta en privado. La posibilidad de encriptar la información y de desencriptarla para obtenerla en su formato original depende de tener la llave correcta, la llave está compuesta por un cierto número de bits. La información encriptada no es interpretable para terminales ajenos que no poseen la llave y algoritmo indicados.

⁶⁰ Fuente: Proxim Inc., E. E. U. U., www.orinocowireless.com.

⁶¹ *OFDM*: *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*

⁶² *BPSK*: *Binary Phase Shift Keying*

- Acceso múltiple y duplexación por detección de portadora con prevención de colisiones (*CSMA/CA*⁶³) con *ACK*
- Potencia de salida del transmisor: hasta 170 mW en 802.11a, hasta 560 mW en 802.11b de *PIRE*⁶⁴
- Encipción: 64, 128 y 152 bits.
- Hasta dos tarjetas Orinoco en el punto de acceso con facilidad de conexión a antena externa
- Con tecnología propietaria *Proxim 2X™* se logran velocidades de 12, 18, 24, 36, 48, 72, 96 y 108Mbps sobre la banda de 5,15 a 5,85 GHz.
- *TurboCell™*, un protocolo a nivel de radio que permite la operación en exteriores, compuesto por un parche (*firmware*) en el punto de acceso y un programa (*software*) a nivel de usuario.

Una característica interesante, no contemplada en los estándares 802.11, corresponde al hecho de que los equipos Proxim Orinoco pueden trabajar en exteriores, la característica (o *feature* como lo llaman en inglés) *TurboCell* puede ser cargada en el Punto de Acceso por el fabricante al momento de la compra de los equipos, esta característica crea un “túnel” de comunicación entre el Punto de Acceso y el usuario y elimina casi por completo las colisiones⁶⁵.

Para mayores detalles referirse al Anexo 2.

2.2.2.5 Tecnología de Netro Corporation⁶⁶

El sistema *AirStar™ Radio System* de Netro Corporation tiene control de potencia automático, al igual que el sistema de Aperto Networks, está diseñado para sectorizar celdas cada 90°. Las principales características de la tecnología son las siguientes:

⁶³ *CSMA/CA: Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance.*

⁶⁴ *PIRE: Potencia Isotrópica Radiada Equivalente*

⁶⁵ Mayor información al respecto de operación en exteriores con equipos Orinoco: Proxim Inc., Rodrigo Ríos, rrios@proxim.com, Telf. 00 1 954 294 1023.

⁶⁶ Fuente: Netro Corporation, San Jose, California, www.netro-corp.com.

- Opera en la banda de 27,5 a 29,5 GHz
- El formato de modulación es 4 QAM
- Ancho del canal de 14 o 16 MHz
- Velocidad de datos del punto de acceso: 16Mbps
- Acceso múltiple al medio: No especifica
- Duplexación por división de frecuencia
- Potencia de salida dinámica del transmisor de hasta 20dBm
- Codificación: no especifica

Para más detalles consultar el Anexo 2.

2.3 ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

“Tecnología es un método particular que la ciencia utiliza para propósitos prácticos”⁶⁷, en otras palabras tecnología es la manera o la forma de hacer algo con fines prácticos, en el caso presente, el fin es un medio de acceso inalámbrico a la red de Internet y se puede lograr con diferentes tecnologías que estos fabricantes de equipos de diversas marcas proponen, lo que significa que al evaluar varios aspectos que involucran a cada uno de ellos, lo que se estaría evaluando realmente es la tecnología. Es por esto que se habla de evaluación de tecnologías y *ranking* de equipos, como se ve más adelante.

Al momento de elegir, primero se exponen varios sistemas alternativos, con las características más sobresalientes que éstos ofrecen, algunos con tecnologías propias, iguales o similares al menos, luego se establecen parámetros y criterios de juicio con los cuales se comparan las soluciones mediante uno o varios métodos, en este caso se escogió el Método del Ranking.

⁶⁷ Cambridge Dictionary of American English 1995.

2.3.1 EL MÉTODO DEL RANKING⁶⁸

El método del ranking es muy usado por consultoras de evaluación de empresas, equipos, instituciones financieras y muy conocido por todos los analistas en el mercado.

Consiste en ordenar las diferentes opciones a evaluar bajo diferentes criterios; por ejemplo, si se escogiera entre los siguientes alimentos el más adecuado para cargar en un bolso durante un largo paseo, además del agua.

Opción (250g de) CRITERIO	Chocolates	Galletas	Manzanas
Contenido calórico <i>Posición</i>	1333 cal 1	1200 cal 2	1100 cal 2
Duración <i>Posición</i>	40 días 1	40 días 1	15 días 2
Proteínas y antioxidantes <i>Posición</i>	Medio 2	Bajo 3	Alto 1
Costo <i>Posición</i>	\$2,08 3	\$1,00 1	\$1,20 2
Tamaño <i>Posición</i>	Pequeño 1	Mediano 2	Mediano 2
Suma posiciones	8	9	10
Orden final	1	2	3

Tabla 2.3 Ejemplo de *ranking*

En este ejemplo se selecciona al alimento más energético, barato, durable y fácil de llevar para un viaje.

Primero se ordena en posiciones todos los criterios, del más favorable al menos favorable, y luego se suman, el resultado es un valor arbitrario adimensional, que indica la validez de la opción. En general el valor más bajo representa la mejor opción con respecto de los criterios mediante los cuales éstas fueron evaluadas. Mientras más criterios se añaden, más real será el resultado en términos de conveniencia comparativa de las opciones.

Al final del análisis, en el ejemplo de la tabla 2.3 debe interpretarse los resultados de la siguiente manera: 250g de chocolate son la opción más

⁶⁸ Referirse a la revista América Economía N° 260, sección Metodología, página 50, artículo "Así se hace el Ranking", en el cual se encuentra un claro ejemplo del método. En este número de la revista también se hace rankings en otros artículos.

conveniente según los criterios de evaluación, le siguen las galletas y al final las manzanas.

Es muy común ver *rankings* de productos de tecnología, como monitores o tarjetas de video en revistas (*PCWorld* u otras), así también, el *ranking* de todos los bancos del Ecuador capturado por la revista EKOS, el ranking de los países según la revista *The Economist*, etc. Éste método de *ranking* está muy difundido como una herramienta de rápida comparación.

Para realizar análisis más completos y complejos se puede encontrar subcategorías dentro de cada criterio y aplicar ponderaciones o pesos a cada uno de los criterios. Según los analistas de Capital S. A.⁶⁹, empresa que publica la revista EKOS en Ecuador, el método se considera imparcial y equilibrado, cuando las variables no son ponderadas, sino que, simplemente son ordenadas en posiciones y sumadas, de otro modo alguien podría pensar que se ha influido de cierta manera en los resultados.

2.3.2 OPCIONES A EVALUAR

Las opciones a evaluarse son todas sistemas propios de las tecnologías de acceso fijo inalámbrico *FWA* expuestas en la sección 2.2.2, debido a que estos sistemas se encuentran en el mercado y proveen una solución para el proyecto.

2.3.3 DIAGRAMA GENERAL DE LA RED

El diagrama general de la red se presenta en la figura 2.10, los dos componentes principales son:

- Equipos de usuario, aquí se agrupa la antena, la fuente de voltaje, el radio-módem, el interfaz de red, los programas del usuario. Algunas de estas partes podrían presentarse dentro de un mismo dispositivo.

⁶⁹ Capital S. A., empresa propietaria de la revista EKOS en el Ecuador, cuenta con un equipo de investigación para sus publicaciones. Localidad: Quito - Ecuador

- Punto de acceso, incorpora antenas, unidad de radio, módem, fuentes de voltaje, equipo y programas de administración de cuentas, monitoreo, y adicionales necesarios.

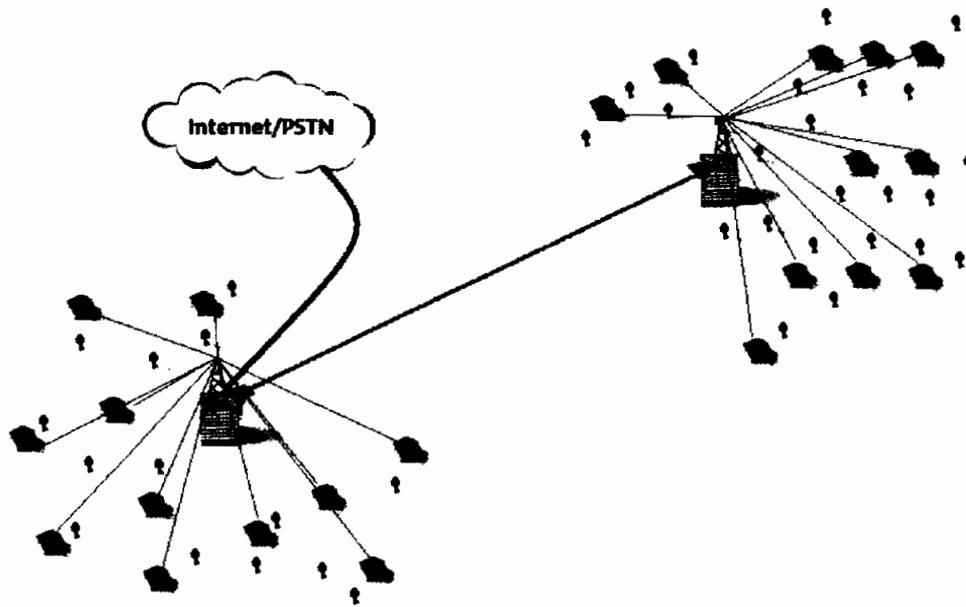


Figura 2. 11 Diagrama General de la Red

2.3.4 EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

A continuación se hace una evaluación de las tecnologías expuestas en el numeral 2.2.1 y 2.2.2.

Tecnología	Banda de operación	Cobertura	Número de usuarios	Permisos
MMDS	2,5 GHz-2,7 GHz	50km	*	No
WLL	3,4 GHz-3,7 GHz	40km	*	No
LMDS	28 GHz-31GHz	2km-5km	*	No
WLAN	2,4 GHz-2,8435 GHz 5,15 GHz -5,25 GHz 5,25 GHz -5,35 GHz 5,725 GHz -5,82 GHz	91m	250	Sí
APERTO	2,5 GHz -2,686 GHz 3,3 GHz -3,7 GHz 5,25 GHz -5,35 GHz 5,725 GHz -5,875 GHz	18,7km-42km	1.000-4.000	Sí
REMEC	3,4 GHz-3,6 GHz	16km	500-3.000	No
PROXIM outdoor	2,4 GHz -2,8435 GHz 5,15 GHz -5,25GHz 5,25 GHz -5,35GHz 5,725 GHz -5,82GHz	550m-1km	250-500	Sí
NETRO	24,549 GHz -24,997 GHz 25,557 GHz -26,005 GHz 27,5485 GHz -27,9965 GHz 28,5565 GHz -29,0045 GHz	13km-41km	1.000	No

* Desde cientos a miles de usuarios, en general, son sistemas ampliables.

Tabla 2. 4 Evaluación de tecnologías

MMDS, WLL, LMDS y la tecnología de Remec son soluciones que no pueden ser consideradas para el proyecto en cuestión, dado que la normativa vigente no otorga permisos de operación en las bandas de frecuencia descritas en la tabla 2.4.

Según el cuadro nacional de atribución de frecuencias⁷⁰, las tecnologías WLAN y la tecnología de Proxim *outdoor* pueden trabajar en las bandas de 2,4GHz a 2,4835GHz y de 5,725 a 5,85GHz, y la tecnología de Aperto Networks puede trabajar en la banda de 2,5GHz a 2,686GHz.

Según la cobertura, se puede ver que de usarse la tecnología de Aperto (de 18,7 a 42km), se tendría un sistema sobredimensionado, mientras que usando WLAN (91m) el número puntos de acceso que debería implantarse para el escenario (véase sección 3.1.1) que se tiene sería demasiado alto. Es

⁷⁰ Plan Nacional de Frecuencias, EQA.195, EQA.215.

importante tener en cuenta también, que las tecnologías WLAN usan acceso múltiple por detección de portadora, lo cual no es apropiado en ambientes exteriores, pues aumenta el número de colisiones y disminuye el rendimiento de la red.

En primera instancia la tecnología *Proxim outdoor* se presenta como la más indicada para el proyecto, dada el área de cobertura, la frecuencia de funcionamiento y el número de usuarios.

Para validar la evaluación anterior y obtener un resultado imparcial se procede a hacer un *ranking* de sistemas que utilizan estas tecnologías.

2.3.5 ASPECTOS A EVALUARSE

Los aspectos son los rasgos particulares que posee cada una de estas tecnologías siendo diferentes o similares entre una y otra opción, mientras más sea la cantidad de aspectos que se tome en cuenta, mas imparcial será la elección y se obtendrá un mejor resultado del *ranking*.

El método de selección, considera los siguientes aspectos a evaluarse individualmente en cada tecnología: aspectos técnicos son aquellos donde están involucrados características, parámetros, métodos de acceso, protocolos, etc.; aspectos de calidad son el soporte técnico y la garantía que cada uno ofrece a los clientes; aspectos económicos se refieren a los costos de equipos y costos de operación; aspectos externos son los referentes a la disponibilidad de espectro electromagnético. A continuación se presenta una lista detallada de los aspectos y las subcategorías de éstos, que se evaluarán:

2.3.5.1 ASPECTOS TÉCNICOS

- AUTO AJUSTE DE VELOCIDAD
- ANCHO DE BANDA
- ARQUITECTURA
- COBERTURA O ALCANCE
- COMPATIBILIDAD CON OTROS FABRICANTES

- CORRECCIÓN DE ERRORES
- ENCRIPCIÓN
- ENLACE SIN LÍNEA DE VISTA⁷¹
- ESCALABILIDAD
- ESTÁNDARES SOPORTADOS
- FACILIDAD DE ADMINISTRACIÓN Y CONFIGURACIÓN
- PLATAFORMAS EN SISTEMAS OPERATIVOS
- FRECUENCIA DE OPERACIÓN
- INTERFACES DE PUNTO DE ACCESO
- INTERFACES DE USUARIO
- MÉTODO DE ACCESO
- MODULACIÓN
- NÚMERO DE CANALES
- NÚMERO DE USUARIOS POR PUNTO DE ACCESO
- PRESTACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO
- PROTOCOLOS Y SERVICIOS SOPORTADOS
- REDUNDANCIA
- VELOCIDAD DE DATOS
- ALIMENTACIÓN EQUIPO DE USUARIO
- ALIMENTACIÓN PUNTO DE ACCESO
- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL EQUIPO DE USUARIO
- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL EQUIPO DE ACCESO

2.3.5.2 ASPECTOS DE CALIDAD

- GARANTÍA DE EQUIPOS
- SOPORTE DE FABRICANTE

2.3.5.3 ASPECTOS ECONÓMICOS

- COSTO DE PUNTO DE ACCESO

⁷¹ Significa si el sistema tiene o no capacidad de funcionar con terminales sin línea de vista o línea de vista obstruida.

- COSTO DE EQUIPO DE USUARIO
- COSTO DE OPERACIÓN (ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO)

2.3.5.4 ASPECTOS EXTERNOS

- DISPONIBILIDAD DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Los siguientes cuadros muestran información acerca de los sistemas evaluados y los conjuntos de características que poseen. Adicionalmente se hace una descripción del proceso a seguir en el caso de que se quiera entender un poco más a fondo el proceso, cómo seleccionar una u otra tecnología por el método del ranking, método muy utilizado a nivel mundial y reconocido como imparcial al momento de realizar una selección de acuerdo a las variables o aspectos presentes. En este proyecto se han escogido cuatro aspectos que son fundamentales como son los aspectos técnicos, de calidad, económicos y los externos.

2.3.6 RANKING DE EQUIPOS

	APERTO	EXCELAIR	INTEL PRO WLAN	ORINOCO	NETRO
ASPECTOS TÉCNICOS					
AUTO AJUSTE DE VELOCIDAD	*	*	SI	SI	*
ALIMENTACIÓN EQUIPO DE USUARIO	100/240VAC; 47-63Hz; 30W	120/240VAC	3.3VDC	3.3VDC	*
ALIMENTACIÓN PUNTO DE ACCESO	85/265VAC; 40/80VDC; 47- 63Hz; 360W	-48VDC;35A	100/230VAC	100/240VAC; 47- 63Hz; 9V/1.1A	*
ANCHO DE BANDA	1-1.75-3.5-4.5-6-7 MHz/CANAL	1.75-7 MHz/CANAL	20MHz	20 MHz	14/28MHz/CANAL
ARQUITECTURA	PUNTO MULTIPUNTO	PUNTO MULTIPUNTO	Ad-hoc; PUNTO MULTIPUNTO	Ad-hoc; PUNTO MULTIPUNTO	PUNTO MULTIPUNTO
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL EQUIPO DE USUARIO	(3.8;16.8;23.1)cm PESO 1kg	(35.35;12.7)cm PESO 4.53kg	(16.8;7)cm PESO 0.091kg	(16.8;7)cm PESO 0.14kg	(29.4;16.4;21.6)cm PESO 4.3kg
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL PUNTO DE ACCESO	(41.9;13.3;45.7)cm PESO 17kg	(35.35;12.7)cm PESO 4.53kg	(14.22;21.84;8.38)cm PESO 0.75kg	(7;17.5;14.5)cm 0.50kg	(32;32;18)cm PESO 4.81kg
COBERTURA O ALCANCE	2.5GHz-18.7km 3.5GHz-16.9km 5.8GHz-42km	16km	91m	550m	26GHz-13km 28GHz-41km
COMPATIBILIDAD CON OTROS FABRICANTES	NO	NO	WI-FI	WI-FI	NO
CORRECCIÓN DE ERRORES	FEC, ARQ	FEC REED SOLOMON	*	*	*
ENCRIPCIÓN	DES: 56-112- 168bit	*	WEP: 64.128bit	RC4: 128bit; WEP: 64bit	*
ENLACE SIN LÍNEA DE VISTA	NO	NO	SI	SI	NO
ESCALABILIDAD	SI	SI	SI	SI	SI
ESTÁNDARES SOPORTADOS	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q,	IEEE 802.3, IEEE 802.3u IEEE 802.1Q,	IEEE 802.3af, IEEE 802.1x, IEEE 802.1H IEEE 802.11a; IEEE 802.11b,	IEEE 802.3, IEEE 802.1D, IEEE 802.1x, IEEE 802.11a, IEEE 802.11b,	*
FACILIDAD DE ADMINISTRACIÓN Y CONFIGURACIÓN	SNMP, MIB II, WEB BROWSER	SNMP, MIB II	SNMP V2, MIB II, WEB BROWSER	SNMP, MIB II, WEB BROWSER; ORINOCO MIB; Telnet/CLI	SNMP, MIB II
PLATAFORMAS EN SISTEMAS OPERATIVOS	Windows 98/2000 PROFESIONAL; LINUX	*	Windows 98SE; ME; 2000; XP	Windows 95/98/98SE/ME/NT/XP	Windows NT SOLARIS
FRECUENCIA DE OPERACIÓN	2.5-2.666 GHz 3.3-3.7 GHz satios 1MHz 5.25-5.35 GHz 5.725-5.875 GHz	3.4/3.8GHz	2.4.2.8435 GHz 5.15-5.25GHz 5.25-5.35GHz 5.725-5.82GHz	2.4.2.8435 GHz 5.15-5.25GHz 5.25-5.35GHz 5.725-5.82GHz	24.549-24.997 GHz 25.557-26.005 GHz 27.5485-27.9965 GHz 28.5565-29.0045 GHz
INTERFACES DE PUNTO DE ACCESO	10/100MHz BASE- T ETHERNET; RJ45 RS232; DB9 RADIO; BNC; F	10/100MHz BASE-T ETHERNET; RJ45 HP Auto-DMDX	10/100MHz ETHERNET; RJ45	10/100MHz ETHERNET; RJ45 2 slots Cardbus para radio NIC; RS232; DB9	*
INTERFACES DE USUARIO	10/100MHz BASE- T ETHERNET; RJ45 PUERTO IF; F LONG. 50-100m	10/100MHz ETHERNET; RJ45	10/100MHz ETHERNET; RJ45 ADAPTADOR PCI	10/100MHz ETHERNET; RJ45 ADAPTADOR PCI	*
MÉTODO DE ACCESO	TDMA/TDD	TDMA/FDD	CSMA/CA; OFDM; DSSS	TDMA - CSMA/CA- ACK; OFDM	*
MODULACIÓN	QPSK, 16 QAM	64 QAM; 16 QAM; QPSK	BPSK; QPSK; 16 QAM; 64 QAM	CCK; DQPSK; DBPSK 64 QAM; 16 QAM; QPSK; BPSK	16 QAM
NÚMERO DE CANALES			11-13-14		*
NÚMERO DE USUARIOS POR PUNTO DE ACCESO	100	500SECTOR HASTA 8 SECTORES		250CELDA	25/SECTOR
PRESTACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO	CBR, CIR, BE	QoS; SLA	QoS		*
PROTOCOLOS Y SERVICIOS SOPORTADOS	IP ROUTING RIPv2, VLSM, CIDR, DHCP, VLAN, Bridge, PPPoE	IP ROUTING RIPv2	IP; VLAN; Telnet; DHCP; TFTP; PPP; HTTP	IP; VLAN; Telnet/CLI; mAC address control; TFTP; DHCP; Bridge MIB; ORINOCO traps	*
REDUNDANCIA	FUENTE; VENTILACIÓN CONECTORES DE FUENTE	*	*	*	*
VELOCIDAD DE DATOS	20Mbps; 14Mbps throughput	64 QAM- 9.1/36.5Mbps 16 QAM- 6.1/24.3Mbps QPSK- 2.6/10.2Mbps	1/2/5.5/11Mbps 54Mbps; 6Mbps	1/2/5.5/11Mbps AP 6/9/12/18/24/36/48/ 54/96/72/54/108Mbps usuario	26Mbps; 14Mbps

* Información no encontrada o no facilitada por el fabricante.

Tabla 2. 5 Características Principales de Aspectos Técnicos

Cada puntaje ha sido asignado según las siguientes reglas:

- Se han ordenado de menor a mayor en función de los recursos que cada característica consume sean estos técnicos o económicos.
- Se han ordenado de menor a mayor según las funciones adicionales y la versatilidad que cada característica ofrece.
- Si el fabricante no proporciona información de alguna característica, se le ha asignado el mayor de los puntajes.

La tabla 2.5 se la obtuvo de la recopilación de información del anexo 2; luego se prosigue a la calificación de puntuación en la tabla 2.5, se toma en cuenta que en el *ranking* se calificarán solamente las cinco opciones Aperto, Excel Air, Intel PRO WLAN, Orinoco y Netro, entonces la máxima calificación será 5 y la mínima 1, en el caso que no exista la información se le califica con la máxima puntuación. Por ejemplo: al calificar el número de usuarios por punto de acceso: en el caso de Excel Air puede soportar hasta 500 usuarios por sector

	APERTO	EXCELAIR	INTEL PRO WLAN	ORINOCO	NETRO
ASPECTOS TÉCNICOS					
AJUSTE DE VELOCIDAD	2	2	1	1	2
ALIMENTACIÓN EQUIPO DE USUARIO	2	2	1	1	3
ALIMENTACIÓN PUNTO DE ACCESO	1	4	3	2	4
ANCHO DE BANDA	1	1	2	2	3
ARQUITECTURA	2	2	1	1	2
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL EQUIPO DE USUARIO	2	4	1	1	3
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL PUNTO DE ACCESO	5	3	2	1	4
COBERTURA O ALCANCE	1	4	5	3	2
COMPATIBILIDAD CON OTROS FABRICANTES	2	2	1	1	2
CORRECCIÓN DE ERRORES	1	1	2	2	2
ENCRIPCIÓN	1	3	2	2	3
ENLACE SIN LÍNEA DE VISTA	2	2	1	1	2
ESCALABILIDAD	1	1	1	1	1
ESTÁNDARES SOPORTADOS	1	2	3	3	4
FACILIDAD DE ADMINISTRACIÓN Y CONFIGURACIÓN	2	3	2	1	3
PLATAFORMAS EN SISTEMAS OPERATIVOS	1	3	2	2	3
FRECUENCIA DE OPERACIÓN	3	4	1	1	2
INTERFACES DE PUNTO DE ACCESO	1	2	3	1	4
INTERFACES DE USUARIO	1	4	3	2	4
MÉTODO DE ACCESO	3	3	2	1	4
MODULACIÓN	4	3	2	1	5
NÚMERO DE CANALES	2	2	1	2	2
PRESTACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO	2	1	3	4	4
PROTOCOLOS Y SERVICIOS SOPORTADOS	2	4	3	1	4
REDUNDANCIA	1	2	2	2	2
VELOCIDAD DE DATOS	5	3	2	1	4
Suma de posiciones	53	68	57	44	82
Posición Final	2	4	3	1	5

Tabla 2. 6 Posiciones después de *ranking* de sistemas

(máximo 6 sectores) entonces se le asigna en la tabla una calificación de 1; sigue Aperto con 1000 usuarios en la tabla se le asigna una calificación de 2; Orinoco con 250 por celda obtiene 3; Netro llega a 28 usuarios por sector (máximo 6 sectores) se asigna 4 en posición y finalmente en la última posición está Intel PRO WLAN con 64 usuarios se le asigna 5.

Se continúa con el proceso de calificación de toda la información y se llenan las tablas correspondientes, finalmente se hace una suma final, y se pone en orden los resultados obtenidos. Ver detalle de ranking en anexo 7

ASPECTOS DE CALIDAD					
SOPORTE DE FABRICANTE	SI	SI	SI	SI	*
* Información no encontrada o no facilitada por el fabricante.					

Tabla 2. 7 Garantía y soporte

ASPECTOS DE CALIDAD					
GARANTÍA DE EQUIPOS	1	1	1	1	2
SOPORTE DE FABRICANTE	1	1	1	1	2
Suma de posiciones	2	2	2	2	4
Posición Final	1	1	1	1	2

Tabla 2. 8 Posiciones de los sistemas. Criterio: Aspectos de Calidad.

ASPECTOS ECONÓMICOS					
COSTO DE PUNTO DE ACCESO	\$60.000 USD	*	\$250 USD	\$500 USD	*
COSTO DE EQUIPO DE USUARIO	\$1.200 USD	*	\$148 USD PCI card	\$187 USD PCI card \$110 USD card-bus	*
* Información no encontrada o no facilitada por el fabricante.					

Tabla 2. 9 Costos de Equipos y Operación⁷²

⁷² Los precios de los equipos fueron tomados de <http://www.amazon.com>, ésta es una página especializada en la venta de diversos artículos, entre estos suministros de computación, tarjetas electrónicas, etc. Además de Tegnomega C.A. en Quito. El costo de operación es el obtenido de acuerdo al Reglamento de Tarifas por el Uso de Frecuencias emitido por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

ASPECTOS ECONÓMICOS					
COSTO DE PUNTO DE ACCESO	3	4	2	1	4
COSTO DE EQUIPO DE USUARIO	3	4	2	1	4
COSTO DE OPERACIÓN (ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO)	2	2	2	2	1
Suma de posiciones	8	10	6	4	9
Posición Final	3	5	2	1	4

Tabla 2. 10 Posiciones de los sistemas. Criterio: Aspectos Económicos.

ASPECTOS EXTERNOS					
DISPONIBILIDAD DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO	SI	NO	SI	SI	NO

Tabla 2. 11 Disponibilidad de Espectro

ASPECTOS EXTERNOS					
DISPONIBILIDAD DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO	1	2	1	1	2
Suma de posiciones	1	2	1	1	2
Posición Final	1	2	1	1	2

Tabla 2. 12 Posiciones de los sistemas. Criterio: Aspectos Externos.

Finalmente luego de haber evaluado varios aspectos de carácter técnico, de calidad, económicos y externos se tiene los resultados finales en la tabla 2.12. Se puede distinguir en primera posición la tecnología de Orinoco Wireless, en segundo lugar la tecnología ofrecida por Intel PRO WLAN, la tercera ubicación es para la tecnología de Aperto Networks, la cuarta posición la ocupa la tecnología de ExcelAir y la última ubicación la tecnología de Netro.

	APERTO	EXCELAIR	INTEL PRO WLAN	ORINOCO	NETRO
ASPECTOS TÉCNICOS	2	4	3	1	5
ASPECTOS DE CALIDAD	2	2	2	1	3
ASPECTOS ECONÓMICOS	3	4	1	2	5
ASPECTOS EXTERNOS	1	2	1	1	2
Suma de Posiciones	8	12	7	4	15
Orden Final	3	4	2	1	5

Tabla 2. 13 Resultados Finales de Posiciones del Ranking

Finalmente el sistema seleccionado es el compuesto por los productos Orinoco fabricados por Proxim Inc.

2.3.7 TECNOLOGÍA SELECCIONADA

La tecnología seleccionada es la que emplean los productos Orinoco de Proxim Inc.. Se presentan más detalles de esta tecnología en la sección 2.2.2.4. La estructura de la red usando los productos Orinoco se muestra en la sección 3.3.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA

En este capítulo se aborda el diseño de la red de acceso y la tecnología empleada entre los puntos de acceso, para la ciudadela Matovelle en Quito, se elaboran los diagramas de cobertura, de topología y estructura general de la red.

3.1 PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA.⁷³

Los avances tecnológicos contribuyen a la convergencia de los servicios de telecomunicaciones y cambian continuamente la manera de trabajar de las personas. Las nuevas y revolucionarias tecnologías, combinadas con los servicios que se ofrece y las fuertes relaciones que se establece con los clientes, hacen de este mundo un lugar más pequeño.

El vínculo estrecho entre proveedor-cliente hace que los sistemas estén diseñados para satisfacer las necesidades particulares de cada uno de ellos; además las soluciones que se presenten, estén en capacidad de funcionar en las condiciones más exigentes del mundo actual, para esto los proveedores del servicio deben ser lo adecuadamente proactivos, para cubrir las necesidades de los usuarios, siendo capaces de ofrecer con gran experiencia y eficiencia un buen servicio siempre pensando que con una buena planificación se tenga satisfecho al cliente.

En el primer capítulo se puede revisar brevemente los factores que se deben tomar de forma cuidadosa y completa para una buena planificación del despliegue de los sistemas de acceso inalámbrico y se complementa con la publicación de la UIT indicada en el pie de página.

⁷³ Fuente: Acceso Inalámbrico Fijo. 2da Ed. Unión Internacional de Telecomunicaciones. Oficina de Radiocomunicaciones. 2001.

Una solución inalámbrica sería de gran beneficio, tanto para los usuarios como para los operadores del sistema, debido a su rápido despliegue y puesta en marcha del sistema.

3.1.1 ESCENARIO

El diseño del sistema de acceso fijo inalámbrico se lo realiza para la ciudadela Julio Matovelle en Quito ubicado al norte de la capital, es una zona residencial con algunos negocios y gran cantidad de edificaciones de diferentes alturas, lo que puede favorecer o perjudicar a las características de propagación de la señal a los usuarios; resultando necesario hacer un análisis al respecto. El mapa de la urbanización se muestra en la Figura 3.1.

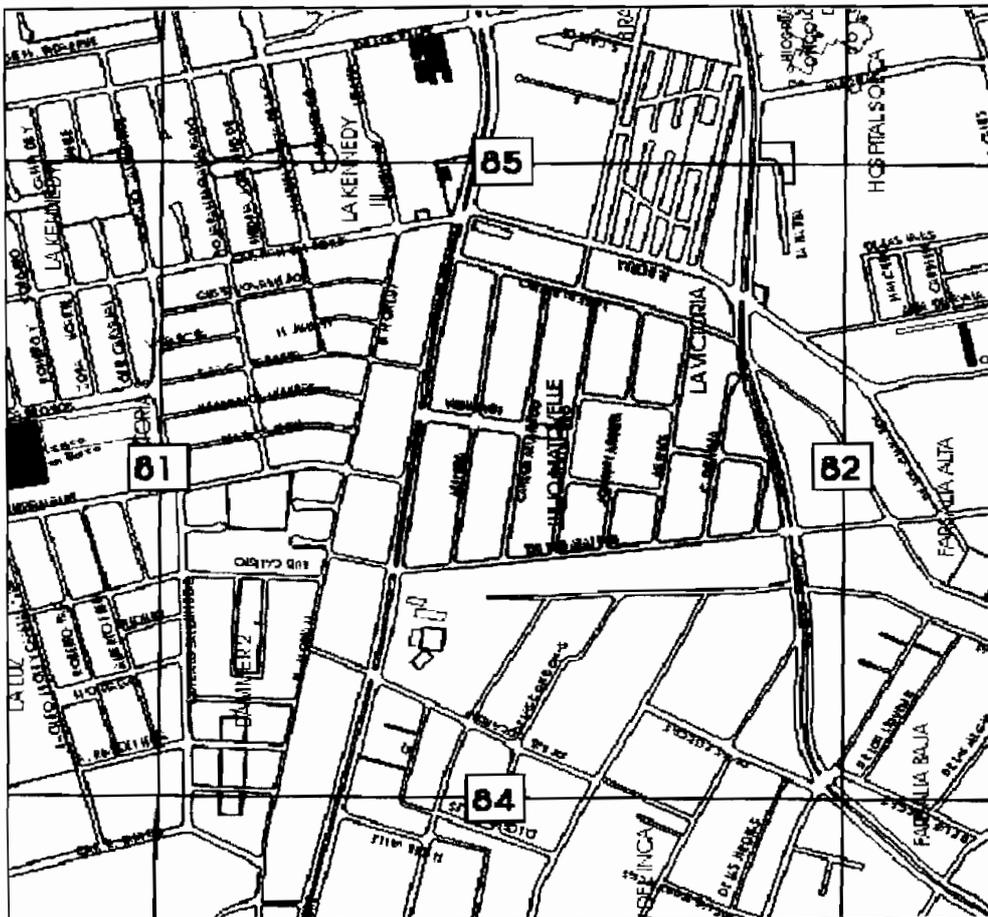


Figura 3. 1 Mapa de la ciudadela Julio Matovelle al Norte de Quito⁷⁴

⁷⁴ Fuente: Instituto Geográfico Militar

Este barrio tiene 15 locales comerciales, y alrededor de 320 residencias con un área de 400.350 m² de terreno.

3.1.2 CONCEPTOS GENERALES

Para alcanzar los objetivos planteados es ineludible una buena planificación del despliegue del sistema de acceso inalámbrico tomando en cuenta que, es necesario un conocimiento y comprensión profunda de tres áreas distintas y separadas como son: el plan comercial y la base de clientes/abonado comprometido; un conocimiento sólido de la demografía y la topografía de la zona en la cual se va a desplegar/prestar el servicio; un conocimiento, experiencia y especialización en ingeniería de radio pertinentes y detallados.

Puesto que son áreas diferentes es necesario un trabajo conjunto para alcanzar el éxito dando una solución óptima. Al planificar se puede prever, tomar decisiones contemplando distintas posibilidades, resultando mucho mas rentable y técnicamente fiable en muchos aspectos, que en un funcionamiento basado en criterios personales⁷⁵.

3.1.3 PROCESO DE PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ACCESO

El proceso es una serie de acciones o eventos realizados para lograr, hacer algo con un resultado en particular o una serie de cambios que pasan naturalmente.⁷⁶ Y combinado con una planificación que muestre los detalles importantes involucrados en el sistema se conseguirá un buen diseño.

Este proceso empieza con la definición de las estrategias a seguir, en otras palabras cumplir con los objetivos planteados con los medios y tecnología disponibles. Definida la línea de estrategia, se centra el análisis en la planificación estructural, definiendo planes de desarrollo del sistema

⁷⁵ Fuente: Acceso Inalámbrico Fijo. 2da Ed. Unión Internacional de Telecomunicaciones. Oficina de Radiocomunicaciones. 2001.

⁷⁶ Cambridge Dictionary of American English. 1995.

centrándose en los planes técnicos fundamentales. Finalmente se define el mantenimiento y la explotación del sistema diseñado.

3.1.4 PLAZOS

El plazo es un período de tiempo durante el cual se realiza una actividad⁷⁷. El plazo más adecuado para este proyecto es el corto plazo que es un período de tiempo de un año para efectuar las actividades correspondientes, debido a que el despliegue de los sistemas inalámbricos son sumamente rápidos sobre una zona determinada y la ampliación del sistema es escalable. Una demora considerable radica en la parte legal del proyecto que puede tomar meses.

3.2 ESTRATEGIAS

Estrategia es un plan de gran alcance para lograr algo o alcanzar una meta, o la habilidad de hacer cosas así planeadas⁷⁸. En la actualidad se encuentran implementadas varias redes *WLAN* en Quito; sin embargo, éstas son para uso exclusivo de entidades particulares, y por lo general para cortas distancias. La propuesta presentada es totalmente diferente, la implementación de un sistema para solucionar el acceso al servicio de Internet dado como una alternativa de gran factibilidad de implantación a sectores urbanos.

3.2.1 OBJETIVOS

- Analizar las necesidades de tráfico de acceso a Internet de varias residencias y locales comerciales de la ciudadela escogida, como clientes potenciales. (Capítulo 2)
- Evaluar comparativamente sistemas de acceso de última milla inalámbricos. (Capítulo 2)
- Seleccionar la tecnología que se usará en la red de acceso.
- Dimensionar y diseñar la red de acceso fijo inalámbrico para un barrio o ciudadela de Quito.
- Estudiar la tecnología que interconecte los puntos de acceso.

⁷⁷ Cambridge Dictionary of American English. 1995.

⁷⁸ Cambridge Dictionary of American English. 1995.

- Determinar los equipos requeridos.
- Elaborar el diagrama de cobertura.
- Elaborar diagramas de topología y estructura general de la red.
- Calcular el presupuesto de este proyecto que permitirá el análisis económico. (Capítulo 4)
- Realizar un análisis de costos, tiempo de amortización, rentabilidad y tarifas de la red de acceso diseñada. Hacer una comparación en costos con otros sistemas de acceso guiados y otros sistemas de acceso inalámbricos. (Capítulo 4)

3.2.2 ETAPAS

Etapas es una parte de una actividad o un período de desarrollo, para cumplir con los objetivos del numeral anterior se han de seguir las siguientes etapas:

1. Identificación de las necesidades y diseño técnico detallado.
2. Determinación de la tecnología (*ranking*).
3. Planificación del sistema.
4. Diseño técnico y posibles soluciones.
5. Despliegue de la red de comunicaciones.
6. Análisis y optimización de la calidad de funcionamiento de la red.

De acuerdo a los objetivos y alcance planteado en el plan de proyecto de titulación aprobados, no contempla el proyecto: el despliegue de la red de comunicaciones y el análisis y optimización de la calidad de funcionamiento de la red, pero se las hace mención como parte del sistema.

3.2.3 PLAN ESTRATÉGICO

El plan estratégico aplicado viene dado por el diagrama de flujo indicado en la Figura 3.2.

Diagrama de Flujo:

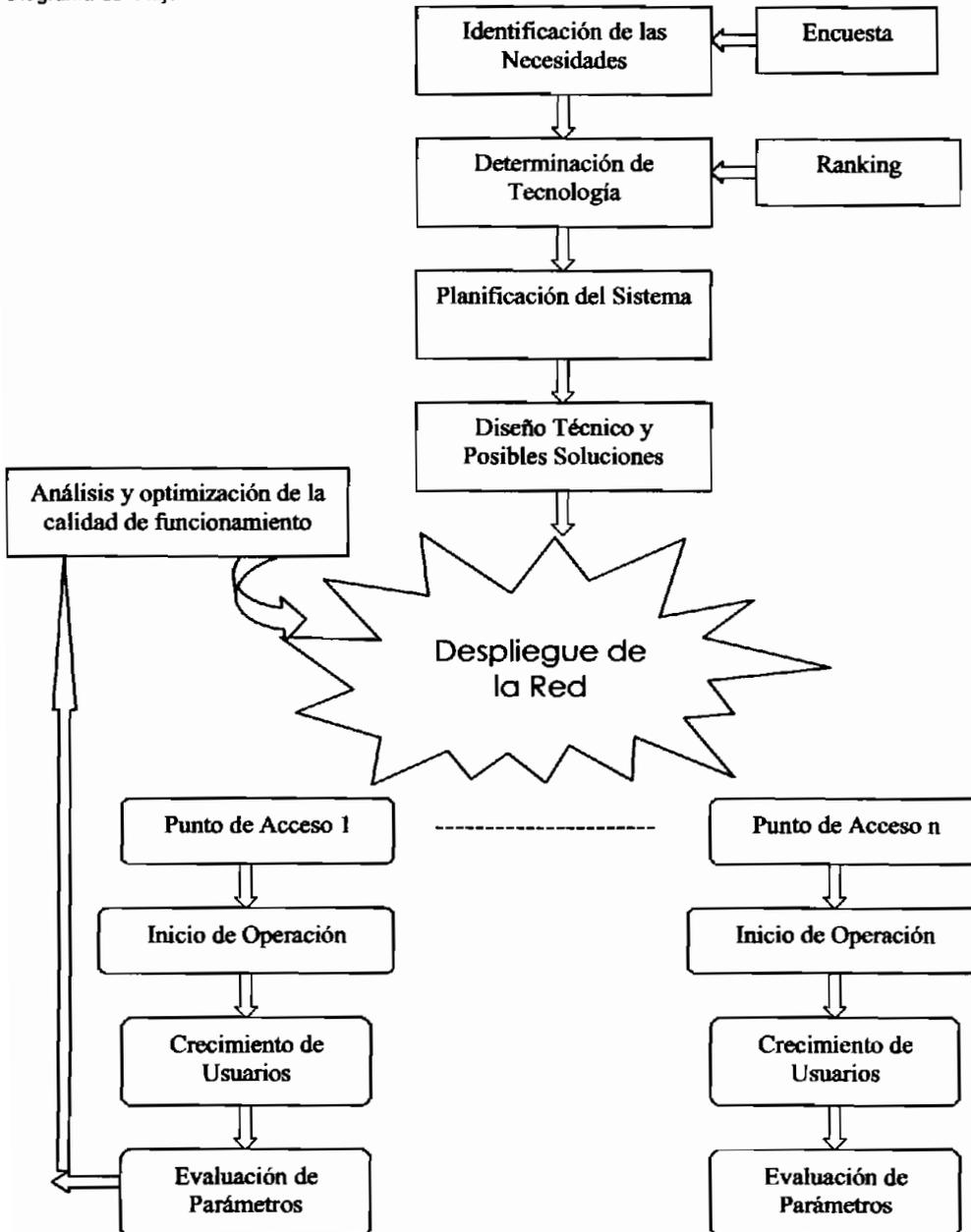


Figura 3. 2 Diagrama de flujo del plan estratégico.

3.3 PLANIFICACIÓN

3.3.1 USUARIOS POTENCIALES

Los usuarios potenciales son aquellos que posiblemente contraten el servicio pero aún no lo hacen. En el capítulo 2, efectuada la encuesta, se analizaron las necesidades, los servicios y la idiosincrasia de los usuarios potenciales; en la figura 2.3 se presenta como resultado las tendencias de actividades de los posibles clientes. En el Anexo 1 se presenta una lista de potenciales clientes, se indica sus preferencias en una forma detallada. Cabe resaltar que detrás de cada persona encuestada puede haber varios usuarios, que sería el resto de familiares.

3.3.2 BANDA DE FRECUENCIA

Según el Plan Nacional de Frecuencias emitido por la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones, existen dos bandas atribuidas a la explotación de Sistemas de Espectro Expandido.

- **2.4 - 2.4835 GHz**
- **5.725 - 5.85 GHz**

La banda escogida para el diseño de la cobertura en la ciudadela Matovelle es la banda de 5.725 - 5.85 GHz, ya que por informe de la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones en respuesta a la solicitud presentada por el Sr. Jorge Aldás Garcés del 30 de septiembre del 2003, tramite No. 3677, se informa que existe disponibilidad de operación, tomando en cuenta que el servicio a implantarse se categoriza como "secundario" según el literal a del numeral 2.6.1 del Plan Nacional de Frecuencias. Los equipos escogidos, regidos por estándares internacionales, están diseñados y son homologables para trabajar en esa banda.

3.3.3 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE ACCESO

Para escoger el sitio, de emplazamiento de los puntos de acceso es necesario cumplir con ciertos requisitos:

- Línea de vista con la mayoría de los usuarios potenciales, y
- Que se llegue a cubrir la zona en su totalidad.

Debido a que el primero de los requisitos es indispensable, se realizó una inspección de la zona, puesto que el sector es residencial existen pocos edificios de gran altura. Se escogieron cuatro edificaciones que son en las cuales se podría emplazar los puntos de acceso por su ubicación y altura (Figura 3.3):

- | | |
|---|-----|
| 1. Edificio Matovelle (Carlos Alvarado e Isaac Barrera) | 15m |
| 2. Edificio Rosa (Av. Eloy Alfaro y los Álamos) | 30m |
| 3. Edificio Oliva II (Av. Eloy Alfaro y R. Borja) | 25m |
| 4. Edificio Gutiérrez (Asunos y Almería) | 15m |

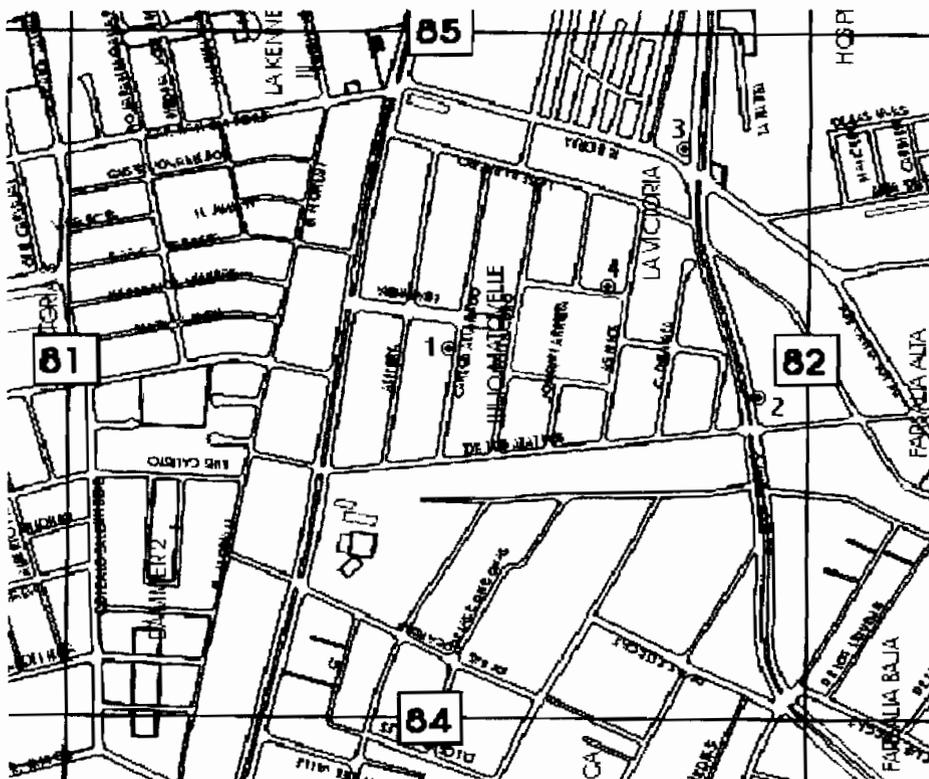


Figura 3. 3. Posible ubicación de los puntos de acceso.

Con la ayuda de un GPS marca Gamin se determinó la ubicación geográfica y alturas de los posibles sitios de emplazamiento de los puntos ó el punto de acceso. Este es un instrumento con el cual se puede determinar las coordenadas geográficas con información recopilada de los satélites que en

Edificio Matovelle				
Longitud:	S	0°	8'	22,7"
Latitud:	W	78°	28'	15,6"
Altura de la antena:		15m		
Edificio Roza				
Longitud:	S	0°	8'	23"
Latitud:	W	78°	28'	2,4"
Altura de la antena:		30m		
Edificio Oliva 2				
Longitud:	S	0°	8'	13,3"
Latitud:	W	78°	28'	5,2"
Altura de la antena:		25m		
Edificio Gutiérrez				
Longitud:	S	0°	8'	20,3"
Latitud:	W	78°	28'	8,5"
Altura de la antena:		15m		

esa zona estén disponibles y presenta la información de forma gráfica. Los resultados se presentan en la tabla 3.1

Tabla 3. 1 Ubicación de posibles puntos de acceso en coordenadas geográficas.

Finalmente los dos sitios más apropiados son los edificios Matovelle y Gutiérrez, por su ubicación geográfica en la zona central del barrio ya que cumplen con los dos requisitos: Línea de vista con la mayoría de los usuarios potenciales, y que se llegue a cubrir la zona en su totalidad línea de vista del sector, comprobado con las simulaciones de cobertura realizadas en la Superintendencia de Telecomunicaciones.



Figura 3.4 y 3.5. Vista de 360° desde el Edificio Matovelle

3.3.4 ÁREA DE COBERTURA

Con la ayuda del Programa ICS de la Superintendencia de Telecomunicaciones, se realizó la simulación de las posibles coberturas a la frecuencia de operación escogida en la banda de espectro expandido 5.8GHz.

En las siguientes figuras se muestran las simulaciones de cobertura, que de acuerdo a éstas simulaciones se determinó la cobertura con un solo punto de acceso figura 3.6, como se puede observar se llega a cubrir en su totalidad la zona del barrio Matovelle, pero para una posible ampliación del servicio de Internet se ubica un segundo punto de acceso en la figura 3.7. Cabe destacar que la **capacidad mínima**⁷⁹ del equipo por punto de acceso son 250 usuarios y con los dos puntos de acceso como se muestra en la figura 3.7 se llegará a cubrir 500 usuarios.

TRANSMISOR

Potencia: 22.3dBm (170mW)

Área de cobertura desde:

Sector AEROPUERTO - QUITO

Latitud: 00°08'22.7" S

Longitud: 78°28'15.6" W

a.s.n.m.: 2800m

Antena: 15m

G. antena: 13dB

Frecuencia: 5.8GHz

Sistema Radiante

OMNIDIRECCIONAL

■	55 dBμV/m -88 dBm
■	57 dBμV/m -86 dBm
■	59 dBμV/m -84 dBm
■	61 dBμV/m -82 dBm
■	63 dBμV/m -80 dBm
■	65 dBμV/m -78 dBm
■	67 dBμV/m -76 dBm
■	69 dBμV/m -74 dBm
■	71 dBμV/m -72 dBm
■	73 dBμV/m -70 dBm
■	75 dBμV/m -68 dBm
■	Interference



Figura 3. 6 Diagrama de simulación de cobertura con 1 punto de acceso

⁷⁹ Los equipos para los puntos acceso Orinoco de Proxim Inc. tienen una capacidad mínima de 250 usuarios con un tarjeta PCMCIA y máximo se pueden colocar 2 tarjetas PCMCIA.

TRANSMISORES

Potencia: 22.3dBm (170mW)

Área de cobertura desde:
Sector AEROPUERTO - QUITO

Punto de Acceso 1

Latitud: 00°00'22.7" S
Longitud: 78°28'15.6" W
a.s.n.m.: 2800m
Antena: 15m
G. antena: 13dB

Punto de Acceso 3

Latitud: 00°00'20.3" S
Longitud: 78°28'8.5" W
a.s.n.m.: 2800m
Antena: 15m
G. antena: 13dB

Frecuencia: 5.8GHz

**Sistema Radiante
OMNIDIRECCIONAL**

■	48 dBµV/m -99 dBm
■	50 dBµV/m -97 dBm
■	52 dBµV/m -95 dBm
■	54 dBµV/m -93 dBm
■	56 dBµV/m -91 dBm
■	58 dBµV/m -89 dBm
■	60 dBµV/m -87 dBm
■	62 dBµV/m -85 dBm
■	64 dBµV/m -83 dBm
■	66 dBµV/m -81 dBm
■	68 dBµV/m -79 dBm
■	Interference

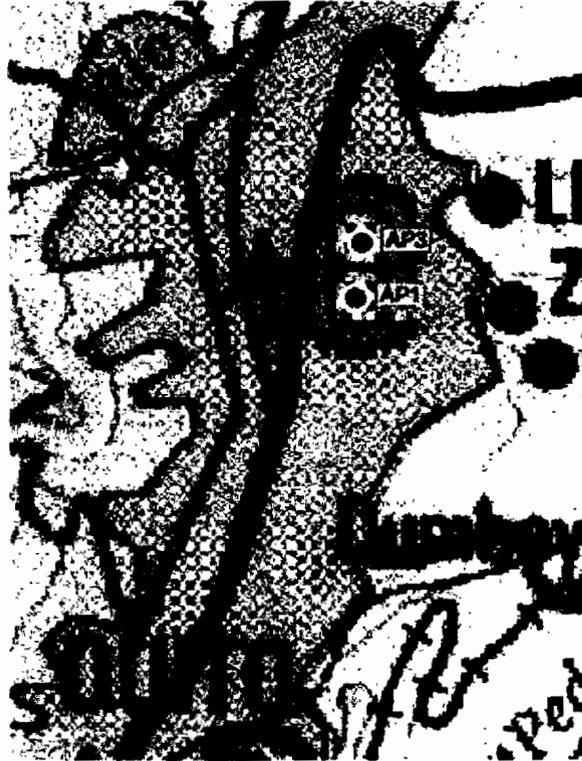


Figura 3. 7 Diagrama de simulación de cobertura con 2 puntos de acceso

3.3.5 ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA UTILIZADA ENTRE PUNTOS DE ACCESO⁸⁰

Análisis es el proceso de estudiar o examinar algo de una manera organizada, aprender más sobre él, o un estudio particular⁸¹. Para los enlaces entre puntos de acceso se pueden utilizar microondas, pares de cobre, enlaces ópticos, etc.

⁸⁰ Plaintree Systems Inc. White Paper.

⁸¹ Cambridge Dictionary of American English 1995.

Se ha visto una gran ventaja en los enlaces *LED* como medio de interconexión entre puntos de acceso, por los siguientes motivos:

- *LED* versus microondas. En un enlace microondas requiere de dos permisos que tienen costo considerable: permiso de operación por cada estación transmisora o receptora y adicionalmente se requiere de un permiso de uso de frecuencia; las transmisiones de microondas generan radiación perjudiciales para la salud. Las transmisiones con enlace *LED* están libres de interferencias de otras señales radioeléctricas, las transmisiones con *LED* no producen radiaciones perjudiciales y no necesitan de permisos de operación o permisos de uso de frecuencia.
- *LED* versus pares de cobre. Los pares de cobre requieren de obra civil para su instalación, requieren mayor mantenimiento en la planta externa, la misma que está expuesta a actos vandálicos. Los enlaces *LED* por su característica inalámbrica ya tienen una ventaja con respecto a los pares de cobre porque no están expuestos a actos vandálicos y su instalación es rápida y sencilla, no requieren de mantenimiento en la planta externa.
- *LED* versus fibra óptica. Al igual que pares de cobre requieren de obra civil para su instalación, requieren personal especializado para su instalación y mantenimiento, a pesar de tener buenas características de transmisión, su capacidad podría verse desperdiciada, debido a que los requerimientos del enlace no lo amerita. Los enlaces *LED* en comparación a la fibra óptica no son costosos, no requieren de personal altamente especializado para su instalación y mantenimiento.

Por lo expuesto anteriormente se considera el enlace *LED* como una solución de conexión entre puntos de acceso.

3.3.5.1 Enlace LED

“Los sistemas ópticos inalámbricos (OW – *Optical Wireless*) ofrecen altas capacidades y un gran potencial para implementar soluciones para altas concentraciones, una combinación atractiva para encontrarse con las crecientes demandas debidas al crecimiento de Internet y de otras aplicaciones. Tales sistemas son construidos por varios proveedores, pero existe una gran gama de diferencias técnicas entre ellos”⁸².

Las ventajas de este tipo de tecnología son:

- Se puede tener grandes anchos de banda pudiendo llegar a velocidades de transmisión de hasta 155Mbps
- Señales libres de interferencias de otras señales y frecuencias
- No requiere de licencia de frecuencias o requerimientos previos
- No hay costos sobre línea dedicada (conexión a cable)
- No hay impuestos sobre Ancho de Banda
- Despliegue rápido (incluso en situaciones de emergencia)
- Fácilmente transportable

Este tipo de enlaces son diseñados para ser utilizados en zonas urbanas con bajas atenuaciones atmosféricas con una alta durabilidad, que provee de transferencia de datos de alta velocidad en banda ancha, es una solución con interfaces para datos, telecomunicaciones y aplicaciones mixtas. Lo que la hace valida para cualquier tipo de aplicación como: Servicios de Internet, Video-Conferencia, Televigilancia, Voz sobre IP, Interconexión, etc.

El tipo de conexión que esta tecnología ofrece es: rápida sin requerimiento de frecuencias o planificación previa, instalación en menos de 2 horas, redistribución rápida de redes; pudiendo alinear los puntos un tiempo de entre 20 a 40 minutos, interconexión de redes de telefonía y de datos en minutos,

⁸² Plaintree Systems Inc. Sistemas Ópticos Inalámbricos y su Seguridad. David A. Kahn 2000

libre de interferencias; segura con conexión de enlaces dedicados punto-a-punto, tiempo promedio antes de fallas es de 25 años y cumple con la Clase 1 (ojo seguro) en seguridad de retina.⁸³

“Los estándares de seguridad láser definen varias clases de niveles de riesgo asociados con los productos y especifican qué pasos deben ser tomados para identificarlos y proteger a los usuarios, los dispositivos de clase 1 son incondicionalmente de ojo-seguro y no requieren etiquetamiento; los dispositivos de clase 2 son peligrosos pero usan impulsos de luz visible intermitentes que molestan al ojo; los de clase 3 son peligrosos y requieren de etiquetamiento y de otras medidas de seguridad; los dispositivos de clase 4 emiten más de 500 mW continuamente, potencia peligrosa tanto para la piel como para los ojos, los sistemas ópticos inalámbricos caen dentro de la clase 1 o 3⁸⁴.

Este tipo de solución puede alcanzar de 75 a 3.000 metros dependiendo de la velocidad y condiciones climáticas, el equipamiento de Plaintree cumple con la norma de seguridad de retina Clase 1, lo que significa que se puede mirar al haz de luz con binoculares o telescopio.

Se puede llegar a alcanzar velocidades desde 10Mbps a 155Mbps de transmisión de datos, lo que en términos de capacidad puede llegar a cubrir los requerimientos del enlace entre los puntos de acceso. Entonces se puede estimar la cantidad de información cursada entre los puntos de concentración de tráfico:

Se tiene para una cantidad de 250 usuarios con capacidad de transferencia de información. El usuario promedio utiliza el 66,7% en Navegación y 33,3% en Descargas, este análisis se lo puede ver detenidamente en la sección 4.6, el usuario promedio genera un tráfico de 396.73MB al mes, haciendo las operaciones correspondientes esto se traduce a una velocidad de:

⁸³ Plaintree Systems Inc. Sistemas Ópticos Inalámbricos y su Seguridad. David A. Kahn 2000

⁸⁴ Plaintree Systems Inc. Sistemas Ópticos Inalámbricos y su Seguridad. David A. Kahn 2000

$$396.73 \frac{MBytes}{mes} \times \frac{mes}{2'592.000s} \times \frac{8'000.000bits}{1MByte} = 1.224,47bps$$

Capacidad del enlace entre puntos de acceso será:

$$C = 1.224,47 \frac{bps}{usuario} \times 250 usuarios = 306,12Kbps$$

Lo que implica que se puede tener un enlace mínimo de 306,12Kbps. El equipo de Plaintree que se eligió por su funcionalidad y características para el enlace entre puntos de acceso funciona a una velocidad de transmisión de 10Mbps que puede llegar a cubrir el tráfico requerido entre los dos puntos de acceso sin que llegue a saturarse el enlace y pueda generar cuellos de botella de la información cursada.

A futuro, la capacidad disponible de éste enlace, podría transmitir el tráfico de varios puntos de acceso a nivel de red de transporte de información, también podría ser utilizado para la compartición archivos entre usuarios que así lo requieran y otros servicios adicionales que no sea el tráfico de acceso a Internet.

En el la figura 3.8 se muestra el equipo para el enlace entre los puntos de acceso el mismo que puede llegar a enlazar puntos distantes de hasta 2000m en línea de vista, con velocidad de transmisión de datos de 10Mbps.

WaveBridge™ 500 Series

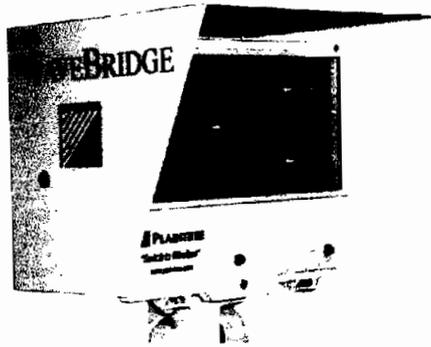


Figura 3. 8 Equipo de enlace óptico LED

3.3.6 ANÁLISIS DE LOS ENLACES ENTRE TERMINALES Y PUNTOS DE ACCESO.

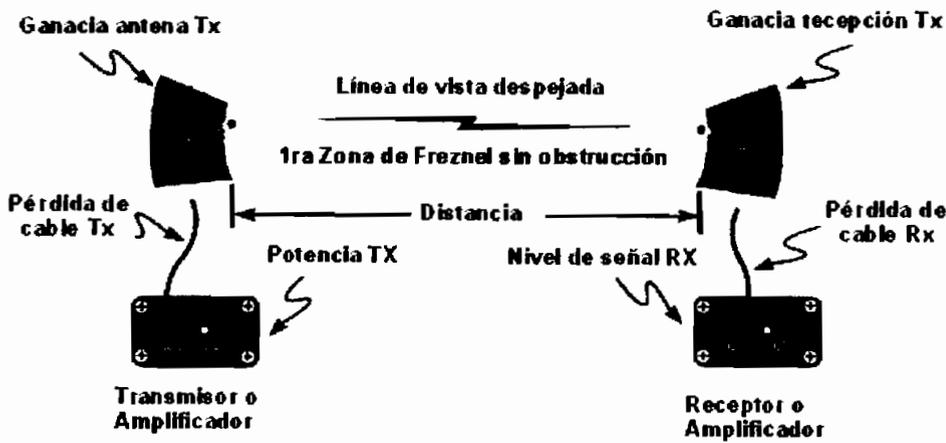
En este punto se realiza un análisis de la interconexión (método de intercambio de información) entre los terminales de los usuarios y los puntos de concentración que se han denominado puntos de acceso los cuales se encargan de recoger y enviar datos a toda la red.

3.3.6.1 Balance del Sistema⁸⁵

Para el balance del sistema es necesario entender un concepto muy importante como es la *ganancia del sistema*. La ganancia del sistema es una medida de la confiabilidad del sistema, ya que incorpora varios parámetros de interés en el diseño de enlaces y representa la pérdida neta en un sistema de radio.

En su forma más sencilla, la *ganancia del sistema* es la diferencia entre la potencia nominal de salida de un transmisor y la potencia mínima de entrada requerida por un receptor. La ganancia del sistema debe ser mayor o igual a la suma de todas las ganancias y pérdidas incurridas por una señal, conforme se propaga de un transmisor a un receptor, para una tasa de error dada BER (*Bit Error Rate*).

⁸⁵ Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Tomasi Wayne. 1996.



$$G_s = P_t - C_{\min} \geq FM + L_p + L_f + L_b - G_t - G_r$$

$$L_p(\text{dB}) = 92.4 + 20 \log f(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{km})$$

$$FM = 30 \log D + 10 \log(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70$$

Figura 3. 9 Ganancia del sistema⁸⁶

Matemáticamente, la ganancia del sistema es:

$$G_s = P_t - C_{\min} \geq FM + L_p + L_f + L_b - G_t - G_r \quad [3. 1]$$

en donde:

G_s = ganancia del sistema (dB)

P_t = potencia de salida del transmisor (dBm)

C_{\min} = potencia mínima de entrada del receptor para un objetivo de calidad determinado (dBm)

L_p = pérdida de la trayectoria de espacio libre entre antenas (dB)

L_f = pérdida del alimentador de guías de ondas (dB) entre la red de distribución (red combinada de canales o red de separación de canales) y su antena respectiva

L_b = pérdida total de acoplamiento o ramificación (dB) en los circuladores, filtros, y red de distribución entre la salida de un transmisor o la entrada de un receptor y su alimentador de guías de ondas respectivo

⁸⁶ System Operating Margin (SOM), <http://www.ydi.com/calculation/index.php>

FM = margen de desvanecimiento para un determinado objetivo de confiabilidad

G_t = ganancia de la antena transmisora (dB) relativa a un radiador isotrópico

G_r = ganancia de la antena receptora (dB) relativa a un radiador isotrópico

3.3.6.1.1 Pérdida de Trayectoria de Espacio Libre.

Es la pérdida ocasionada por una onda electromagnética a medida que se propaga en una línea recta a través del espacio libre sin ninguna absorción o reflexión de energía de los objetos cercanos. La ecuación inicial de la pérdida de espacio libre es la siguiente:

$$L_p = \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right)^2 = \left(\frac{4\pi f D}{c} \right)^2 \quad [3.2]$$

en donde:

L_p = pérdida de trayectoria de espacio libre

D = distancia

f = frecuencia

λ = longitud de onda

c = velocidad de la luz en el espacio libre (3×10^8 m/s)

Convirtiendo la ecuación [3.2] a dB se tiene lo siguiente:

$$L_p(\text{dB}) = 20 \log \frac{4\pi f D}{c} = 20 \log \frac{4\pi}{c} + 20 \log f + 20 \log D \quad [3.3]$$

Si la frecuencia se da en MHz y la distancia en km, entonces:

$$L_p(\text{dB}) = 20 \log \frac{4\pi(10)^6(10)^3}{3(10)^8} + 20 \log f(\text{MHz}) + 20 \log D(\text{km}) \quad [3.4]$$

$$L_p(\text{dB}) = 32.4 + 20 \log f(\text{MHz}) + 20 \log D(\text{km}) \quad [3.5]$$

Cuando la frecuencia se da en GHz y la distancia en km,

$$L_p(\text{dB}) = 92.4 + 20\log f(\text{GHz}) + 20\log D(\text{km}) \quad [3. 6]$$

3.3.6.1.2 Margen de Desvanecimiento.

Al margen de desvanecimiento se lo denomina también factor de acolchonamiento, el mismo que considera características no ideales y de la propagación de ondas, como la propagación de múltiples trayectorias (pérdidas de múltiples trayectorias) y sensibilidad a superficie rocosa.

Es muy importante la consideración del margen de desvanecimiento en la determinación de la ganancia de un sistema, puesto que influyen las condiciones atmosféricas, causando situaciones temporales anormales en la ganancia del sistema y produciendo alteraciones en la pérdida de trayectoria en el espacio libre. Además el margen de desvanecimiento depende de los objetivos de confiabilidad del sistema. Matemáticamente se lo puede representar así:

$$FM = 30\log D + 10\log(6ABf) - 10\log(1 - R) - 70 \quad [3. 7]$$

en donde:

$30\log D$ => efecto de múltiples trayectorias

$10\log(6ABf)$ => sensibilidad a superficie rocosa

$10\log(1 - R)$ => objetivos de confiabilidad

70 => constante

en donde:

FM = margen de desvanecimiento (dB)

D = distancia (km)

f = frecuencia (GHz)

R = confiabilidad expresada como decimal (ejemplo, 99.99 % = 0.9999 de confiabilidad)

$(1 - R)$ = objetivo de confiabilidad para una trayectoria de 300 km en un solo sentido o dirección

A = factor de rugosidad

$A = 4$ sobre agua o en un terreno muy parejo

$A = 1$ sobre un terreno normal

$A = 0.25$ sobre un terreno montañoso muy disparejo

B factor para convertir una probabilidad del peor mes a una probabilidad anual

$B = 1$ para convertir una disponibilidad anual a una base para el peor mes

$B = 0.5$ para áreas calientes y húmedas

$B = 0.25$ para áreas normales tierra adentro

$B = 0.125$ para áreas montañosas o muy secas

3.3.6.1.3 Umbral del Receptor.

El umbral o sensibilidad del receptor corresponde a la potencia de la portadora de banda ancha mínima C_{min} en la entrada de un receptor que proporcionará una salida de banda base. El valor del umbral depende de tres factores: de la potencia de ruido de banda ancha presente en la entrada de un receptor, del ruido que se introduce en el receptor en el ancho de banda de la señal y de la sensibilidad al ruido del detector de banda base en el ancho de banda de la señal. Por esta razón, antes de determinar el valor de C_{min} , debe calcularse la potencia del ruido de entrada.

Matemáticamente esta potencia está expresada así:

$$N = KTB \quad [3. 8]$$

en donde:

N = potencia de ruido (watts)

K = constante de Boltzman ($1.38 \times 10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{K}$)

T = temperatura de ruido equivalente del receptor (Kelvin)

(temperatura ambiente = 290° K)

B = ancho de banda de ruido (hertz)

Convirtiendo la ecuación [3.8] a dBm se tiene lo siguiente:

$$N(\text{dBm}) = 10 \log \frac{KTB}{0.001} = 10 \log \frac{KT}{0.001} + 10 \log B \quad [3.9]$$

Para un ancho de banda B a temperatura ambiente 290°K, se tiene:

$$N(\text{dBm}) = 10 \log \frac{(1.38(10)^{-23} (290))}{0.001} + 10 \log B \quad [3.10]$$

Por lo tanto la ecuación final queda:

$$N(\text{dBm}) = -174 \text{dBm} + 10 \log B \quad [3.11]$$

3.3.6.1.4 Portadora a Ruido contra Señal a Ruido.

Otro parámetro de interés en la determinación de la ganancia del sistema es la relación portadora a ruido C/N. Donde C es la portadora de banda ancha (y sus bandas laterales asociadas) y N es la potencia de ruido de banda ancha (el ancho de banda del receptor).

3.3.6.2 Análisis del Perfil del Terreno

El perfil se refiere a una vista en corte real o imaginario que se hace a través de un plano transversal con relación al terreno que une la estación base y la estación remota, se deben incluir las edificaciones sobre las cuales se encuentren situadas las dos estaciones. Este dibujo debe ser realizado a escala, tanto en distancia como en elevación, adquiriendo los datos de cartas topográficas o de mapas digitalizados que se tengan disponibles.

“En la atmósfera de la tierra, la propagación del frente de onda puede alterarse por el comportamiento del espacio libre por efectos ópticos como la refracción, reflexión, difracción, e interferencia. Utilizando terminología no científica, la

refracción puede describirse como un *doblamiento*; la reflexión, como un *salto*; la difracción como *esparcimiento* y la interferencia, como una *colisión*.⁸⁷

La refracción gradual es una refracción del haz de la señal transmitida, se produce continuamente en la atmósfera terrestre. Lo que ocasiona que el haz no viaje en línea recta produciéndose una cierta curvatura. Para facilitar los cálculos se realiza una corrección de la trayectoria del haz.

La corrección más común y la más utilizada es aquella en la se considera el haz como una línea recta transmisor-receptor y se realiza la corrección en la curvatura de la tierra. La otra manera es considerando la tierra plana y las correcciones en el haz de la señal.

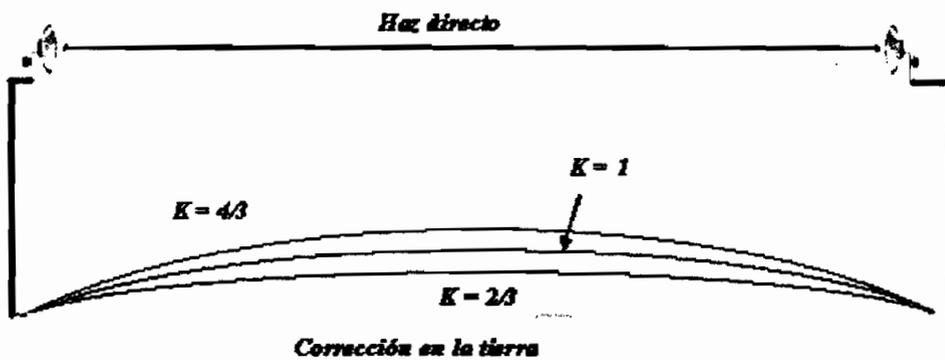


Figura 3. 10 Corrección en la curvatura de la tierra, haz directo

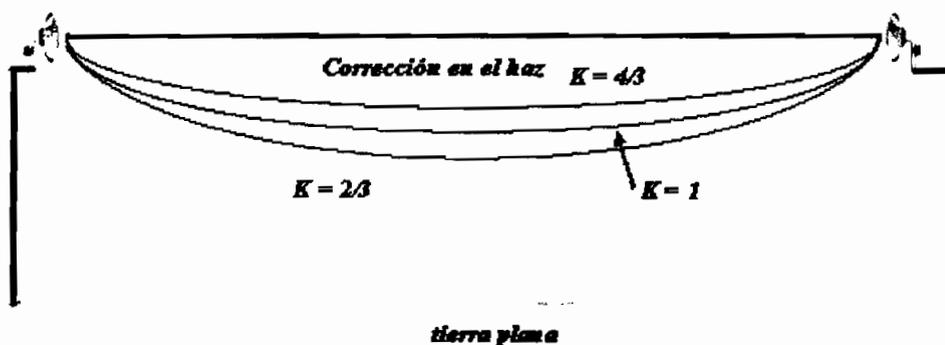


Figura 3. 11 Corrección en el haz de la señal, tierra plana

⁸⁷ Propagaciónse Ópticas de las Ondas de Radio. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Tomasi Wayne. 1996.

Para el cálculo de la altura de corrección en la construcción del perfil la expresión matemática utilizada es la siguiente:

$$hx = \left(\frac{dx - x^2}{2Ka} \right) \cdot 10^{-3} [m] \quad [3.12]$$

en donde:

hx = altura de corrección [m]

d = distancia del enlace [m]

x = distancia desde un sitio de referencia (Tx o Rx) al punto de interés [m]

K = constante del radio de la tierra ($K=4/3$ atmósfera estándar)

a = radio efectivo de la tierra ($a = 6730$ [km])

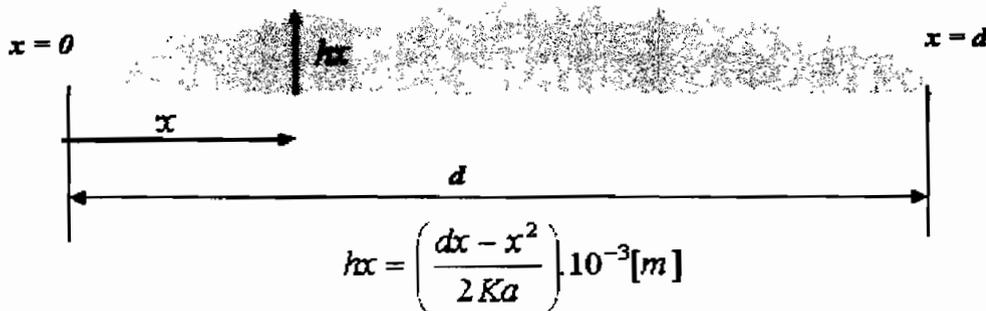


Figura 3. 12 Componentes para la corrección de la curvatura de la tierra

Para obtener un buen enlace debe considerarse la primera zona de Fresnel despejada y libre de obstáculos. Para la determinación del radio de la primera zona de Fresnel se usa la expresión matemática:

$$rF1 = \sqrt{\frac{\lambda \cdot d1 \cdot d2}{d}} [m] \quad [3.13]$$

en donde:

$rF1$ = radio de la primera zona de Fresnel

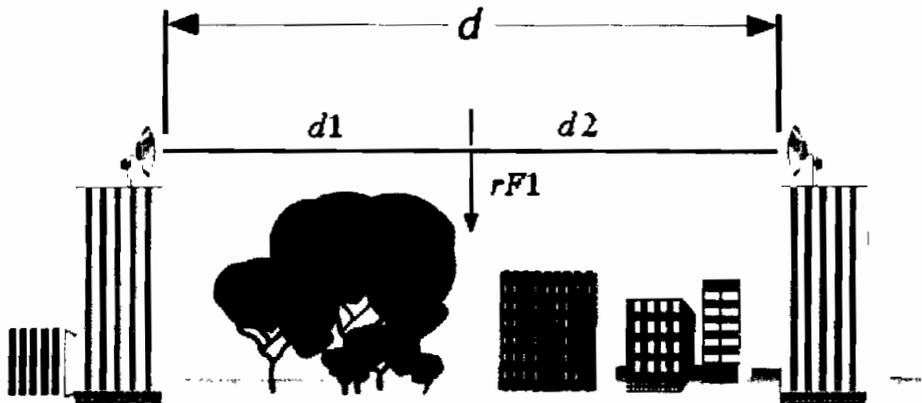
λ = longitud de onda de la señal transmitida [m]

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad c = \text{velocidad de la luz } (3 \times 10^8 [\text{m/seg}])$$

$$f = \text{frecuencia de operación [Hz]}$$

d_1 = distancia desde el punto de referencia hasta el sitio de interés [m]

d_2 = distancia desde el sitio de interés hasta el punto opuesto al de referencia [m]



$$rF1 = \sqrt{\frac{\lambda \cdot d_1 \cdot d_2}{d}} [m]$$

Figura 3. 13 Radio de la primera zona de Fresnel⁸⁸

Para un valor de $K = 4/3$, la primera zona de Fresnel debe estar despejada totalmente y para un $K = 2/3$ en 80% aproximadamente.

Ejemplo de cálculo:

La ganancia del sistema ayuda a determinar la zona de cobertura que se pretende cubrir, determinando los niveles de umbral de recepción conforme se sigue alejando del sitio escogido para la transmisión de la señal (estación base).

Como consecuencia de este análisis se obtiene la figura [3.3] Simulación de cobertura.

⁸⁸ Fresnel Clearance Zone <http://www.ydi.com/fresnelzone/index.php>

De la ecuación general [3.1] Ganancia del sistema:

$$G_s = P_t - C_{\min} \geq FM + L_p + L_f + L_b - G_t - G_r$$

Se calcula las pérdidas en el espacio libre, la frecuencia de trabajo es 5.8 GHz para una distancia de 550m que es el alcance máximo de los equipos con los que se va a trabajar (Orinoco), con la ecuación [3.6]:

$$L_p(\text{dB}) = 92,4 + 20\log f(\text{GHz}) + 20\log D(\text{km})$$

y reemplazando los parámetros de frecuencia y distancia:

$$L_p(\text{dB}) = 92,4 + 20\log(5,8) + 20\log(0,55)$$

entonces se tiene:

$$L_p(\text{dB}) = 102,475 [\text{dB}]$$

de pérdidas en el espacio libre.

Luego con la ecuación [3.7] para convertir una disponibilidad anual a una base para el peor mes, sobre un terreno normal y con un objetivo de confiabilidad para una trayectoria de 0,9999 se tiene que:

$$FM = 30\log D + 10\log(6ABf) - 10\log(1 - R) - 70$$

reemplazado en la ecuación:

$$FM = 30 \cdot \log(0,55) + 10\log(6 \times 1 \times 1 \times 5,8) - 10 \cdot \log(1 - 0,9999) - 70$$

por tanto el margen de desvanecimiento es:

$$FM = -22.373 \text{ [dB]}$$

Los niveles de ruido térmico con [3.9] se tiene:

$$N(\text{dBm}) = 10 \cdot \log \frac{KTB}{0,001} = 10 \cdot \log \frac{KT}{0,001} + 10 \cdot \log B$$

para un ancho de banda de 20MHz (característica de funcionamiento de los equipos Orinoco) a temperatura ambiente (290°K) se tiene:

$$N(\text{dBm}) = 10 \cdot \log \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \times 290}{0,001} + 10 \cdot \log (20 \times 10^6)$$

se tiene:

$$N(\text{dBm}) = -100,967 \text{ [dBm]}$$

La potencia de transmisión de los equipos ($P_t = 170 \text{ [mW]}$) obtenida de las características generales que proporciona el fabricante, se puede convertir a dBm sencillamente con:

$$P_t(\text{dBm}) = 10 \log \left(\frac{170 \text{ [mW]}}{1 \text{ [mW]}} \right) \text{ [dBm]}$$

obteniendo la potencia referida a 1mW:

$$P_t(\text{dBm}) = 22,3044 \text{ [dBm]}$$

La atenuación que introduce el cable de la antena transmisora se la puede determinar multiplicando el valor de atenuación por metro (dB/m) a la

frecuencia de operación, que el fabricante del cable especifica, por la longitud del cable.

Entonces se tiene que para un conductor RG-59 la atenuación es de 103,937dB/100m y a una frecuencia de operación de 5.8GHz, entonces se tiene que las pérdidas son 3,2dB.

La atenuación en los conectores de cables usados en el transmisor, que se puede estimar en algo así como 0,5 ~ 1 dB por cada empalme hecho con conectores mecánicos.

Ahora con las pérdidas totales de acoplamiento (1dB), y las pérdidas de los alimentadores (6,4dB) se puede determinar el nivel de umbral de recepción mínimo requerido para una buena recepción de los datos transmitidos.

De la ecuación de ganancia del sistema [3.1] se puede despejar el umbral de recepción, teniendo:

$$C_{\min} \leq -FM - Lp - Lf - Lb + Gt + Gr + Pt$$

realizando los reemplazos respectivos de los datos obtenidos mediante los cálculos anteriores:

$$C_{\min} \leq 22,373dBm - 102.475dB - 6,4dB - 1dB + 12dB + 22dB + 22.3044dBm$$

finalmente se obtiene el valor de umbral de recepción:

$$C_{\min} \leq -100,071dBm$$

Si varía por ejemplo el valor de umbral de recepción se obtendrá distintos valores de distancias, con lo que se puede realizar un bosquejo de la cobertura en los alrededores del sitio de transmisión. El programa de simulación ICS de la Superintendencia de Telecomunicaciones (Ecuador) realiza estos cálculos

para un control del espectro radio eléctrico en el Ecuador, con el que se obtuvo la figura 3.3.

3.3.7 EQUIPOS

Existe un número amplio de equipos y marcas que pueden ser utilizados en sistemas de acceso fijo inalámbrico. Los fabricantes a nivel mundial cada día ponen de manifiesto sus avances tecnológicos mostrando al mundo innovaciones, dando completa información acerca de sus productos.

Para el diseño de este sistema de acceso fijo inalámbrico, se buscó información (técnica) de algunos fabricantes se tuvo la oportunidad de conversar directamente con los proveedores y representantes en eventos como: "2° Foro Hispano Andino de nuevas tecnologías de la Información y la Comunicación" realizado en Quito, 22-23 de Julio de 2002; "Taller de *WLAN - Intel Corporation y Poxim Corporation*" realizado en Quito, 18 de Febrero del 2003; "*Aperto Networks*"; *SR Telecom*", etc.

En el Capítulo 2 con el *ranking* se seleccionó los equipos de "*Proxim Corporation*" con sus productos "*Orinoco Wireless Network*", que cumple los requisitos básicos y características técnicas apropiadas para este sistema de acceso. Las características principales de este producto se encuentran en el Anexo 2.

La homologación de equipos de sistemas de espectro ensanchado de largo alcance se puede realizar en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones siempre y cuando se cuente con una copia del certificado de homologación que recibió el fabricante de los equipos por parte de la *FCC* de los Estados Unidos, o de alguna Administración de los países de la Comunidad Europea, de Canadá, Japón y otras que considere en el futuro el CONATEL.⁸⁹

⁸⁹ Revisar la NORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE ESPECTRO ENSANCHADO. Resolución 538-20-CONATEL-2000.

En cuanto a las características de seguridad que el sistema de Proxim Orinoco provee, se tiene autenticación por medio de clave pública y privada, encriptación desde 64 a 152 bits, además reconocimiento de dirección *MAC*. Estas características suministran protección ante:

- Acceso de usuarios indebidos. Sólo los usuarios autorizados se pueden conectar a la red.
- Escucha de la información. Aunque un usuario no autorizado pudiera "escuchar" la información en el medio, no la entendería porque está encriptada.

3.3.7.1 El equipo para usuario

- o Orinoco 802.11a/b *ComboCard Silver 802.11b Wireless PC card* mostrada en la figura 3.14 es una tarjeta en formato PCMCIA. Se recomienda su utilización en computadores personales portátiles por la disponibilidad de puerto PCMCIA.



Figura 3. 14 Tarjeta PCMCIA

- o La tarjeta *PCI Orinoco 802.11a PCI Card* para computadores no portátiles mostrada en la figura 3.15, es recomendada para un computador de escritorio.



Figura 3. 15 Tarjeta PCI

- El equipo cliente *USB Orinoco 802.11b* mostrado en la figura 3.16 puede ser utilizado tanto para computadores portátiles como para computadores de escritorio. Por la facilidad de tener un conector tipo USB puede cambiarse fácilmente de computadora cuando se requiera.



Figura 3. 16 Cliente USB Orinoco

3.3.7.2 El Equipo para puntos de acceso

- El equipo *ORiNOCO AP-2000 Access Point* mostrado en la figura 3.17 tiene dos ranuras PCMCIA para tarjetas Orinoco 802.11a/b *ComboCard Silver 802.11b Wireless PC card* con conectores tipo para conexión de antenas externas, adicional a esto tiene un puerto *Ethernet 10/100 base-T*. 500 usuarios pueden acceder al punto de acceso con dos tarjetas PCMCIA.



Figura 3. 17 Equipo para punto de acceso Orinoco 2000

- El equipo *ORiNOCO AP-2500 Access Point* tiene las mismas características que el *AP-2000*, pero tiene una línea de salida adicional para interconexión con otras redes (*Access Gateway*). Una característica

especial que poseen estos equipos es el **inyector de potencia**, por el cual pueden ser alimentados remotamente, a través del cable UTP. El Inyector de Potencia disminuye el costo de instalación de AP en interiores y aún más en exteriores. Cabe resaltar que el uso de este dispositivo requiere de precauciones adicionales, por esta razón, los cables UTP que estén alimentando a los equipos deben ser etiquetados para evitar que se use en otro tipo de equipos. En la figura 3.18 se muestra el equipo *ORiNOCO AP-2500*.



Figura 3. 18 Equipo para punto de acceso Orinoco 2500

3.3.7.3 Antenas para los equipos de usuario y puntos de acceso

- Grupo de antenas Telex que funcionan en el rango de frecuencias de 5,725GHz a 5,825GHz, la mas adecuada para el punto de acceso es la antena Omnidireccional de 7.5 dBi de ganancia. Posee un conector tipo N estándar, con una impedancia de 50 ohmios y polarización vertical que está diseñada para aplicaciones WLAN, esta antena tiene un recubrimiento para protegerla de la intemperie, mide 28 cm y debe ser montada en un mástil de 51 mm, en la figura 3.19 se muestra una foto de la antena.

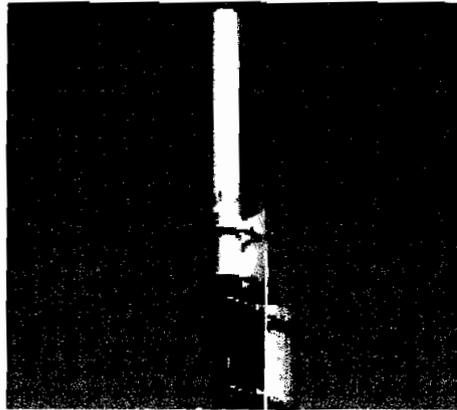
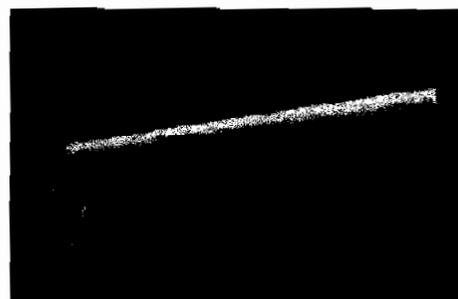


Figura 3. 19 Antena Omnidireccional de 7.5 dBi de ganancia

- Para el equipo de usuario pueden conectarse las antenas direccionales antena Yagi de 14dBi mostrado en la figura 3.20(b): tiene una longitud de 24 cm, posee conector estándar tipo SMA ó la Yagi de 16.5dBi en figura 3.20 (a) de 46 cm de longitud, con un conector tipo N mostradas en la figura 3.20, son antenas con polarización vertical y su impedancia nominal es de 50 ohmios, pueden ser montados en mástiles de 41mm de diámetro.



(a)



(b)

Figura 3. 20 Antenas direccionales Yagi

3.3.7.4 Pigtail

Orinoco en sus puntos de acceso poseen tarjetas inalámbricas *PCMCIA*, cuyas tarjetas tienen un diminuto conector para una antena externa El *Pigtail* (Cola de Cerdo) es un cable que permite conectar la tarjeta inalámbrica con un cable coaxial RG-58.

El *pigtail* es utilizado para conectar una antena externa a tarjetas *Avaya/Orinoco/Proxim/Lucent* con longitudes de 37.5 cm y 150 cm, con un cable de bajas pérdidas LMR-100A y con conectores N-macho y MC *card*, su impedancia característica es de 50 ohmios y produce una pérdida de potencia menor a 1dB, en la siguiente figura 3.21 se puede apreciar su apariencia. El costo aproximado es entre 14 y 35 USD⁹⁰ dependiendo el fabricante.

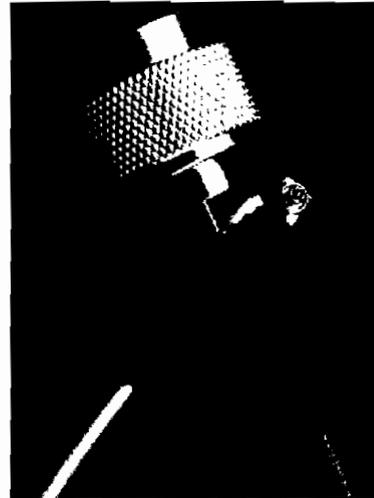


Figura 3. 21 *Pigtails* de 37.5cm a la izquierda y de150cm de longitud a la derecha

3.3.7.5 Cable de conexión de radiofrecuencia

La línea de transmisión de que se utiliza en este equipo es un cable coaxial RG-58 que tiene una impedancia característica de 50 ohmios con conectores tipo N en los extremos, por tanto no es posible conectar el *pigtail*, necesariamente se tiene entonces que utilizar el protector contra rayos. Es una forma de proteger el sistema por falla de descuido.

⁹⁰Área WI-FI. C/ San Diego, 3 3-A | 50004 Zaragoza, España | (+34) 976,239389

La pérdida que presenta el cable es proporcional a la distancia del mismo, 0.22 dB por metro, y los conectores introducen pérdidas de 0.1 dB, por tanto en un cable de 3 metros, las pérdidas totales serían de 1.52 dB y su costo aproximado de 22 USD⁹¹. En la figura 3.22(a) se puede apreciar la fotografía de un conector tipo N y en la figura 3.22(b) un cable coaxial.



Figura 3. 22 Fotografías de conector tipo N y cable coaxial.

3.3.7.6 Protección contra rayos

Una medida de seguridad contra rayos es muy importante en los equipos que son instalados en exteriores, caso contrario podría caer un rayo e inutilizar el sistema de forma inesperada o incluso podría causar daño a individuos. El protector contra rayos **anti-tormentas** (*LIGHTNING ARRESTOR*) construido por CISCO protege a los equipos desviando la sobrecarga de un rayo que cae a la antena hacia tierra. Es indispensable además, un sistema de puesta a tierra que esté conectado a este pequeño dispositivo.

El protector contra rayos anti-tormentas posee en sus extremos conectores tipo N hembras, posee una impedancia característica de 50 ohmios e introduce pérdidas de 0.4 dB y la corriente de sobre tensión es de 2000 Amp. En la figura 3.23 se muestra un diagrama del *lightning arrestor* de CISCO.

⁹¹Área WI-FI. C/ San Diego, 3 3-A | 50004 Zaragoza, España | (+34) 976,239389



Figura 3. 23 Lightning arrester

3.3.7.7 Sistema de puesta a tierra

En el presente proyecto no tiene como objetivo el diseño del sistema de puesta a tierra, pero es recomendable cumplir obligatoriamente con las normas técnicas vigentes, en este caso en el Ecuador, para la protección de los equipos y el personal que opere el sistema.

Es recomendable poner un pararrayos por precaución, para disminuir la probabilidad de que un rayo pueda llegar a la antena y dañe los equipos. Para evitar una realimentación de energía es necesario que la antena y sus accesorios de montaje sean colocados en un sistema diferente de tierra, además que el sistema de la antena esté lo suficientemente separado del sistema de pararrayos, para evitar una realimentación de energía.

Un buen sistema de puesta a tierra debe ser hecho por una o varias varillas *cooperwell* unidas mediante un cable 0 AWG o 1 AWG desnudo que debe estar conectado al cascarón de la antena, al mástil que la sujeta y al protector contra rayos. En la figura 3.24 se muestra un bosquejo de un sistema de puesta a tierra para el sistema propuesto.

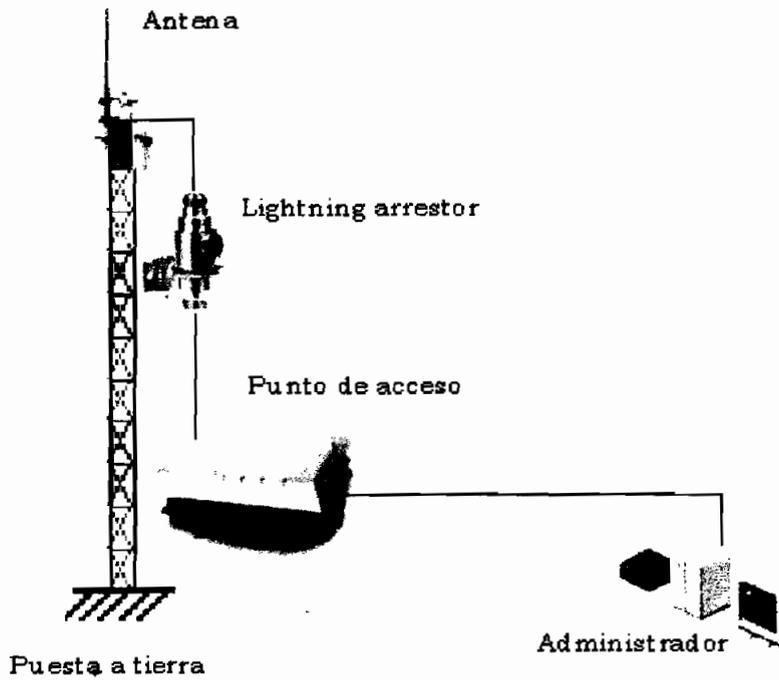


Figura 3. 24 Sistema de puesta a tierra y protección contra rayos

3.3.8 ESTRUCTURA GENERAL DE LA RED

La estructura de la red es el arreglo u organización de partes en un sistema, en el caso presente son los componentes principales que posee la red de acceso a Internet. La configuración de la red de acceso (topología) es una configuración punto multipunto. En la figura 3.25 se muestra un bosquejo de la configuración del sistema de acceso fijo inalámbrico *FWA* a Internet para un barrio de la ciudad de Quito, con los equipos requeridos y los posibles usuarios de la red de acceso a Internet.

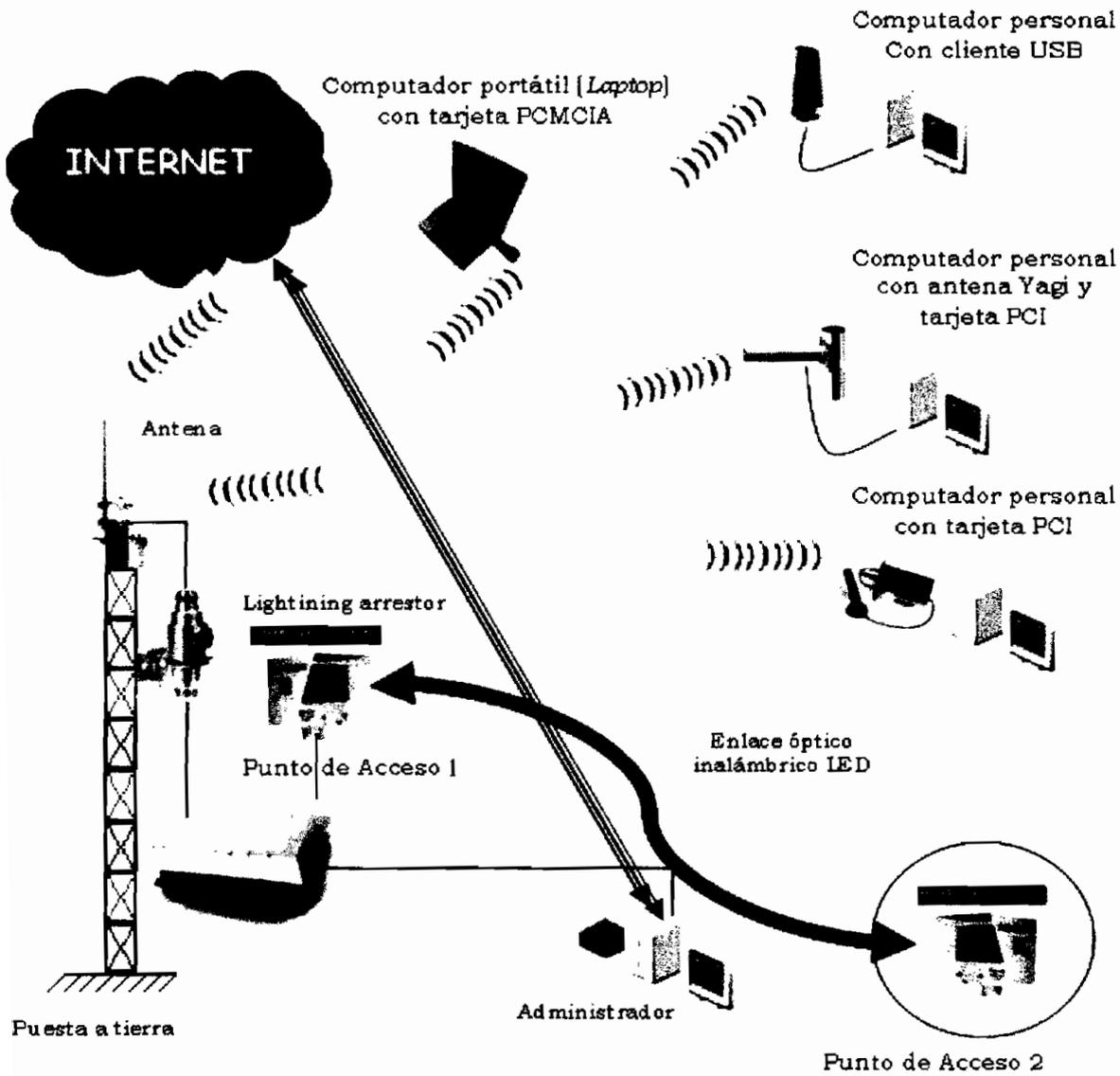


Figura 3. 25 Sistema de Acceso Fijo Inalámbrico a Internet. Configuración punto multipunto.

CAPÍTULO 4

RENTABILIDAD

Se estudia la calidad (índice de atractividad) de la inversión. Esto comprende: costos, rentabilidad, tiempo de amortización de la inversión, en comparación con otros sistemas de acceso guiados y otros sistemas de acceso inalámbricos.

4.1 ANÁLISIS FINANCIERO⁹²

Tres pueden ser los motivos por los que se pudiera decidir instalar un sistema de acceso inalámbrico, a saber:

- Lograr acceso inalámbrico en zonas rurales para proveer servicios básicos, o en zonas urbanas para integrar servicios.
- Ofrecer conectividad de una manera novedosa y diferente para el entorno.
- Conseguir un beneficio económico aprovechando los bajos costos de instalación, rápida conexión a nuevos usuarios y gran capacidad del interfaz aéreo.

Salvo escasas excepciones, las dos primeras razones actualmente todavía no tienen bastante fuerza para constituir por sí solas un estímulo suficiente para el futuro proveedor y usuario, que buscan fundamentalmente una rentabilidad para justificar una inversión, a veces considerable, en un sistema de acceso fijo inalámbrico.

Es esencial, pues, conseguir que toda la instalación, además de satisfacer parcial o totalmente las necesidades de servicios, del usuario, cumpla con el requisito fundamental de suponer un ingreso económico para éste (o para el

⁹² Proyectos de Energía Solar, CENSOLAR, Sevilla – España, 1998.

propietario de la instalación), al igual que se exigiría con otra inversión cualquiera. De otro modo, la aceptación masiva de los sistemas de acceso fijo inalámbrico por parte de la población en general se retrasaría inevitablemente.

De acuerdo con lo anterior es necesario tener en cuenta que salvo, como se ha dicho, en casos muy particulares, un factor importante en cualquier instalación es su durabilidad y funcionamiento eficaz por varios años. Incluso cualidades como las funciones de los equipos, gran eficiencia en el uso del espectro electromagnético o calidad de servicio son secundarias comparándolas con la que se consideran importantes: la durabilidad de la instalación y funcionamiento eficaz tanto del Punto de Acceso como de los equipos de usuario.

Una red de acceso de nueva tecnología para el medio realizada con equipos y materiales de primera calidad – lo cual no quiere decir necesariamente de muy elevado precio – concienzudamente montada y revisada debe ser capaz de tener una vida útil de diez a quince años, con un razonable mantenimiento y algunas reparaciones inevitables. Los expertos consideran que una nueva tecnología de telecomunicaciones que se implante en el mercado ecuatoriano tendrá un tiempo de producción útil de al menos diez a doce años antes de quedar obsoleta⁹³, poniendo como ejemplo las redes celulares TDMA, GSM CDMA implantadas por Conecel, Otecel y Telecsa en el país.

En la mente de todo proyectista, diseñador e instalador debe fijarse la idea de que es preciso realizar la instalación para que ésta dure y funcione correctamente más de una década, sin mayores problemas para el usuario. Por ello, deberán rechazarse todos aquellos materiales que, aunque sean baratos, no ofrezcan absoluta garantía y cuidar escrupulosamente cada detalle que pueda originar problemas con el paso del tiempo.

⁹³ Fuente: Departamento de Quality Assurance de OTECEL S. A. (Quito) – Jefe de Laboratorio de Impsatel S. A. (Quito), indicaron una duración de 15 años, basándose en su experiencia. Es importante tomar en cuenta que no se trata del tiempo de auge de la tecnología, sino más bien, el tiempo que esta es capaz de proucir. Como ejemplo: la central telefónica celular *TDMA* que funciona en Otecel S. A. fue fabricada en 1989.

Se considerará que una instalación, o parte de ella, habrá finalizado su vida útil cuando los gastos de mantenimiento hayan crecido desmesuradamente, o para cuando para continuar su funcionamiento con unas prestaciones aceptables, exija reparaciones o sustituciones cuyo costo económico sea tan alto que pueda considerarse la opción de realizar una inversión en nuevos equipos. También puede ser el caso que la tecnología quede corta en ventajas respecto de las nacientes, perdiendo simpatizantes, así puede llegar a ser considerada obsoleta en el momento en que las ganancias que produce empiezan a acercarse a los costos de mantenimiento y operación.

Mucho antes de que la instalación finalice su vida útil, se espera devolver con creces al propietario de la misma la inversión que realizó en su momento, como se ve más adelante.

4.2 DEFINICIONES Y PROCESO DE CÁLCULO⁹⁴

Debido a que, como se verá más adelante, las fórmulas de cálculo de rentabilidad y tiempo de amortización pueden variar según el caso en análisis, es necesario tener en cuenta ciertos factores básicos que los párrafos a continuación ayudan a distinguir.

No se trata de hacer una análisis económico exhaustivo (y, por tanto, forzosamente complejo), que únicamente podría tener sentido para proyectos muy grandes e inversiones muy elevadas, que por ello precisen de una exposición muy en detalle de cada uno de los aspectos de su rentabilidad, sino de hacer un sencillo pero riguroso estudio usando parámetros simples que cualquier profesional pueda comprender y que será suficiente en la mayoría de casos de proyectos puntuales.

En primer lugar, antes de abordar el cálculo de la rentabilidad de un sistema de acceso, es preciso tener en cuenta si éste se realiza en sustitución de un sistema convencional o de si coexisten ambas instalaciones.

⁹⁴ Proyectos de Energía Solar, CENSOLAR, Sevilla – España, 1998.

Cuando se plantea la opción de acceder a una red de acceso convencional (uso de *dial-up*) para, por ejemplo, dotar a una vivienda de Servicio de Internet o, alternativamente, una instalación (acceso inalámbrico) que la sustituya total o parcialmente, se debe considerar varios factores.

Normalmente el acceso inalámbrico va a suponer una inversión inicial mayor que el acceso convencional, aunque, como se verá, esta diferencia es compensada sobradamente al cabo de algunos años con el ahorro producido por el primero.

En caso de empresas que requieren mantener segura su conectividad, a veces, se considera instalar además una red de respaldo o soporte (vía radio-módem o par de cobre). En este caso el costo total no es la suma de lo que costaría cada una de las instalaciones por separado, pues éstas tendrán elementos comunes.

En otros casos la instalación de respaldo ya existe y lo que se desea es instalar el acceso inalámbrico sin desmontar aquella.

De lo anteriormente expuesto se deduce que, a la hora de evaluar la verdadera dimensión de la inversión, se ha de tener en cuenta que ésta será en realidad la diferencia entre la inversión total que supone el acceso fijo inalámbrico y otra opción, sea *dial-up*, ADSL u otra. En el caso del usuario *dial-up*, que opta por una conexión inalámbrica, la inversión es la que se necesita en los nuevos componentes que requiera para lograr conexión inalámbrica. En el caso del proveedor *dial-up* que opte por instalar una nueva red de acceso, su inversión sería la de los nuevos componentes requeridos para la naciente red de acceso. En estos dos últimos casos no se consideran los componentes antiguos que pasan a ser elementos comunes compartidos por ambas redes.

Para continuar con las siguientes secciones defínase como: **instalación convencional** a una tarjeta de módem *dial-up* instalada en un computador, conectándose al Internet por medio de una línea telefónica, con los respectivos costos de uso telefónico; y como **instalación inalámbrica** a un equipo terminal

conectado a un computador, con su respectiva antena y equipo de radio-módem que permita la conexión inalámbrica al punto de acceso al servicio.

Si, por ejemplo, usando valores arbitrarios, desde el punto de vista de un nuevo usuario, se ofrecen dos opciones de interconexión al Internet para su vivienda: una Instalación Convencional cuya tarjeta de módem *dial-up* instalada en su computador inicialmente cuesta 25 dólares, y línea telefónica 70 dólares incluida su instalación; o un sistema de acceso inalámbrico con equipos y antenas que bordee los 400 USD, la cantidad que se considera como inversión no es 400 USD, sino de $\$400 - \$70 - \$25 = \305 , ya que de todas formas se habría de gastar \$95 en la instalación convencional sin tener ninguna ventaja en servicios y costos.

Para los usuarios, es pues un error considerar imputable a la instalación inalámbrica todos los gastos realizados, y pretender recuperar en unos pocos años la totalidad de la inversión, cuando esto mismo no se plantearía en ningún caso para una instalación convencional, en la cual la inversión se considera un gasto obligado y casi perdido, pues no se espera un retorno del capital destinado para ello.

Por tanto, se hablará siempre de **inversión diferencial** refiriéndose a la inversión real en una instalación inalámbrica, descontando la inversión en la instalación convencional que sustituye en el caso de que ésta exista. La inversión diferencial es cero en caso de existir una instalación convencional previa, esto quiere decir, que ya tiene acceso *dial-up* instalado. La inversión diferencial es aquella imputable estrictamente a aquellos elementos de acceso inalámbrico de la instalación, no comunes a otras instalaciones coexistentes.

Lo mismo sucede al evaluar los costos de mantenimiento mensual, ya que a éstos habrá que deducirles lo que costaría el mantenimiento de la instalación convencional, para lograr el cálculo del verdadero beneficio.

Se define aquí dos conceptos útiles: el período de retorno del capital invertido y la tasa de rentabilidad interna.

El **período de retorno** del capital es, como su nombre lo indica, el tiempo que transcurre desde que se realiza la inversión hasta que el ahorro (o ganancias) producido por la instalación amortice totalmente la misma.

La **tasa de rentabilidad interna TIR** o abreviadamente **rentabilidad** de la instalación es el tipo de interés que tendría que existir para que la inversión en el sistema inalámbrico, una vez llegado al final de su vida útil, hubiera producido el mismo beneficio que una capitalización con dicho tipo de interés.

La tasa de rentabilidad determina el interés efectivo del dinero que produce la inversión realizada y, por tanto, si ésta fuera inferior al obtenible en el mercado financiero, sería un indicativo de una mala inversión, ya que se podría obtener mayor rentabilidad de otro modo. Por el contrario, una tasa de rentabilidad claramente superior al interés medio del dinero indica que la inversión en el proyecto es aconsejable y rentable. Este será el objetivo a conseguir en todos los casos.

Para los usuarios, la tasa de rentabilidad interna, al tener en cuenta no sólo el ahorro de consumo telefónico, sino también el tiempo de vida útil de los equipos de acceso, creciendo en la medida que lo hace el ahorro (incrementos de tarifas telefónicas), resulta el parámetro más indicativo de la verdadera rentabilidad de una instalación inalámbrica.

Para poder evaluar correctamente y comparar las cantidades que intervienen en el estudio de la rentabilidad de un proyecto es preciso tener en cuenta que éstas (gastos e ingresos o ahorro) variarán, normalmente al alza, como consecuencia de la inflación. Por ello, resulta útil referirse y tomar como unidad comparativa al valor del dinero en el momento de efectuar la inversión, traduciendo todas las cantidades a lo largo de los diferentes años a su valor equivalente en dicho año.

Así, por ejemplo, el costo anual de operación, tanto el de mantenimiento como de funcionamiento o el de reparación y sustitución de piezas, suele ir incluido

en un contrato de servicio con un costo que puede ser constante e igual a un porcentaje sobre la inversión total, o bien variable de año en año. En este último caso, aunque es lógico que los costos de mantenimiento sean menores durante los primeros años y vayan aumentando con el paso del tiempo – debido a algunas averías o a la sustitución de partes – para simplificar el cálculo se supone un costo de mantenimiento tal que en el primer año sea M (por ejemplo un 3% del valor total de la instalación) y vaya creciendo con los años en la misma proporción que lo haga el costo de la vida, definido por el índice de inflación.

Si el sistema de tarificación fuese invariable (luz y teléfono), el porcentaje de mantenimiento anual suele ser mucho mayor (del orden del 7% u 8% del valor de la inversión inicial), pero se tendría la ventaja de que no aumentaría con la inflación.

En cualquier caso conviene diferenciar el costo de mantenimiento atribuible estrictamente a la instalación inalámbrica del de la instalación o partes de la instalación convencional.

En cuanto a factores tales como el interés del dinero, la inflación o el aumento anual del costo del servicio de teléfono sustituido (que determina el ahorro neto que la instalación produce) sumado al valor agregado por nuevos servicios y rápida conexión, no pueden conocerse de antemano, y no existe más solución que el de estimarlos de acuerdo con las previsiones económicas. Para todos estos factores se supone válidos unos valores medios, constantes a lo largo de los años, aunque se sabe que se producirán fluctuaciones a lo largo del año en uno y otro sentido. En todo caso siempre se podrán aplicar correcciones concretas cuando se consideren adecuadas.

Un objetivo muy interesante sería el de lograr que cualquier usuario tuviese acceso, mediante regulación oficial, a préstamos por un importe igual al total de la inversión diferencial requerida para dar acceso inalámbrico a la persona, a un plazo y tipo de interés tal que las cuotas de la cantidad a devolver no fuesen superiores a los actuales gastos de Internet del usuario. De esta forma, podría

afirmarse que el acceso inalámbrico sería *gratuito* desde el primer momento, pues el gasto que de todas maneras tendría que afrontar el usuario para pagar la instalación convencional sería el mismo que la cantidad destinada a ir cancelando el préstamo y los intereses. No habría entonces ninguna razón lógica par no elegir la opción de un acceso inalámbrico. Como se ve más adelante, este objetivo no es tan utópico como algunos pueden creer.

Sea C el costo de la inversión diferencial, A el ahorro previsto anualmente (a causa de no usar la línea telefónica y disminuir las pérdidas de tiempo) y M el costo del mantenimiento y operación durante el primer año de vida de la instalación.

Para calcular el ahorro total producido en un período de tiempo de t años habrá que tener en cuenta, por una parte, el previsible incremento de los costos de la telefonía cada año. Sea v dicho incremento en tanto por uno.

Por otra parte, tampoco representará el mismo dinero una cantidad en un año que en otro. Suponiendo que, teóricamente, se podría obtener una rentabilidad del dinero colocándolo a un interés e , una cantidad inicial X al cabo de t años se convertiría en $X \cdot (1+e)^t$, e, inversamente, una cantidad que al cabo de t años sea X , correspondería a una cantidad inicial de $X/(1+e)^t$.

Combinando ambos conceptos se puede afirmar que el ahorro bruto en un período de t años equivaldría en dinero "traducido" a su valor en el primer año de:

$$A \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+v}{1+e} \right)^k$$

De forma análoga, el costo total de mantenimiento y operación en dicho período, comparándolo con el valor del dinero en el momento inicial, es:

$$M \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k$$

Donde i es el valor de la inflación anual, ya que se supone que la factura del mantenimiento aumentará igual que lo hace el índice de inflación.

Por lo tanto, el ahorro neto, esto es, el ahorro bruto menos el costo de mantenimiento y operación, será:

$$\text{Ahorro} = A \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+v}{1+e} \right)^k - M \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k \quad [4.1]$$

Y el beneficio neto B (asimismo en unidades monetarias del primer año) que la instalación proporciona es:

$$B = A \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+v}{1+e} \right)^k - M \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k - C \quad [4.2]$$

Si se calculase B para los primeros años, se vería que el resultado sería negativo, es decir, el ahorro no habría todavía alcanzado a compensar la inversión.

Llegará un año t para el cual B sea cero (o aproximadamente cero). Este valor de t será precisamente el tiempo de retorno de la inversión. A partir de dicho año, y hasta el fin de la vida útil de la instalación, todo el ahorro que vaya produciendo se convertirá en beneficio neto, ya que la inversión ha sido amortizada.

Para calcular el tiempo de retorno t , que hace que el valor de B sea cero, es preciso sumar numéricamente las series de que consta la ecuación [4.2] o bien recurrir a un programa de computadora sencillamente diseñado en una hoja de cálculo usando la herramienta de ajuste o *solver*. Se explica esto con los cálculos más adelante.

Para calcular la tasa de rentabilidad interna r (o TIR) habrá que suponer un tiempo de vida útil para la instalación. Lo ideal sería que éste sea de 10 años, pero se adoptará un criterio más conservador, suponiendo que solo fuese de 8 años.

Según la definición de r , hay que calcular el interés e que habría que tomar en la ecuación [4.2] para que B fuese cero cuando $t = 8$, es decir, llamando ahora r al parámetro designado por e en [4.2]:

$$A \cdot \sum_{t=1}^8 \left(\frac{1+v}{1+r} \right)^t - M \cdot \sum_{t=1}^8 \left(\frac{1+i}{1+r} \right)^t - C = 0 \quad [4.3]$$

Tampoco se puede despejar r de forma explícita, sino que habrá que proceder a desarrollar los sumatorios empleando, si se prefiere, la suma de una serie geométrica, o mediante tanteo, calculando r de forma que el resultado de [4.3] sea lo más próximo a cero posible. Si se dispone de un computador o calculadora programable, puede realizarse un sencillo análisis que ajuste el miembro izquierdo de la ecuación [4.3] a cero variando r . Por ejemplo, del mismo modo que se haría el análisis manualmente, se puede empezar en un 5% ($r = 0,05$), e ir haciendo incrementos de 1% hasta aproximarse al cero, y seguir disminuyendo el incremento hasta obtener la precisión deseada, este método se conoce como aproximaciones sucesivas.

Para facilitar el proceso de cálculo en computadora o calculadora programable, usando la propiedad de las series geométricas se deduce las siguientes expresiones:

La sumatoria general de una serie geométrica está dada por

$$S = \sum_{i=1}^n a \cdot r^{i-1} = a \cdot \frac{r^n - 1}{r - 1} \quad [4.4]$$

de modo que para encontrar la suma de las series que componen el beneficio B , [4.2] podría expresarse así:

$$B = A \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+v}{1+e} \right) \cdot \left(\frac{1+v}{1+e} \right)^{k-1} - M \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right) \cdot \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^{k-1} - C \quad [4.5]$$

Aplicando la ecuación [4.5] en [4.5] se obtiene:

$$B = A \cdot \left(\frac{1+v}{1+e} \right) \cdot \frac{\left(\frac{1+v}{1+e} \right)^t - 1}{\frac{1+v}{1+e} - 1} - M \cdot \left(\frac{1+i}{1+e} \right) \cdot \frac{\left(\frac{1+i}{1+e} \right)^t - 1}{\left(\frac{1+i}{1+e} \right) - 1} - C \quad [4.6]$$

Para el análisis en una hoja de cálculo convencional podrían definirse, con el único propósito de simplificar la digitación, U y T así:

$$U = \left(\frac{1+v}{1+e} \right)^t \quad T = \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^t \quad [4.7]$$

Aplicando las dos ecuaciones anteriores en [4.6] y haciendo ciertas transformaciones se puede llegar a

$$B = A \frac{(U-1)(v+1)}{v-e} - M \frac{(T-1)(i+1)}{i-e} - C \quad [4.8]$$

que junto a las ecuaciones [4.7] se ingresa en cualquier herramienta de cálculo que se escoja de manera más fácil.

[4.7] y [4.8] sirven entonces para calcular el beneficio generado por la instalación a los t años, y el tiempo de amortización t cuando B se aproxima a cero.

Las ecuaciones anteriores en este capítulo son las que se usan normalmente para realizar el análisis financiero de cualquier proyecto. Si se hace la eliminación de los sumatorios por medio de series geométricas, se llega a las siguientes ecuaciones.

$$U = \left(\frac{1+v}{1+r}\right)^8 \quad T = \left(\frac{1+i}{1+r}\right)^8 \quad [4.9]$$

$$B = A \cdot \frac{(U-1) \cdot (v+1)}{v-r} - M \cdot \frac{(T-1) \cdot (i+1)}{i-r} - C \quad [4.10]$$

4.3 ANÁLISIS FINANCIERO PARA EL OPERADOR DEL SISTEMA

El índice de atractividad o calidad de una inversión viene dado en conjunto por los siguientes parámetros: costo, rentabilidad y tiempo de amortización de la inversión. Son todos estos indicadores los que un inversionista requiere para poder evaluar cierto proyecto.

4.3.1 COMPARACIÓN CON SISTEMAS DE ACCESO GUIADOS

En los accesos *dial-up* y *ADSL* se toma para el análisis una base de equipos con 50 módems (ejemplo tomado de *How to Become an ISP whitepaper* "Cómo ser un ISP" en el que se explica que para que exista una disponibilidad aceptable se logra con una razón de 10 a 1, clientes por línea telefónica; y una razón de 7 a 1 se cataloga como un servicio *Premium* por la facilidad de acceder al mismo), ya que se trata de tener una idea general de la parte financiera. En las secciones: 4.3.1.1 se demuestra que un equipo de acceso *dial-up* de 50 módems permite servir alrededor de 350 usuarios; en 4.3.1.2 se muestra que un equipo de acceso *ADSL* de 50 puertos permite servir únicamente a 50 usuarios; y, en 4.3.1.3 se muestra el caso de un punto de acceso que sirve a 250 usuarios, siendo un estimado algo conservador respecto de los resultados obtenidos en la encuesta (596 usuarios/km²)⁹⁵.

La rentabilidad no depende tanto del número de puertos o número de usuarios que posea el sistema, sino más bien, del tipo de red de acceso, pues del tipo de acceso es que dependen los costos de operación. La rentabilidad del sistema depende del tipo de acceso que se está considerando más no de su tamaño porque todo el sistema está en la misma proporción. Un sistema

⁹⁵ Área del barrio: 400.350m². Error de la encuesta en el peor de los casos: 21,38%. Población de usuarios del barrio: 335. $densidad = 335 \text{ usuarios} / 0,4 \text{ km}^2 \times 29/32 \times (100\% - 21,38\%) = 596 \text{ usuarios} / \text{km}^2$.

pequeño de cierto tipo de acceso arrojará aproximadamente la misma rentabilidad que un sistema grande del mismo tipo.

En el siguiente análisis se supone que los usuarios cuentan con tarjeta de red y módem debidamente instalados en sus computadores.

Para un *ISP* que está estableciéndose en la Ciudadela Matovelle, destinado para proveer el servicio de Internet en el sector, se han presentado tres opciones diferentes para satisfacer las necesidades de acceso (última milla).

Para la primera de ellas (Caso A), consistente en la instalación de un servidor de 50 módems V.90, cada cual con su respectiva línea telefónica, se ha presupuestado un total de \$28.400 según la tabla 4.1, incluida mano de obra de la instalación. La segunda opción (Caso B) contempla el montaje de pares de cobre, con módems *ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)* trabajando asimétricamente y se ha presupuestado en \$64.950, de acuerdo con la tabla 4.2. La tercera opción (Caso C) consiste en un sistema de acceso inalámbrico en el cual cada usuario cuenta con su módem inalámbrico y su antena, se ha presupuestado en \$10.990, cuyo desglose se indica en la tabla 4.3.

Componente del ISP	Costo (i = una vez, m = mensual)
50 líneas telefónicas comerciales instaladas en el servidor de conexión ⁹⁶	\$70 x 50 = \$3.500 (i)
Costo de mantenimiento mensual de 50 líneas comerciales ⁹⁷	\$12 x 50 = \$600 (m)
Servidor de acceso <i>dial-up</i> , 50 módems instalados con respaldos y UPS ⁹⁸	\$24.900 (i)
Costo del mantenimiento y configuración del servidor de acceso ⁹⁸	\$220 (m)
TOTAL INICIAL	\$28.400 (i)

Tabla 4. 1 Precios de un sistema de acceso *Dial-up* para proveer el servicio de Internet (Caso A)

Componente del ISP	Costo (i = una vez, m = mensual)
50 pares de cobre instalados desde el ISP hasta el usuario ¹⁰⁰	\$85 x 50 = \$4.250 (i)
Equipos de usuario: 50 módems de cobre ¹⁰¹	\$790 x 50 = \$39.500 (i)
Costo de mantenimiento de la planta externa ¹⁰²	\$0,35 x 50 = \$ 17,5 (m)
Punto de acceso ADSL ⁹	\$ 21.200 (i)
Costo de mantenimiento y configuración del punto de acceso ¹⁰³	\$60 (m)
TOTAL INICIAL	\$64.950 (i)

Tabla 4. 2 Precios de un sistema de acceso para proveer servicio de Internet usando ADSL (Caso B)

⁹⁶ Son dos las principales opciones al momento de implementar un acceso *Dial-up*: la primera es usando equipos en los cuales existen un módem, físicamente separado, por cada una de las líneas telefónicas; la segunda es usando equipos que reciban la información de 24 o 30 líneas telefónicas a través de enlaces T1 o E1, respectivamente, con el operador telefónico. Los costos indicados en la tabla sirven, de manera aceptable, para los dos casos. Una línea telefónica comercial en Andinatel S. A. al Marzo del 2004 cuesta \$67 con impuestos más el costo del cable utilizado. Fuente: llamada telefónica a 100, opción 4. (Ventas).

⁹⁷ Fuente: Andinatel S. A. Son las líneas que interconectan el ISP con Andinatel.

⁹⁸ Fuente: Paradyne (Alliance Datacom de EEUU). Los equipos incorporan el UPS.

⁹⁹ Costo de 3 horas diarias de un Ing. de Operaciones y Mantenimiento Jr. Fuente: Manpower (tercerizadora de recursos humanos)

¹⁰⁰ Longitud promedio de la línea: 250m. Se considera par trenzado de cobre. Fuente: Cables Eléctricos Ecuatorianos Cablec S. A

¹⁰¹ Fuente: Patton Inc. - EEUU

¹⁰² 0,4% del valor inicial para una reposición en alrededor de 20 años, que coincide con el tiempo de vida útil pronosticado por el fabricante Cables Eléctricos Ecuatorianos Cablec S. A.

¹⁰³ Costo de 1,5 horas diarias de un Ing. de Operaciones y Mantenimiento Jr. Fuente: Manpower (tercerizadora de recursos humanos)

Componente del ISP	Costo (i = una vez, m = mensual)
Antena, módem de usuario y accesorios necesarios ¹⁰⁴ e instalación ¹⁰⁵	(\$95 + \$89 + \$21+\$23) x 50 = \$11.400 (i)
Punto de acceso inalámbrico, con antena omnidireccional y otros elementos ¹²	\$1.340 (i)
Costo de mantenimiento y administración del punto de acceso ¹⁰⁶	\$60 (m)
Costo de instalación, poste, pararrayos	\$ 400 (i) ¹⁰⁷
Arrendamiento del espacio en el edificio	\$150 (m)
TOTAL INICIAL	\$13.140 (i)

Tabla 4.3 Precios de un sistema de acceso para proveer servicio de Internet usando acceso Inalámbrico (Caso C)

El costo de mantenimiento y funcionamiento para cada caso va a ser variable y debe ser evaluado, por encima de lo que indiquen las tablas 4.1, 4.2 y 4.3.

Posteriormente se calcula el tiempo de retorno para la inversión en las instalaciones de los casos A, B y C y su tasa de rentabilidad interna dados los siguientes datos (ver secciones 4.3.1.1, 4.3.1.2 y 4.3.1.3):

- Tiempo útil de vida de la instalación = 8 años
- Índice real de inflación = 6,11%¹⁰⁸
- Incremento previsto en los costos del servicio de teléfono = 0% (incremento probable¹⁰⁹)
- Interés financiero neto en la banca para un capital = 11,74%¹¹⁰

Sin perjuicio de las ecuaciones [4.7] y [4.8] descritas anteriormente, que son funcionales al aplicar *so/ver* en una hoja de cálculo o calculadora programable, a continuación se resuelven los tres casos usando el método de las tablas.

¹⁰⁴ Fuente: Proxim Orinoco, Telex Communications Inc. – EE.UU.

¹⁰⁵ Fuente: Netrix Cía. Ltda.

¹⁰⁶ Costo de 1,5 horas diarias de un Ing. de Operaciones y Mantenimiento Jr. Fuente: Manpower S. A. (tercerizadora de recursos humanos).

¹⁰⁷ Fuente: departamento de ingeniería Otecel S. A.

¹⁰⁸ Promedio anual de inflación desde 5-31-2003 hasta 4-30-2004. Fuente: Banco Central del Ecuador.

¹⁰⁹ Entre mayo del 2003 y mayo del 2004 no se han registrado incrementos en las tarifas telefónicas, Andinatel y Pacifictel tramitaron en el 2003 un alza de casi el 30% del costo del servicio, que fue negado por el órgano regulador.

¹¹⁰ Promedio anual de tasa activa desde 1-6-2003 hasta 30-5-2004. Fuente: Banco Central del Ecuador.

4.3.1.1 Caso A. Acceso *Dial-up*.

Para el caso del proveedor es necesario hacer ciertos cambios sobre forma de la ecuación [4.2], que no harían falta al calcular la rentabilidad para los usuarios. Desde el punto de vista del operador, no hay un ahorro, sino más bien, un ingreso proporcionado por la "renta" del acceso (o enlace de última milla), por lo que A , en la ecuación, se debe considerar el ingreso bruto mensual. La variable v representa en este caso a la tasa de incremento del costo del acceso, dado que el dato, como se indica anteriormente, está tomado de la tabla 2.1, se debe igualar a la tasa de incremento de las tarifas telefónicas. A M se le debe imputar los costos de mantenimiento y operación.

Para efectos de análisis, es preciso determinar el costo endosable al sistema acceso, que se cobraría a los usuarios mes a mes. Dado que en el método de cálculo empleado se puede comparar la inversión en los Casos A, B, y C (en términos de TIR y tiempo de amortización respecto del interés bancario), podría asumirse un cierto valor, sin embargo, un valor más certero de este ingreso, se puede aproximar del siguiente modo. Un proveedor promedio de Internet factura alrededor de 21 dólares¹¹¹ más impuestos, incluyendo los equipos de acceso *dial-up* y el servicio de Internet propiamente dicho, en un servicio de Internet "ilimitado". Se considera que el costo del acceso llega al 65% de la facturación¹¹², que resulta \$13,65. Sin considerar el costo del servicio telefónico. Aquí, se debe tener en cuenta que la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones ha establecido que para llegar al usuario final es necesario un derecho de concesión de título habilitante, por el cual cobra \$250.000 y dura un período de quince años.

Es importante distinguir que un punto de acceso de conexión *dial-up* que incorpore 50 módems, no solo permite servir a 50 usuarios, sino a unos 350¹¹³, pues, no todos estos acceden a la red al mismo tiempo. Según el documento

¹¹¹ Fuente: Ventas de Satnet, Interactive (Lutrol) y Ecuanel, proveedores de Internet en Quito.

¹¹² Fuente: Ing. Marcelo Alemán, Gerente Nacional de Mercadeo de Interactive (Lutrol S. A.). Cabe mencionar que Interactive terceriza el acceso *dial-up* a sus clientes a través de Impsatel S. A., lo que facilita cuantificar el costo del acceso.

¹¹³ Con factor de 1 a 7. Fuente: *How to Become an ISP whitepaper*.

How to become an ISP (Como ser un proveedor de Internet)¹¹⁴, el acceso se dimensiona según la disponibilidad que se quiera dar al sistema. En la publicación se indica que un servicio con disponibilidad aceptable se logra con una razón de 10 a 1, clientes por línea telefónica; y una razón de 7 a 1 se cataloga como un servicio *Premium* por la facilidad de acceder al mismo. Entonces, para servir a 50 usuarios se considera un séptimo de la inversión C que se muestra en la tabla 4.1. Si se supone de 8 años el tiempo de vida útil de los equipos, es coherente tomar únicamente en cuenta 8/15 de los \$250.000 del permiso de Portador de Datos que la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones otorga por 15 años.

Los gastos de operación y mantenimiento de un sistema de equipos de telecomunicaciones son, en general, de un 5% anual del costo inicial de los mismos, y se asume que irá creciendo a razón del índice inflacionario.

De [4.2] con los siguientes datos, considerando que A (los ingresos) puede incrementarse junto con la inflación anual, se calcula el beneficio B . Véase tabla 4.1.

$$v = 0\% \quad i = 6,11\% \quad e = 11,74\%$$

$$A = \$13,65 \times 50 \times 12 = \$8.190$$

$$C = \frac{1}{7} \cdot \left(\$28.400 + \frac{8}{15} \cdot \$250.000 \right) = \$23.104,76 \text{ (Séptima de inversión inicial)}$$

$$M = \frac{(\$600 + \$220) \times 12}{7} + \frac{\$28.400 \cdot 0,05}{7} = \$1.608,57 \text{ (Séptima del mantenimiento)}$$

Se tiene, para calcular el tiempo de amortización (cuando el beneficio B se hace cero), que:

$$B = \$8.190 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+0}{1+0,1174} \right)^k - \$1.608,57 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+0,0611}{1+0,1174} \right)^k - \$23.104,76$$

¹¹⁴ Publicado por la compañía ISP Ltd., se puede acceder al documento en la dirección <http://ispltd.com> donde puede apreciarse un análisis económico similar, contemplando costos en Estados Unidos, arroja un TIR del 19,6%.

$$0 = 8.190 \cdot \sum_{k=1}^t 0,8949^k - 1.608,57 \cdot \sum_{k=1}^t 0,9496^k - 23.104,76$$

Si se hace una tabla para calcular la igualdad en función de t , se tendría:

t	$8.190 \cdot \sum_{k=1}^t 1,0167^k - 1.608,57 \cdot \sum_{k=1}^t 1,0167^k - 23.104,76$
1	-17.302
2	-12.193
3	-7.701
4	-3.755
5	-296
6	2.731
7	5.377
8	7.683

Tabla 4. 4 Proceso de cálculo del tiempo de amortización para el Caso A.

Donde se puede apreciar que el beneficio causado por la inversión es mayor de cero a partir del sexto año. Se puede decir entonces, que, el tiempo de amortización es de 6 años, y a partir del sexto año la instalación no solo que se habrá pagado a sí misma, sino que empezará a producir réditos.

Para calcular la TIR del proyecto de red de acceso se usa la ecuación [4.3], que reemplazando los datos quedaría (si los ingresos crecen a razón de la inflación):

$$\$8.190 \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1+0}{1+r} \right)^k - \$1.608,57 \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1+0,0611}{1+r} \right)^k - \$23.104,76 = 0$$

$$8.190 \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1}{1+r} \right)^k - 1.608,57 \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1,0611}{1+r} \right)^k - 23.104,76 = 0$$

Aplicando la igualdad [4.4] se tiene:

$$8.190 \cdot \frac{\left(\frac{1}{1+r}\right)^8 - 1}{1 - (1+r)} - 1.608,57 \cdot \frac{\left(\frac{1,0611}{1+r}\right)^8 - 1}{1 - \left(\frac{1,0611}{1+r}\right)} - 23.104,76 = 0$$

Si se aplica el método de la tabla, al igual que antes, para cumplir la igualdad en función de r , se tendría:

r	$8.190 \cdot \frac{\left(\frac{1}{1+r}\right)^8 - 1}{1 - (1+r)} - 1.608,57 \cdot \frac{\left(\frac{1,0611}{1+r}\right)^8 - 1}{1 - \left(\frac{1,0611}{1+r}\right)} - 23.104,76$
16,00%	3.671
17,00%	2.851
18,00%	2.072
19,00%	1.331
20,00%	626
20,93%	≈0
21,00%	-46
22,00%	-687
23,00%	-1.298

Tabla 4. 5 Cálculo de la tasa interna de retorno para el Caso A

En la cual se aprecia que la tasa interna de retorno es del 20,93%. Que en comparación con la tasa de interés que se podría obtener en un banco seguro ($e = 11,74\%$) es de casi 9 puntos más, suficiente para percibir que se trata de una buena inversión.

Aquí se han calculado los indicadores equivalentes a un séptimo de la red de acceso, por inducción se dice que, la TIR y tiempo de amortización de la inversión total es equivalente.

4.3.1.2 Caso B. Acceso por ADSL.

En este caso los usuarios no tendrían que usar línea telefónica para acceder al servicio de Internet, además, el acceso por línea de cobre es más costoso. Por lo que, sin dejar de ser realista en los costos, se puede considerar un valor

mensual que se cobraría a los usuarios (por el acceso), igual al del Caso A más el que correspondería al costo del teléfono (de la encuesta, tabla 2.1). Los parámetros son:

$$v = 0\% \quad i = 6,11\% \quad e = 11,74\%$$

$$A = (\$13,65 + \$20,43) \times 50 \times 12 = \$20.448 \quad (\text{ver Caso A y tabla 2.1})^{115}$$

$$C = \$64.950 + \frac{8}{15} \times \$250.000 = \$198.283,33 \quad (\text{inversión inicial más costo de título de portador de datos})$$

$$M = \$77,50 \times 12 + 0,05 \times \$64.950 = \$4.177,50 \quad (\text{ver tabla 4.2})$$

De la premisa de que \$13,65 es el valor que se cobra por el acceso, el cual puede subir anualmente por el índice inflacionario, se desprende que \$20,43, que es el valor que se cobraría en lugar del costo telefónico, podría subir anualmente por el índice de incremento en los costos telefónicos. De aquí que hay la necesidad de reformular las ecuaciones [4.2] y [4.3] para este caso, lo que ayudará a afirmar los criterios de análisis económico.

Es necesario plantear la ecuación del beneficio B de la siguiente manera: B es igual a la suma de los dos ingresos estimados para el acceso (\$13,65 y \$20,43 por 50 usuarios), llevados a futuro por los índices inflacionario y de incremento telefónico (respectivamente) y traídos a valor presente por la tasa bancaria; menos la suma de los gastos anuales de mantenimiento llevados a futuro por el índice inflacionario y traídos a valor presente por la tasa bancaria; menos el costo de la inversión inicial. La razón por la que los valores se traen al presente por medio de la tasa de interés bancario, es porque, se compara con lo que rendiría invertir la misma cantidad de dinero en el banco.

$$B = \$13,65 \times 12 \times 50 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k + \$20,43 \times 12 \times 50 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+v}{1+e} \right)^k - M \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k - C$$

¹¹⁵ El ingreso A anual se desglosa, pues sus dos partes que lo componen están sujetas a distintos porcentajes de incremento a través del tiempo.

Recordando la definición de tiempo de amortización, es el tiempo en años t para el cual el beneficio se hace cero. Se resuelve la siguiente ecuación:

$$0 = \$8.190 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k + \$12.258 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+v}{1+e} \right)^k - M \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k - C$$

$$0 = \$8.190 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+0,0611}{1+0,1174} \right)^k + \$12.258 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+0}{1+0,1174} \right)^k - \$4.177,50 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+0,0611}{1+0,1174} \right)^k - \$198.283,33$$

$$0 = (8.190 - 4.177,50) \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+0,0611}{1+0,1174} \right)^k + 12.258 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+0}{1+0,1174} \right)^k - 198.283,33$$

$$0 = 4.012,50 \cdot \sum_{k=1}^t (0,9496)^k + 12.258 \cdot \sum_{k=1}^t (0,8949)^k - 198.283,33$$

Usando el método de la tabla para calcular el lado derecho de la ecuación, se tiene:

t	$4.012,50 \cdot \sum_{k=1}^t (0,9496)^k + 12.258 \cdot \sum_{k=1}^t (0,8949)^k - 198.283,33$
10	-97.751,07
20	-56.477,13
30	-38.019,08
40	-29.040,35
50	-24.354,53
60	-21.780,56
70	-20.318,23
80	-19.470,15
90	-18.972,30
100	-18.678,03

Tabla 4. 6 Cálculo del tiempo de amortización para el Caso B con 50 usuarios.

Donde se ve que en cien años la inversión no se amortiza, no es una inversión rentable. Para este caso sería más conveniente calcular el ingreso necesario con determinado tiempo de amortización, véase numeral 4.5. Tomando las últimas ecuaciones, la ecuación final para el cálculo de rentabilidad sería:

$$\$8.190 \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1+i}{1+r} \right)^k + \$12.258 \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1+v}{1+r} \right)^k - M \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1+i}{1+r} \right)^k - C = 0$$

$$(\$8.190 - 4.177,50) \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1,0611}{1+r} \right)^k + 12.258 \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1}{1+r} \right)^k - 198.233,33 = 0$$

$$4.012,50 \cdot \frac{\left(\frac{1,0611}{1+r} \right)^8 - 1}{1 - \left(\frac{1,0611}{1+r} \right)} + 12.258 \cdot \frac{\left(\frac{1}{1+r} \right)^8 - 1}{1 - \left(\frac{1}{1+r} \right)} - 198.233,33 = 0$$

Resolviendo la igualdad, la ecuación en función de r por el método de la tabla se tiene:

r	$4.012,50 \cdot \frac{\left(\frac{1,0611}{1+r} \right)^8 - 1}{1 - \left(\frac{1,0611}{1+r} \right)} + 12.258 \cdot \frac{\left(\frac{1}{1+r} \right)^8 - 1}{1 - \left(\frac{1}{1+r} \right)} - 198.233,33$
-0,10	36.188,59
-0,09	23.320,49
-0,08	14.415,09
-0,07	386,62
-0,0696	≈ 0
-0,06	-9.842,00
-0,05	-19.340,17
-0,04	-28.170,40
-0,03	-36.389,14

Tabla 4. 7 Cálculo de la TIR para el Caso B con 50 usuarios.

El resultado muestra una TIR de -6,96%. Que quiere decir que es más conveniente invertir el capital en un banco a una tasa e de 11,74% que invertirlo en un acceso ADSL para las condiciones dadas. Lo que es lógico, pues, probablemente ninguna empresa de telecomunicaciones pagaría por un título de Portador de Datos de \$250.000 al estado para servir únicamente a 50 usuarios.

Para contrastar los resultados, si se repiten los cálculos suponiendo que se van a instalar sistemas similares en otras 9 ciudadelas, para servir a un mercado de 500 usuarios (50 por barrio), con lo cual todas las cifras aumentarían en un factor de 10, excepto en el permiso de Portador de Datos que sigue siendo de \$250.000. El tiempo de amortización y la TIR serían:

$$v = 0\% \quad i = 6,11\% \quad e = 11,74\%$$

$$A = (\$13,65 + \$20,43) \times 500 \times 12 = \$204.480^{116}$$

$$C = \$649.500 + \frac{8}{15} \times \$250.000 = \$782.833,33$$

$$M = \$775,00 \times 12 + 0,05 \times \$649.500 = \$33.250$$

$$B = \$13,65 \times 12 \times 500 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k + \$20,43 \times 12 \times 500 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+v}{1+e} \right)^k - M \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k - C$$

Tiempo de retorno de la inversión para el Caso B con 500 usuarios:

$$0 = \$81.900 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k + \$122.580 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+v}{1+e} \right)^k - \$41.775 \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k - \$782.833,33$$

$$0 = \$81.900 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+0,0611}{1+0,1174} \right)^k + \$122.580 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+0}{1+0,1174} \right)^k - \$41.775 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+0,0611}{1+0,1174} \right)^k - \$782.833,33$$

$$0 = (81.900 - 41.775) \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+0,0611}{1+0,1174} \right)^k + 122.580 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1}{1+0,1174} \right)^k - 782.833,33$$

$$0 = 40.125 \cdot \sum_{k=1}^t (0,9496)^k + 122.580 \cdot \sum_{k=1}^t (0,8949)^k - 782.833,33$$

¹¹⁶ El ingreso A anual se desglosa, pues sus dos partes que lo componen están sujetas a distintos porcentajes de incremento a través del tiempo.

t	$40.125 \cdot \sum_{k=1}^t (0,9496)^k + 122.580 \cdot \sum_{k=1}^t (0,8949)^k - 782.833,33$
1	-635.028
2	-500.670
3	-378.449
4	-267.190
5	-165.837
6	-73.438
7	10.861
8	87.832
9	158.166
10	222.489

Tabla 4. 8 Cálculo del tiempo de amortización para el Caso B con 500 usuarios.

De la tabla anterior se concluye que el tiempo de amortización de la inversión es de 7 años.

Tasa de rentabilidad interna para el Caso B con 500 usuarios:

$$\$81.900 \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1+i}{1+r} \right)^k + \$122.580 \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1+v}{1+r} \right)^k - M \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1+i}{1+r} \right)^k - C = 0$$

$$(\$81.900 - 41.775) \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1,0611}{1+r} \right)^k + 122.580 \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1+0}{1+r} \right)^k - 782.833,33 = 0$$

$$40.125 \cdot \frac{\left(\frac{1,0611}{1+r} \right)^8 - 1}{1 - \left(\frac{1,0611}{1+r} \right)} + 122.580 \cdot \frac{\left(\frac{1}{1+r} \right)^8 - 1}{1 - (1+r)} - 782.833,33 = 0$$

r	$40.125 \cdot \frac{\left(\frac{1,0611}{1+r}\right)^8 - 1}{1 - \left(\frac{1,0611}{1+r}\right)} + 122.580 \cdot \frac{\left(\frac{1}{1+r}\right)^8 - 1}{1 - (1+r)} - 782.833,33$
0,11	111.469,88
0,12	79.758,32
0,13	49.775,55
0,14	21.403,72
0,1479	≈0
0,15	-5.465,65
0,16	-30.932,55
0,17	-55.089,17
0,18	-78.020,63

Tabla 4. 9 Cálculo de la TIR para el Caso B con 500 usuarios.

La TIR para el acceso ADSL con 500 usuarios es del 14,79%. 3 puntos más que la tasa que podría obtenerse en la banca.

4.3.1.3 Caso C. Acceso inalámbrico (Sistema propuesto en este proyecto)

Al igual que en acceso ADSL, Caso B, un acceso inalámbrico permite a los usuarios conectarse a la red del proveedor sin necesidad de usar la línea telefónica, pero carente de la costosa estructura de planta externa que un acceso de cobre requiere. En lugar de planta externa se tiene el interfaz aéreo. Aparecen un costo anual correspondiente al uso del espectro radio-eléctrico utilizado, aunque no muy alto, pagadero al estado por medio de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones. Una gran ventaja del acceso inalámbrico es que, según la configuración, se puede aprovechar la capacidad del canal aéreo al máximo. Un ancho de banda dinámico (no-fijo) envía y recibe datos a la máxima velocidad del canal, que puede ser muy alta, distribuyendo el mismo según las necesidades de datos de los usuarios en cierto instante. Si se calcula la rentabilidad del acceso para 50 usuarios, resulta menor al interés que la banca ofrece, el período de amortización es mayor al tiempo de vida útil de la red de acceso, resaltando la imposibilidad de lograr el retorno de la inversión, debido al gran costo del obtener un *Permiso de Portador de Datos*, al igual que en el caso B. Pero, se pueden adquirir datos más reales si se considera un mayor número de clientes para el mismo punto de acceso, suponiendo que se

está explotando el sistema en toda su capacidad, supóngase que el área de cobertura del sistema es de unos 4 km² aproximadamente, como se aprecia en la figura 3.7 del Capítulo 2, que al menos se van a conseguir unos 80 usuarios por km² (lo que es un criterio conservador, comparado con los datos obtenidos en la encuesta, tabla 2.1), y que, el máximo número de usuarios de punto de acceso es 250 según el fabricante¹¹⁷. Los actuales proveedores de Internet procuran no subir los precios de sus servicios para tener una mayor competitividad a pesar de la inflación, de modo que, en el cálculo tampoco se considerará un aumento en el precio de venta.

El costo del espectro viene dado según el *Reglamento de Tarifas por el Uso de Frecuencias* vigente al 31 de Marzo del 2004, publicado en el Registro Oficial por el CONATEL, específicamente en la resolución 538-20-CONATEL-2000 *Norma Para la Implementación y Operación de Sistemas de Espectro Ensanchado*¹¹⁸; la tarifa anual anticipada para un sistema punto-multipunto está dada por $IA = 4 \times K \times B \times NTE$, donde IA es la *Imposición Anual*; K es el índice de inflación anual (1,0754 en el año 2003), B es una constante igual a 12 y NTE es el número de estaciones del sistema. A diferencia de reglamentos que pautan otros sistemas (no de espectro ensanchado¹¹⁹) en la fórmula no se considera el número de canales radioeléctricos ni el área de cobertura, tampoco hay pagos iniciales por suscripción del contrato, razón por la cual, los costos del espectro son muy convenientes. Entonces $IA = 4 \times 1,0754 \times 12 \times 251 = \$12.956,42$.

Según la tabla 2.1, el valor que un usuario promedio está dispuesto a pagar por el servicio de Internet promocionado en la encuesta es de \$32,88. Según Interactive (Lutrol S. A.)¹²⁰, el costo operativo de Internet, promoción y ventas, servicio al cliente y todas las áreas del negocio que no tienen que ver con el sistema de acceso, es de \$9,45 aproximadamente para un usuario *dial-up*¹²¹

¹¹⁷ Punto de acceso Orinoco de Proxim.

¹¹⁸ Referirse a norma publicada en el registro oficial N° 215 del 30 de noviembre del año 2000, vigente al 31 de Marzo del 2004.

¹¹⁹ Así separa el reglamento los sistemas de espectro ensanchado y los sistemas de banda angosta, los llama "Sistemas de Espectro Ensanchado", y "Otros Sistemas No Espectro Ensanchado".

¹²⁰ Véase numeral 4.3.1.1.

¹²¹ Usuario que contrata el servicio de "Internet Ilimitado"

(hasta 56kbps). Es decir que para el sistema inalámbrico promocionado (64kbps) deberían destinarse $64\text{kbps} / 56\text{kbps} \times \$9,45 = \$10,80$ para el mismo fin. Restando $\$10,80$ de los $\$32,88$ que el usuario promedio dispondría cada mes para el servicio, quedan $\$22,08$ para el sistema de acceso.

Los datos de cálculo serían:

$$v = 0\% \quad i = 6,11\% \quad e = 11,74\%$$

$$A = \$22,08 \times 250[\text{usuarios}] \times 12[\text{meses}] = \$66.240$$

$$C = (\$95 + \$89 + \$21 + \$23) \times 250 + \$1.340 + \$400 + \frac{8}{15} \times \$250.000 = \$192.073,33$$

$$M = \$12.956,42 + 0,05 \times [(\$95 + \$89 + \$21 + \$23) \times 250 + \$1.340 + \$400] = \$15.893,42$$

La fórmula del beneficio rescrita para este caso sería:

$$B = A \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1}{1+e} \right)^k - M \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k - C$$

El tiempo de amortización es el tiempo para el cual B se hace cero:

$$0 = \$66.240 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1}{1+0,1174} \right)^k - \$15.893,42 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+0,0611}{1+0,1174} \right)^k - \$192.073,33$$

$$0 = 66.240 \cdot \sum_{k=1}^t (0,8949)^k - 15.893,42 \cdot \sum_{k=1}^t (0,9496)^k - 192.073,33$$

Evaluando el miembro derecho de la última ecuación en función de t , se tiene:

t	$66.240 \cdot \sum_{k=1}^t (0,8949)^k - 15.893,42 \cdot \sum_{k=1}^t (0,9496)^k - 192.073,33$
1	-147.885,49
2	-109.165,53
3	-75.297,39
4	-45.731,83
5	-19.979,28
6	2.396,46
7	21.784,00
8	38.529,40

Tabla 4. 10 Cálculo del tiempo de amortización de la inversión para el acceso inalámbrico.

Donde se ve que el tiempo de amortización es menor a 6 años. Ahora se calcula la TIR:

$$B = A \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1}{1+e} \right)^k - M \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k - C$$

$$0 = A \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1}{1+r} \right)^k - M \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1+i}{1+r} \right)^k - C$$

$$0 = \$66.240 \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1}{1+r} \right)^k - \$15.893,42 \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1+0,0611}{1+r} \right)^k - \$192.073,33$$

$$66.240 \cdot \frac{\left(\frac{1}{1+r} \right)^8 - 1}{1 - \left(\frac{1}{1+r} \right)} - 15.893,42 \cdot \frac{\left(\frac{1,0611}{1+r} \right)^8 - 1}{1 + \left(\frac{1,0611}{1+r} \right)} - 184.123,33 = 0$$

Ayudándose de la tabla para la aproximación de r .

r	$66.240 \cdot \frac{\left(\frac{1}{1+r}\right)^8 - 1}{1 - (1+r)} - 15.893,42 \cdot \frac{\left(\frac{1,0611}{1+r}\right)^8 - 1}{1 + \left(\frac{1+r}{1,0611}\right)}$
0,14	21.882
0,15	15.129
0,16	8.717
0,17	2.624
0,1744	≈ 0
0,18	-3.169,34
0,19	-8.682,97
0,20	-13.933,83
0,21	-18.938,03

Tabla 4. 11 Cálculo de la tasa de rentabilidad interna para el caso del acceso inalámbrico.

La TIR de la inversión es de 17,44%; 5,7 puntos superior a la tasa de inversión bancaria.

4.3.2 COMPARACIÓN CON OTROS SISTEMAS DE ACCESO NO GUIADOS

Dado que en el Ecuador no se han registrado proveedores del servicio de Internet para usuarios residenciales por medios no guiados, se puede hacer el cálculo para un sistema de acceso fijo inalámbrico diferente del que se propone en el Capítulo 3, es decir, uno de los sistemas que aparece en el ranqueo del Capítulo 2. En la tabla 2-10 se puede ver que la única tecnología con disponibilidad de espectro en el país que no es de espectro ensanchado¹²² (banda estrecha) es la de Aperto Networks. Aquí se calcula la rentabilidad de un sistema de acceso usando la tecnología de Aperto, con la finalidad de ver la conveniencia del mismo. Este sistema se cataloga como FWA no espectro ensanchado (no EE).

Los equipos de Aperto Networks usan acceso múltiple por división de tiempo con duplexación por división de tiempo, tiene una alta eficiencia espectral de 3 bps/Hz usando ciertos estándares de su propia autoría. Trabaja sobre

¹²² En el Reglamento de Tarifas por el Uso de Frecuencias se dividen los sistemas de acceso punto multipunto en dos opciones: Sistemas de Espectro Ensanchado, y Otros Sistemas No Espectro Ensanchado (banda angosta).

canales de 1 MHz hasta 6 MHz. En el Ecuador es muy importante notar que éste es un sistema que no hace ensanchamiento del espectro, este detalle cambia por completo los costos de operación como se ve más adelante.

Cabe resaltar que la SENATEL aplica tarifas muy diferentes por el uso del espectro radioeléctrico cuando **no** se trata de sistemas de espectro ensanchado. Las tarifas de *Servicio Fijo*¹²³, como la SENATEL lo denomina, son mucho más altas y, a muchos, pueden llegar a sorprender. Tan elevadas que, quizá, el único sector interesado sea el empresarial, y resulten imposibles para la economía del usuario residencial.

Sea un sistema de acceso fijo inalámbrico, que opere sobre un canal de 6MHz¹²⁴, usando los equipos de Aperto Networks. Se calcula la rentabilidad máxima y el tiempo de amortización de la inversión, esto es con el máximo número de usuarios con las máximas tarifas que los usuarios pagarían según la encuesta del Capítulo 2.

La máxima velocidad de datos según las hojas de datos de Aperto Networks (Anexo 2) sobre un canal de 6MHz es de 20Mbps aproximadamente, repartida entre todos los usuarios. Suponiendo una velocidad promedio de 64kbps para cada usuario, y que, manteniendo un buen servicio en cuanto a velocidad, solo 1 de cada 7 usuarios están conectados a la vez¹²⁵, el máximo número de usuarios vendría dado por:

$$N = \frac{20Mbps \times 7}{64Kbps} \approx 2.188$$

a pesar de que una estación base de Aperto admite hasta 4000 estaciones de usuario.

¹²³ Servicio de comunicación entre puntos fijos determinados. Sea este punto-punto o punto-multipunto.

¹²⁴ Recuérdese que el ancho de banda del sistema propuesto en el Capítulo 3 es mayor (22MHz).

¹²⁵ Fuente: Publicación de la compañía ISP Ltd., <http://ispltd.com>.

Para calcular el costo del espectro radioeléctrico es necesario referirse al *Reglamento de Tarifas por el Uso de Frecuencias* del CONATEL, publicado en el registro oficial N° 215 del 30 de noviembre del año 2000. En dicho reglamento se define de 100KHz el ancho del canal para sistemas que operen entre 1000MHz y 8000MHz, se define el área unitaria como el área equivalente a la de un círculo de 60Km de radio. Se regula que por cada frecuencia para uso exclusivo debe pagarse mensualmente la siguiente cantidad:

$$T_m = 0,03 \times SMVTG \times \frac{AB}{AB_{cr}} \times Ne \times \left\| \frac{A}{Au} \right\| \quad [4. 11]$$

Donde: T_m = Tarifa mensual
 $SMVTG$ = Salario mínimo vital del trabajador en general
 AB = Ancho de banda de la señal
 AB_{cr} = Ancho de banda del canal radioeléctrico
 Ne = Número de estaciones transmisoras o receptoras
 A = Área del servicio
 Au = Área unitaria
 $\| \|$ = Redondeo al entero más próximo, mínimo 1

$SMVTG$ equivale a \$120 hasta Marzo del 2004. En cuanto a A , si se calcula cuánto debe pagarse al estado por concepto de uso de frecuencia por **cada usuario**, o mejor dicho, por cada estación transmisora y/o receptora, se tiene que:

La tarifa mensual sería (el área del barrio Matovelle es de $0,4\text{km}^2$):

$$T_m = 0,03 \times \$120 \times \frac{6\text{MHz}}{100\text{KHz}} \times 1 \times \left\| \frac{0,4\text{Km}^2}{(60\text{Km})^2 \cdot \pi} \right\|$$

$$T_m = 0,03 \times \$120 \times 60 \times 1 \times \|0,000035\|$$

$$Tm = 0,03 \times \$120 \times 60 \times 1 \times 1$$

$$Tm = \$216^{**}$$

El costo de una estación base PWR5800 de Aperto Networks es de \$56.000 incluyendo antenas e instalación, mientras que, un equipo de usuario PR110-58 cuesta \$1.200.

Según los mismos criterios anteriormente utilizados, se puede concluir que los datos de cálculo son:

$$v = 0\% \quad i = 6,11\% \quad e = 11,74\%$$

$$A = (\$13,65 + \$20,43) \times 2.188[\text{usuarios}] \times 12[\text{meses}] = \$894.804$$

$$C = \$1.200 \times 2.188 + \$56.000 + \$400 + \frac{8}{15} \times \$250.000 = \$2'815.333$$

$$M = \$216 \times 2.189 \times 12[\text{meses}] + 5\% \times [\$1.200 \times 2.188 + \$56.000 + \$400] + \$150 = \$5'808.138$$

Donde a primera vista se puede ver que los costos anuales M son muy superiores a los ingresos A que podría obtenerse. La inversión no solo sería mala, sino que resultaría una pérdida, a menos que alguna persona quiera gastar todo su dinero en poco tiempo sin posibilidades de recuperarlo, es imposible que aparezca un negocio auto-sustentado de este tipo. El principal motivo reside en que la norma de tarifas considera el número de estaciones que transmiten o reciben la señal dentro de la fórmula, esto hace que, a medida que se incrementa el número de usuarios, en la misma medida se incrementan los costos de operación.

Por lo general se busca que al arrendar una herramienta de trabajo (como es el espectro radioeléctrico), ésta dé el mayor provecho masificando su uso con el mayor número de clientes. Mientras que según las leyes ecuatorianas, tanto más usuarios (por pequeños que sean) harían uso de la herramienta, tanto más costaría ésta.

** Nótese que \$216 es una cantidad descomunal, ya que se trata de un costo mensual que debe pagarse al estado por cada usuario.

4.4 ANÁLISIS FINANCIERO PARA EL USUARIO

Ya se ha analizado que tan rentable es, en términos económicos, la solución propuesta en este proyecto, sin embargo, es siempre conveniente analizar el beneficio de una solución para el bolsillo de sus usuarios, claramente cuantificado expresado en rentabilidad o ahorro. Mientras más favorable se este, mayor aceptación tendrá la solución por parte de sus beneficiarios.

Cuando se hacen cálculos para un consumidor, la manera de hacerlo es comparativamente, es decir, qué plusvalía o ahorro genera una opción versus otra. De otro modo no se puede establecer una ventaja económica de dos soluciones diferentes. Aquí se compara la alternativa de Internet Inalámbrico versus servicio de Internet mediante *dial-up*.

El análisis se hace para un usuario promedio, tomando los datos de la encuesta, cuyos resultados se muestran en el Capítulo 2 (tabla 2.1).

Datos de gastos mensuales:

- Pago mensual promedio de teléfono debido al Internet: \$20,43
- Pago mensual promedio de Internet por *dial-up*: \$18,66
- Valor mensual que el usuario promedio está dispuesto a pagar: \$32,88

Datos de costo de los equipos¹²⁶:

- Tarjeta de módem *dial-up*: \$9
- Tarjeta de puertos USB (*Universal Serial Bus*, Bus Serial Universal): \$9
- Equipo terminal Proxim Orinoco: \$95
- Antena: \$89
- Cable: \$21
- Poste y anclajes: \$23

¹²⁶ Referencia precios: Tecnomega S. A.

Como muestran los resultados de 4.3.1.3, en el caso del Servicio Inalámbrico los equipos se encuentran totalmente amortizados y financiados dentro de la cuota mensual de los usuarios. Esto debe interpretarse, que en el peor de los casos, lo que el usuario deberá invertir inicialmente es \$9 en una tarjeta de puertos USB para su PC, cuando no disponga de puertos USB.

Los datos de cálculo serían entonces:

$v = 0\%$ $i = 0,50\%$ $e = 0,93\%$; expresados en porcentajes mensuales

$$A = (\$20,43 [\text{teléfono}]) + \$18,66 [\text{proveedor de internet}] = \$39,09$$

(donde \$20,43 está sujeto a tasa v , pues es el ahorro o gasto que deja de hacerse en teléfono)

$$C = \$9 \quad M = \$32,88$$

Los valores aquí descritos deben interpretarse de la siguiente manera: A representa los "ingresos" que el usuario tiene, esto es, lo que deja de gastar respecto de Internet por *dial-up*, en este caso deja de gastar $A_1 = \$20,43$ en el uso del teléfono y $A_2 = \$18,66$ en el plan anterior de Internet; M es el gasto que la opción evaluada representa, en este caso una cuota mensual de \$32,88; C es el capital que el usuario debe invertir para la nueva solución, se había indicado que debe considerarse la inversión diferencial, pues, el usuario dejará de invertir en un MODEM *dial-up* para invertir en una tarjeta de puertos USB, C sería 0\$ sin embargo aquí se considera el peor de los casos, en que el usuario debe invertir \$9.

Usando los criterios de la sección 4.2, la fórmula del beneficio para el usuario sería:

$$B = A_1 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+v}{1+e} \right)^k + A_2 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1}{1+e} \right)^k - M \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k - C$$

Donde t es el tiempo en meses.

Dado que A_1 está sujeto a crecer con la tasa de incremento telefónico, mientras que probablemente A_2 se mantenga fijo por muchos años; tampoco se esperan incrementos para M en un tiempo cercano. Todos los valores son traídos a valor actual por medio del interés bancario para pequeños capitales e . Reemplazando valores:

$$B = \$20,43 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+0}{1+0,0093} \right)^k + \$18,66 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1}{1+0,0093} \right)^k - \$32,88 \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+0,005}{1+0,0093} \right)^k - \$9$$

$$B = \$20,43 \cdot \sum_{k=1}^t (0,9908)^k + \$18,66 \cdot \sum_{k=1}^t (0,9909)^k - \$32,88 \cdot \sum_{k=1}^t (0,9957)^k - \$9$$

Si se evalúa el beneficio para el primer año, se tiene:

Mes t	$\$20,43 \cdot \sum_{k=1}^t (0,9908)^k + \$18,66 \cdot \sum_{k=1}^t (0,9953)^k - \$32,88 \cdot \sum_{k=1}^t (1,0003)^k - \9
1	-\$3,01
2	\$2,76
3	\$8,32
4	\$13,67
5	\$18,80
6	\$23,73
7	\$28,46
8	\$32,98
9	\$37,31
10	\$41,43
11	\$45,37
12	\$49,11

Tabla 4. 12 Ahorro-beneficio para el usuario en el primer año.

Donde se aprecia que el usuario va a tener beneficios desde el segundo mes, a lo mejor, cualquier usuario de Internet que se acerque al usuario promedio, y se entere de que invirtiendo solo \$9, puede generar-ahorrar \$49,11 al año, esté muy interesado en contratar el servicio.

Si habría que calcular la rentabilidad que su inversión obtiene sería de la siguiente manera:

$$\$49,11 = \$9 \cdot (1 + e) \Rightarrow e = \frac{\$49,11}{\$9} - 1 = 4,46 = 446\%$$

Que significa, que el usuario promedio, al invertir \$9 en el sistema de acceso inalámbrico, no solo obtendría servicio de Internet a mayor velocidad, con todas las ventajas que el servicio dedicado implica, sino que además obtendría una tasa de interés anual del 446% por su inversión inicial, ya que le suponen una baja en sus egresos.

4.5 PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio se define como el punto dónde económicamente se equiparan los egresos con los ingresos, en el cual al final de la vida útil de la instalación, ésta habrá devuelto su valor al inversionista, sin ganar, ni perder, es decir, con una rentabilidad $r = 0$.

El punto de equilibrio para el sistema de acceso fijo inalámbrico estudiado en este proyecto se puede calcular tomando las mismas condiciones que las indicadas en el numeral 4.3.1.3, con la particularidad de que en lugar de sacar la rentabilidad r para la cual se cumple la ecuación, se va a buscar el ahorro A mínimo para el cual $r = 0$. De aquí se tienen los siguientes datos de partida:

$$v = 0\% \quad i = 6,11\% \quad e = 11,74\%$$

$$A = ? \quad r = 0\%$$

$$C = (\$95 + \$89 + \$21 + \$23) \times 250 + \$1.340 + \$400 + \frac{8}{15} \times \$250.000 = \$192.073,33$$

$$M = \$12.956,42 + 0,05 \times [(\$95 + \$89 + \$21 + \$23) \times 250 + \$1.340 + \$400] = \$15.893,42$$

La fórmula del beneficio para este caso coincide con la usada en 4.3.1.3:

$$B = A \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1}{1+e} \right)^k - M \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k - C$$

El punto de equilibrio es aquel para el cual r se hace cero:

$$B = A \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1}{1+e} \right)^k - M \cdot \sum_{k=1}^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^k - C$$

$$0 = A \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1}{1+r} \right)^k - M \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1+i}{1+r} \right)^k - C$$

$$0 = A \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1}{1+0} \right)^k - \$15.893,42 \cdot \sum_{k=1}^8 \left(\frac{1+0,0611}{1+0} \right)^k - \$192.073,33$$

$$0 = A \cdot \sum_{k=1}^8 (1)^k - \$15.893,42 \cdot \sum_{k=1}^8 (1,0611)^k - \$192.073,33$$

$$0 = A \cdot 8 - \$15.893,42 \cdot 10,54 - \$192.073,33 = 8 \cdot A - \$359.589,98$$

$$A = \frac{\$359.589,98}{8} = \$44.948,75$$

Esto quiere decir que el mínimo a facturar a cada usuario sería:

$$\frac{\$44.948,75}{250 \text{ usuarios} \cdot 12 \text{ meses}} = \$14,98$$

4.6 RESUMEN DEL ANÁLISIS FINANCIERO DE RENTABILIDAD

Aquí se presenta una tabla de resumen de los análisis realizados.

Análisis para	Tipo de acceso	Número de usuarios	Capital inicial [dólares]	Ingreso anual [dólares]	Egreso anual [dólares]	Tasa de rentabilidad interna	Tiempo de amortización de la inversión [años]
Proveedor	Dial-up	350	161.733	57.330	11.260	32,35%	4
Proveedor	ADSL	50	198.283	20.448	3.325	1,07%	10
Proveedor	ADSL	500	782.833	204.480	33.250	25,11%	5
Proveedor	Inalámbrico FWA EE	250	184.123	66.240	15.499	18,45%	5
Proveedor	Inalámbrico FWA no EE	2188	2'814.933	894.804	20'938.338	-10,93%	Nunca
Usuario	Inalámbrico	1	8	469	395	862%	2 meses

Tabla 4. 13 Resumen del análisis financiero.

4.7 TARIFACIÓN POR TRÁFICO CURSADO

En esta última sección se da a entender el escenario de tarifación por tráfico cursado, para lo cual se escoge el la red de acceso inalámbrico propuesta en 4.3.1.3.

Tráfico cursado se define como todos los paquetes de datos que atraviesan la red de acceso. Esto se refiere a los paquetes de datos que circulan desde uno de los terminales del sistema al punto de acceso y viceversa. La **tarifación por tráfico cursado** existe cuando se pone un precio a cada uno de estos paquetes de datos, pues es en función de la cantidad de estos que se facturará a los usuarios de la red.

El servicio telefónico es el mejor ejemplo de un sistema donde se aplica tarifación por tráfico cursado. En una factura de una línea telefónica residencial de Andinatel S. A. se puede apreciar la distribución de los costos de la misma. Existe un precio fijo con minutos incluidos de \$6,20 más impuestos, este valor está destinado a cubrir costos de mantenimiento básico de aquella línea telefónica. El resto de la factura corresponde al consumo telefónico por las

llamadas realizadas o tráfico cursado más los impuestos de ley. Se puede apreciar distintas tarifas según el destino de la llamada, pues los componentes de red utilizados son diferentes y sus costos también. Aunque, para cierto usuario, el componente de red de acceso utilizado es siempre el mismo para cualquier destino que tengan sus llamadas.

De igual manera en un sistema de acceso inalámbrico, los costos facturados debieran ser diferentes según el servicio prestado (Internet, llamadas telefónicas, otros servicios), pues se suman los costos debidos a la red de acceso más los costos debido a los componentes de cada uno de los servicios.

El siguiente análisis se basa en los valores obtenidos en la sección 4.3.1.3, la diferencia reside en el hecho de transformar la forma de pago del usuario, de una cuota mensual a un valor por tráfico generado por este.

Los parámetros del cálculo de rentabilidad de la inversión en la sección 4.3.1.3 fueron:

$$v = 10\% \quad i = 7,54\% \quad e = 5,77\%$$

$$A = \$22,08 \times 250 [\text{usuarios}] \times 12 [\text{meses}] = \$66.240$$

$$C = (\$95 + \$89 + \$15) \times 250 + \$1.040 + \frac{8}{15} \times \$250.000 = \$184.123,33$$

$$M = \$12.959,42 + 0,05 \times [(\$95 + \$89 + \$15) \times 250 + \$1.040] = \$15.498,92$$

con los que se obtuvo una tasa de rentabilidad interna del 18,45% anual. Para mantener la misma rentabilidad, los ingresos A deben permanecer invariables.

El tráfico esperado por usuario es un dato que está registrado en la encuesta presentada en la tabla 2.1. El usuario promedio de Internet permanece conectado 25,6 horas al mes. La velocidad de conexión promedio promocionada en la encuesta es de 64kbps. Haciendo las operaciones necesarias, quiere decir que durante todo el mes, el usuario sería capaz de transmitir y recibir 720MBytes¹²⁷.

¹²⁷ 720Mbytes en informática equivalen a 737,28Mbytes de información, dado que 1Kbyte se define como 1.024 bytes de información. La relación es de 1 a 1,024.

$$25,6 \text{ horas} \times \frac{3.600 \text{ s}}{1 \text{ hora}} \times \frac{64 \text{ Kbits}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ byte}}{8 \text{ bits}} \times \frac{1 \text{ Kbyte}}{1.024 \text{ bytes}} = 720 \text{ Mbytes}$$

Es importante tomar en cuenta el comportamiento del tráfico en Internet, pues no todo el tiempo se transmite y/o recibe información. Habrán ciertos usuarios que se dediquen solamente a la navegación, esto quiere decir que cargan en promedio una página web (49,2KB¹²⁸) cada 20 segundos; mientras que otros usuarios solo se dedican a la descarga de archivos, usando todo el potencial que su conexión les ofrece.

Para conocer el tráfico generado por el usuario promedio es necesario basarse en sus actividades de uso del Internet. Tomando los indicadores que se muestran en la figura 2.3 para asignarles ponderación, se obtiene:

Actividad	Tipo	Porcentaje	Peso	
Correo electrónico	Navegación	88%	0,267	
Navegación	Navegación	94%	0,285	66,7%
Compras	Navegación	19%	0,058	
Manejo de dinero	Navegación	19%	0,058	
Telefonía	Descarga	22%	0,067	
Descarga de archivos	Descarga	88%	0,267	33,3%
Otras		0%	0,000	
TOTAL			1,000	

Tabla 4. 14 Ponderación de actividades en Internet para un usuario promedio.

En la columna "Tipo" se discrimina si la actividad se caracteriza por usar permanentemente el enlace al Internet (Descarga), o si el uso del enlace es por ráfagas esporádicas (Navegación).

Sumando los resultados de la tabla 4.14, se sabe que el usuario promedio de Internet utiliza 66,7% en Navegación y 33,3% en Descargas del 100% del tiempo. El tráfico generado al mes sería T_M :

¹²⁸ El tamaño de página promedio con compresión es de 48 Kbytes, incluye información transmitida por el explorador. En informática 1 Kbyte son 1.024 bytes. Fuente: Lutrol S. A.

$$T_M = 66,7\% \times 25,6h \times \frac{3600s}{1h} \times \frac{49,2KB}{20s} \times \frac{1MB}{1000KB} + 33,3\% \times 737,28MB = 396.73MB$$

De aquí, se puede deducir que el valor del *Megabyte* transmitido V_{MB} sería de:

$$A = \$22,08/\text{usuario} \quad V_{MB} = \frac{A}{T_M} = \frac{\$22,08}{396.73MB} = 5,56 \frac{\text{¢}}{MB}$$

Cuando se trabaja sobre un esquema de tarificación de tráfico cursado, se vuelve innecesario limitar el ancho de banda de cada usuario, pues éste suele ser limitado en los accesos de banda ancha inalámbricos para asegurar un uso equitativo del recurso por parte de todos los usuarios. Con tarificación por tráfico cursado se puede ofrecer al cliente **todo el ancho de banda** disponible por la red de acceso.

Teniendo en cuenta que el acceso inalámbrico al Internet da mayor libertad a los usuarios en términos de horas de uso y velocidad de conexión, la rentabilidad podría ser mayor al igual que el tráfico, debido a que el usuario puede hacer "más en menos tiempo" cuando usa el Internet.

CONCLUSIONES

- Para realizar la planificación del despliegue de sistemas de acceso inalámbrico de manera exitosa se necesita un conocimiento y comprensión profunda en tres áreas distintas y separadas.

Estas áreas son:

1. El plan comercial y la base de clientes/abonados;
 2. Un conocimiento sólido de la demografía y la topografía de la zona en la cual se va a desplegar/prestar el servicio;
 3. Un conocimiento, experiencia y especialización en ingeniería de radio pertinentes y detallados.
- Por su propia naturaleza, el proceso de planificación del despliegue del sistema es una actividad interactiva e iterativa. Resulta necesario y apropiado trabajar progresivamente en varias soluciones provisionales, cada una de las cuales aporte mejoras al resultado global, hasta alcanzar y acordar la solución óptima.
 - Hay que reconocer que la información de este punto no es definitiva. Se apunta el camino para planificar el despliegue de los sistemas de acceso inalámbrico de manera eficaz y exitosa, pero cada una de las áreas consideradas anteriormente es un campo principal de conocimientos y especialización por derecho propio.
 - Se hace necesario siempre el enfoque principal o global, de qué se está haciendo o para quién está destinado la elaboración de tal o cual proyecto, debido a que se puede tener diversos puntos de vista, por ejemplo qué tipo de rentabilidad se requiere para el proyecto (rentabilidad social; rentabilidad económica o una combinación de

estas); y partiendo de este esquema general se puede tomar las decisiones para llegar a una solución óptima.

- El sondeo de necesidades es vital, ya que de los resultados y conclusiones que se obtienen después del procesamiento de información es primordial el análisis, de éstos se obtiene las tendencias y necesidades que se tienen que cubrir en el proyecto buscando siempre la solución mas adecuada para el entorno en que se desenvuelve.
- El método del *ranking* es una forma de evaluación muy conocida por los analistas del mercado que, consiste en ordenar las diferentes opciones bajo diferentes criterios y al final se hace una interpretación de los resultados pudiendo realizar un análisis más completo y complejo; un método considerado como imparcial y equilibrado que resultó de gran ayuda al momento de evaluar las diferentes tecnologías disponibles de acceso fijo inalámbrico.
- En el diseño de la red de acceso se involucró tanto la planificación de un sistema de comunicaciones inalámbricas como los conocimientos adquiridos durante la carrera que fueron de gran utilidad al momento de ponerlos en práctica, estos dos elementos resultaron interesantes debido a que el proyecto planteado se convirtió en un reto que afianza el conocimiento de todo lo que envuelve esta dura meta.
- Un tema diferente que realmente se convirtió en reto fue el análisis financiero del sistema, debido a que un proyecto tiene que ir obligatoriamente de la mano de este tipo de análisis, es un tema que toma bastante fuerza al momento de elegir entre las diversas alternativas que buscan fundamentalmente una rentabilidad para justificar la inversión, sin este análisis los proyectos pueden salir del contexto de la realidad de nuestro entorno. Se realiza un análisis tanto para los operadores del sistema como para los usuarios de éste.

- o Finalmente se analiza la tarificación por tráfico cursado que se define como el costo de paquetes de datos que atraviesan la red de acceso, este tema es de gran importancia y de gran trascendencia en las comunicaciones. La inquietud surgió por la preocupación de una empresa llamada Decisión C.A. Actualmente gran parte de las empresas y corporaciones que habitan en la ciudad de Quito requieren mantener interconectadas sus redes de datos entre varios puntos de la ciudad, con el fin de intercambiar información, que generalmente lo hacen mediante enlaces dedicados o haciendo uso de servicios de transporte de información (voz, datos y video). A diferencia de la tarificación para el servicio de telefonía tradicional, el pago por el transporte de información corresponde a una cuota mensual establecida, cuyo monto está en función de parámetros fijos del acceso al servicio, mas no por su utilización, ni su aprovechamiento que el usuario sepa darle. Es por esto que este análisis se hizo esencial.
- o Entre las soluciones de acceso fijo inalámbrico, las de espectro ensanchado son las más convenientes en el Ecuador, desde el punto de vista económico. En otro caso, debido a la normativa, el costo de utilización del espectro y el costo de operación de cada estación transmisora-receptora resulta excesivo y prohibitivo. Véase Comparación con Otros Sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico, Capítulo 4.
- o La mayoría de los enlaces en sistemas de telecomunicaciones con conexión dedicada que operan actualmente, sean estos por par de cobre, medio óptico o inalámbrico, son configurados por el proveedor del servicio con una velocidad de conexión fija. Esta característica está alejada de la necesidad de muchos usuarios cuando se trata de transporte de datos, y aún más, cuando el caso es el acceso a Internet. Supóngase un canal de datos para un usuario que ha sido configurado con la velocidad de datos promedio que el usuario requiere, más no la máxima velocidad de datos que el medio y los equipos pueden alcanzar, cuando en cierto momento su usuario no lo necesita el canal está siendo

desperdiciado, mientras que el mismo canal, en otro momento, está en pleno uso y puede ser insuficiente para la tasa de información que este usuario necesita transmitir o recibir. Podría decirse que la solución es que el usuario contrate un canal de mayor capacidad, lo cual cuesta, pero si las necesidades del usuario no cambian, tampoco es justo que el precio cambie. Como conclusión, el caso de una tarifa mensual (o anual) **fija** por un canal con ancho de banda **fijo**, la mayoría de las veces no satisface las necesidades del usuario que son **variables**. En general, la configuración de los canales de datos y las tarifas son constantes en el tiempo y por otro lado las necesidades del usuario son variables en el tiempo, lo que se refleja en demoras en la transmisión y se desaprovecha el medio.

- o Es necesario un análisis económico, aunque sencillo, en todo proyecto para calcular su viabilidad. Puede ser el caso de encontrar proyectos que en primera instancia aparentan ser la solución perfecta para el problema, pero que al momento de cuantificar los beneficios reales que ésta produce, resultan infructuosos.
- o Si se trata de aprovechar los recursos económicos de la mejor manera, debido a las regulaciones actuales, los sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico con Espectro Ensanchado en el Ecuador son lo más convenientes para uso interno de personas naturales o jurídicas. Mientras la red no esté destinada para servir a terceras personas, no es necesario obtener un Permiso de Portador de Datos en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, que tiene un elevado costo.
- o En general toda red está destinada a crecer, el meteórico crecimiento de Internet y los servicios en línea son firmes testimonios de los beneficios de compartir datos y recursos, por esto, un resultado positivo del análisis técnico-económico del proyecto es lo más importante para asegurar su explotación futura.

- El acceso telefónico *dial-up* al Internet causa molestias a los usuarios en los siguientes aspectos: demoras al momento de la conexión, encontrar ocupadas las líneas de conexión, desconexiones repentinas, incremento de la factura telefónica y no disponer de servicio de telefonía mientras se accede al Internet por la misma línea.

- Las leyes ecuatorianas no contemplan otra posibilidad que acceso *dial-up* para la distribución del acceso a Internet. Un tipo de acceso diferente está catalogado como transporte de datos, y, sólo en permisos, es necesario invertir más de USD 265.000 por adelantado. Por estos motivos se concluye que el servicio de acceso a Internet por otros medios que no sean *dial-up* está restringido para las grandes empresas de telecomunicaciones. En el Ecuador, no puede existir pequeña, quizás ni tan si quiera mediana, empresa de telecomunicaciones. Este escenario encarece el servicio a los usuarios finales y promueve los monopolios. Según Hugo Aulestia, profesor de Marco Regulatorio de la Escuela Politécnica Nacional, es el mercado el que rige las leyes, y, así fue en el caso de los cybercafés, que incluso ofrecen llamadas internacionales, pues no existía regulación alguna.

RECOMENDACIONES

- Debido a que el Reglamento de Tarifas por el Uso de Frecuencias emitido por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, vigente al 31 de Marzo del 2004, indica rubros significativos a pagar mensualmente por cada estación transmisora y **receptora** de la señal, lo cual es un tanto inconsecuente, pues el ancho de banda que se utiliza y el área de cobertura son los mismos, el aumento de usuarios no abaratan los costos de un sistema de acceso inalámbrico. El caso de aumentar el número de usuarios en determinada zona para compartir los costos del ancho de banda y punto de acceso, no tiene mayor sentido, con las leyes actuales. De la experiencia del desarrollo de este proyecto, se recomienda a la Superintendencia de Telecomunicaciones revisar el numeral 3.2.2 del Capítulo III (de Las Tarifas) del Reglamento de Tarifas por Uso de Frecuencias, éste no debería tomar en cuenta el número de estaciones receptoras por las razones antes indicadas.
- Existe un rubro que es absolutamente influyente en los costos y el mercado de las telecomunicaciones, se trata del costo del Permiso de Portador de Datos que otorga la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones. El costo de este permiso asciende a \$250.000 por un permiso de 15 años de duración. Éste es un limitante formidable para toda pequeña y mediana empresa de telecomunicaciones que desea prestar servicios de transporte de datos a baja escala. Incluso los proveedores de Internet están obligados a poseer este permiso para llegar a sus clientes, o a contratar a alguien que lo posea. Ésta podría ser la razón por la que cientos de servicios que promueven el desarrollo de los países aún no están presentes en el Ecuador. No solo se imposibilita a todos aquellos que no tienen el recurso económico para invertir \$250.000 en tan solo un permiso, sino que ese elevado costo, tarde o temprano llegan a pagarlo los usuarios. Se recomienda a las autoridades revisar esta regulación, el costo del permiso de portador de datos debería estar en función de la facturación del organismo, o, en

función de algún parámetro que sea referente al tamaño de la industria. Mientras tanto el servicio de transporte de datos estará, por simple deducción, en manos de corporaciones monopólicas y el desarrollo tecnológico del país restringido de una u otra forma.

- o Se recomienda la participación en foros y charlas que tengan relación con los temas de que involucran de una u otra forma a los proyectos en busca de información, ponerse en contacto con los proveedores y representantes de los equipos que ponen de manifiesto mucho interés y se hable de los proyectos que, se realicen o que se van a emprender ya que resulta sumamente enriquecedor tener este tipo de contacto con estas personas que están en el mundo de las comunicaciones. De la experiencia vivida se llega a entender que si a un proyecto se lo ve desde un punto de vista macro entran en juego muchos más elementos de los que se piensan y llegan a cambiar radicalmente el sentido de lo planificado con un mejor enfoque.

- o Para resolver problemas de interferencia es importante tener en cuenta la Norma Para la Implementación y Operación de Sistemas de Espectro Ensanchado y el inciso 2.6 (Categoría de los Servicios y de las Atribuciones) del Capítulo II (Atribución de Bandas de Frecuencias) del Plan Nacional de Frecuencias.¹²⁹ Lo que significa, que al momento de implantar el sistema, no se debe causar interferencia perjudicial a estaciones de otros sistemas ya existentes, caso contrario, es necesario considerar otra banda de frecuencia, u otra área de cobertura. Una vez implantado el sistema, se tiene protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones de otros servicios secundarios, más no por la interferencia causada por estaciones de servicios primarios, aunque a éstas se les asigne permiso de operación en el futuro.

¹²⁹ Véase Anexo 3.

BIBLIOGRAFÍA

Unión Internacional de Telecomunicaciones. Acceso Inalámbrico Fijo. Publicaciones UIT. Oficina de Radiocomunicaciones. 2^{da} edición. 2001

Unión Internacional de Telecomunicaciones. Bucle local para el acceso inalámbrico. Publicaciones UIT. Oficina de Radiocomunicaciones. Volumen 1. 2000. 146 p

IBE, Oliver C. Fixed Broadband Wireless Access Networks and Services. John Wiley & Sons. Primera edición (Mayo 2002). 304 p

HAOJIN, Wang Telecommunications Network Management. McGraw-Hill Professional. (Junio 30, 1999) 500 p

OPPENHEIMER, Priscilla. Top-Down Network Design. Editorial: Cisco Press. Primera edición (Agosto 15, 1999) 560 p

PIETROSÉMOLI, Ermanno. Tecnologías de Acceso. Escuela Latinoamericana de Redes. Mayo 2002

CONATEL. Plan Nacional de Frecuencias. Secretaría Nacional de Telecomunicaciones. Junio 2001.

CONATEL. "Ecuador: Apertura de Mercado de las Telecomunicaciones". Secretaría Nacional de Telecomunicaciones. Diciembre 2001.

CONATEL. "Norma Para la Implementación y Operación de Sistemas de Espectro Ensanchado". Resolución 538-20-CONATEL-2000.

WAYNE, Tomasi. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Prentice Hall Hispano América S.A. 1996, 858 p

TANENBAUM, Andrew S. Redes de Computadoras. Prentice Hall 1997.

WEB, William. The Complete Wirelees Communications Profesional. Editorial Artech House Publishers. 1999

ALEXANDER, Alberto. Manual Para Documentar Sistemas de Calidad. Prentice Hall. 1999

KOTTER, Philip. Mercadotecnia. Editorial Prentice Hall México. 3ra. Edición. 1989

TESIS

ALTAMIRANO, María del Carmen; GARVAY, Carlos. Estudio y Diseño de Dotación de Servicio Telefónico para Poblaciones Rurales de Columbe, Cebadas, Guantul, Santo Tomas, Nabuj y otras de la zona central de Chimborazo. Tesis

AYABACA, Hugo. Sistemas Autónomos Para Proveedores de Internet. Tesis. 2001.

BARRETO, Alexis. Estudio y Análisis de las Distintas Tecnologías de Acceso que un Proveedor de Servicio de Internet puede Implementar en Ecuador. Tesis. 2000

CAICEDO, María Soledad; YÁNEZ, Fernando. Planificación de un Proveedor de Servicios de Internet y Diseño de su Sistema de Seguridad. Tesis. Febrero 2002

CÁCERES, Roberto. Estudio y Diseño de un ISP para la EPN y un nodo principal del backbone de Internet. Tesis.

PAZMIÑO, Tatiana. Diseño de una red inalámbrica para el centro histórico de Quito. Tesis.

SALAZAR, Ricardo. Solución Spread Spectrum para una red de datos móvil en las áreas abiertas del campus politécnico. Tesis.

JÁCOME, Lenin; TRUJILLO, Patricia. Diseño de un Sistema LMDS para la zona comercial de Quito Tesis.

YANEZ, Andagana; ISAIAS, Fernando. Planificación de un Proveedor de Servicios de Internet y Diseño de su Sistema de Seguridad. Tesis. 2002.

PASTOR, Sánchez. Diseño de un Sistema de Acceso a Internet para un Proveedor Regional. Tesis. 2004.

FOLLETOS

Registro Oficial Nº 215 del 30 de noviembre del año 2000, vigente al 31 de marzo del 2004.

CENSOLAR. Proyectos de Energía Solar. Sevilla España. 1998.

BRODKY. Wirelees. 1995.

SGLISIC, Savo. Spredd Spectrum CDMA Systems for Wirelees Communication. 1997.

YANG, Samuel C. CDMA RF System Engineering. 1998.

PÁGINAS WEB

Intel Corporation

<http://www.intel.com/network/wireless>

Proxim Inc.

<http://www.proxim.com>

Wi-LAN Inc.

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

Xilinx Inc.

<http://www.xilinx.com>

ADC Telecommunications Inc.

<http://www.adc.com>

Andrew Corporation

<http://www.andrew.ru>

California Amplifier

<http://www.calamp.com>

Cisco Systems Inc.

<http://www.cisco.com>

Hybrid Networks Inc.

<http://www.hybrid.com>

Remec

<http://www.remec.com>

Third-Rail Technologies

<http://www.thirdrail.com>

Nortel Networks

<http://www.nortelnetworks.com/fwa>

SR Telecom Inc.

<http://www.srtelecom.com>

TRT/Lucent Technologies

<http://www.lucent.com>

Construyendo su red inalámbrica

<http://www.icomun.com/index.htm>

WLAN / WISP

<http://www.telexwireless.com/index.htm>

Aperto Networks

<http://www.apertonet.com>

Superintendencia de Telecomunicaciones

<http://www.supertel.gov.ec>

How to Build an ISP

http://www.alliancedatacom.com/pdf/isp_white_paper.pdf

**DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO PARA PROVEER SERVICIO DE INTERNET AL
BARRIO MATOVELLE, USANDO ACCESO FIJO INALÁMBRICO**

SECTOR: El Inca
BARRIO: Matovelle
FECHA: _____ de _____ del 2003
DIRECCIÓN: _____
NOMBRE: (Opcional) _____

1. ¿Es Ud. usuario de Internet? Sí No
2. ¿Dónde comúnmente accede al servicio? (marcar todo lo que aplique)

- Universidad
- Casa
- Oficina
- Café-Net
- Dónde un familiar o amigo
- Hotel
- Otro sitio _____

3. ¿Cuáles son sus actividades en el Internet?

- Recepción y envío de correo electrónico
- Navegar en el Internet
- Compras por el Internet
- Transacciones bancarias y pago de servicios
- Llamadas telefónicas locales o internacionales
- Descarga de programas, música, archivos o información
- Otras _____

4. ¿Cuenta Ud. con servicio de Internet? Sí No

¿Qué proveedor tiene? ¿Qué plan tiene? ¿Cuánto paga por el servicio?

¿Cuántas horas al mes usa el Internet? ___ ¿Se conecta por línea telefónica? S ___

(Tarifa comercial \$1,50/h X3/2. Tarifa residencial \$0,76/h X3/4)

¿Sabía que al mes paga alrededor de \$ ___ de teléfono por este servicio? S N

5. ¿Le interesaría tener este servicio en casa (su local comercial)? Sí No

6. ¿Le interesaría poder acceder a este servicio desde su casa (o local comercial) a un precio conveniente sin usar su línea telefónica? Sí No

7. ¿Sabe que es "Internet dedicado"? Sí No → Breve explicación

8. De implantarse el servicio que estamos proponiendo para nuestro barrio Matovelle, podríamos contar con Internet dedicado inalámbrico, no usaría la línea telefónica, la conexión sería dedicada, no perdería llamadas por línea telefónica ocupada y la velocidad efectiva del Internet sería mayor a la de los servicios que usan línea telefónica. ¿Le parecería un mejor servicio que los actuales? Sí No

¿Por qué? _____

9. (Si es el caso: Considerando que actualmente el Internet le cuesta \$ ___ mensual sumando la factura del Internet y el costo del teléfono) ¿Estaría Ud. dispuesto a contratar este nuevo servicio? Sí No

10. ¿Cuánto le parecería justo pagar por este (mejor) servicio?

- bastante más poco más igual poco menos bastante menos

11. ¿En caso de que Ud. contratara el servicio, le gustaría poder además tener acceso a los siguientes servicios?

- Realizar llamadas telefónicas a través del Internet a costos accesibles
- Intercambiar archivos de música u otros con la gente del barrio
- Juegos en red con la gente del barrio
- Poder enviar y recibir mensajes a los vecinos del barrio Matovelle para coordinar actividades, contactar a la directiva de Pro-Mejoras, etc.
- Realizar compras en las tiendas del barrio (víveres, papelería, etc.) desde su PC con entrega a domicilio
- Poder conversar gratuitamente con los vecinos del barrio por teléfono

12. Conociendo esto, ¿Cuál de los dos servicios escogería Ud.?

- Servicio de Internet mediante línea telefónica con algún proveedor
- Servicio dedicado inalámbrico (similar a Aerocable)



ORINOCO® AP-2500 Access Point

Wireless Access Point and Access Gateway for Enterprises and Public Hot Spots

The ORINOCO AP-2500 is an all-in-one wireless access point and access gateway specifically designed for public hot spot providers and enterprises. ORINOCO AP-2500 enables public hot spot providers to cost-effectively offer wireless internet access in venues such as airports, hotels, convention centers, restaurants and coffee shops. Whether you are a wireless service provider, venue owner, or enterprise IT professional, ORINOCO delivers all the features and functionality you need to ensure ease of use and secure internet access for your subscribers or guests.

Internet Access for Enterprise Visitors
The ORINOCO AP-2500 enables enterprise wireless LANs by providing visitor access functionality. Dynamic address translation (DAT) automatically maps visitor addresses to a TCP/IP configuration that enables internet access without compromising the integrity of the corporate LAN.

Hot-Spot-In-A-Box For Public Access
ORINOCO AP-2500 combines the best-in-class wireless access point technology with superior public access, high security, flexibility and standards-based authentication and billing systems support. Eliminating the need to purchase separate gateways and access points, the ORINOCO AP-2500 means significant cost-savings on hardware and installation for venue owners and service providers.

Easy Access Anytime
With just one click on their Web browsers, mobile professionals can now enjoy immediate wireless



- DUAL RADIO ACCESS POINT AND ACCESS GATEWAY FOR UP TO 500 CONCURRENT USERS
- DUAL RADIO ACCESS POINT AND ACCESS GATEWAY SUPPORTING BOTH 2.4GHZ AND 5GHZ CLIENTS

with the 802.11n-0.49n-2500, you get more users when available, and the benefits of public access offerings to your subscribers, also for 2.4GHz range. High density distribution with up to 500 concurrent users. AP 2500 can be used in a hot spot or internet access.

Providing business associates with the most popular solution, the ORINOCO AP-2500 provides the hot spots and charging stations provide the most secure mobility and the most secure mobile providers. The access point, etc.

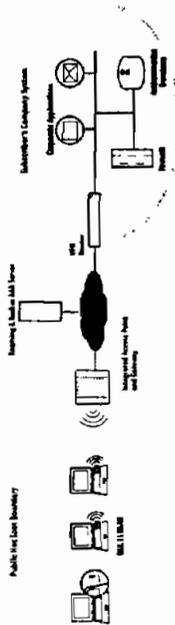
network access regardless of their existing network or ISP settings. The ORINOCO AP-2500 makes getting online a breeze for people on the go.

Flexible Authentication and Billing Method
The ORINOCO AP-2500 authenticates users based on various methods and allows for seamless roaming between hot spots. The ORINOCO AP-2500 uses standards-based Radius Authentication, Authorization and Accounting (AAA) attributes that easily fit into billing systems and allow for on-the-spot customer acquisition. Service providers can set up the system to reflect their unique subscriber service offerings such as pay-per-use or fixed fee subscriptions.

Unmatched Security and Privacy
ORINOCO AP-2500 includes a full range of state-of-the-art wireless technologies for various levels of security. Capabilities include preventing eavesdropping between stations and allowing subscribers to set up secure VPN connections.

Secure Centralized Management for Service Providers

Secure remote management via standard HTTP, SNMP, Telnet and TFTP are offered in all ORINOCO AP-2500 Access Points. Integration into existing networks is easy. Since ORINOCO AP-2500 integrates seamlessly into existing management systems, there's no need to change the network or train staff on new systems. For networks with large numbers of access points, ORINOCO's Wireless LAN Manager provides smooth, centralized management capabilities.



Why choose the ORINOCO AP-2500 Access Point?

Carriers and Wireless Service Providers (WISPs)—Expand your customer base, extend your network reach, penetrate new markets and increase Average Revenue Per User (ARPU). ORINOCO AP-2500 solutions make it simple to gather essential data for public access including logs, authorization and billing details. ORINOCO AP-2500 access points offer your great value for your money while providing ease of use for your customers.

Venue Owners—Regardless of the type of venue you operate—small, large, with multiple locations, franchises or chains—the ORINOCO AP-2500 will help you increase revenues. Offer diversified WLAN services and meet the growing demand for anywhere, anytime network and internet access. ORINOCO AP-2500 solutions offer a unique selling proposition for restaurants, hotels, chain stores and many more.

Corporate Subscribers—Enable guests and visitors to wirelessly connect to their own VPN and work as if they never left their office. ORINOCO AP-2500 solutions realize professional mobility by offering the flexibility and freedom to work anytime, anywhere and any way you want.

Features

Wireless	Configuration & Management
802.11a support 50 users per radio	Remote Administration
802.11b support 250 users per radio	Secure Administration
Interference robustness	Webnet CLI
Fragmentation	TFTP
Link test responder	SNMP v1 & v2c
Remote file test	SNMP Traps
Load balancing	SNMP IP Access List
Wireless Distribution System	Static
Monitoring Wi-Fi station status	802.11 Bridge MIB, Ethernet MIB, ORINOCO MIB,
Power Management support	802.11 MIB, Nomadix MIB
Cell density settings	Security
(Ultra High, High, Medium, Low)	WEP
Auto Channel Selection	WEP Plus — Weak key avoidance
AP list in Client Manager	Increased traffic blocking
Networking	Cross system
DHCP Client & Server	VPN Passthrough for IP Sec and PPTP
802.1d bridging	Transparent connectivity
Access Control table	Dynamic Address Translation
Network Protocol Filtering	Transparent HTTP Proxy
VLAN (2 user segments)	PPTP Support
ICMP Echo response	IP Sec Shared Key Authentication
	IP Sec Shared Key Authentication
	SMTP redirect
	SMTP redirect

www.orinocowireless.com
www.proxim.com



ORINOCO
WIRELESS NETWORKS

For Laptops And Portable Computing Devices

ORINOCO® 802.11a/b ComboCard

Connect to any 802.11 wireless network anywhere with a single card.



The ORINOCO ComboCard connects you to any 802.11a or 802.11b compliant LAN whether in an enterprise, public building or at home. Easy to install, the ComboCard gives you the convenience to work anytime, anywhere and any way you want.

Simple, convenient 802.11a/b connectivity with a single card

Proxim's ORINOCO 802.11a/b ComboCard delivers the utmost in mobile convenience, allowing secure connections to both 802.11b and 802.11a networks from a single card. With the ORINOCO ComboCard, users can move easily between 802.11 networks at home, in the office, and in public spaces such as a hotel or an airport lounge. The ComboCard operates in the unlicensed 2.4 GHz and 5 GHz bands, providing high-speed wireless networking with data rates up to 54 Mbps.

Software that is simple, yet robust

An easy-to-use installation and configuration utility allows users to connect quickly and simply. Set up and store up to 100 unique profiles to move between different locations. Create a profile for home, work, hot spots and hotels. Choose a network preference setting for 802.11b or 802.11a to ensure the best performance, and roam seamlessly between 802.11a and 802.11b networks in the same environment without disruption. Included Boingo software makes it easy to connect to public hot spots.

Diverse levels of data protection and security

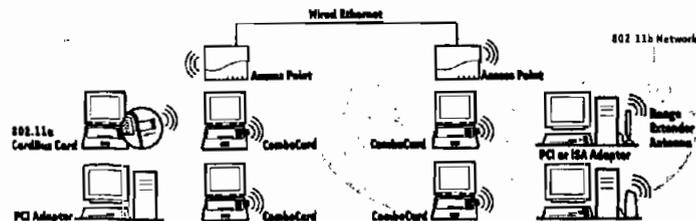
The Gold ORINOCO ComboCard delivers multiple security levels that meet your application needs. The

Gold card delivers various levels of encryption – up to 152-bit WEP and 802.1x authentication, delivering enterprise-class security.

The ORINOCO ComboCard is part of the complete ORINOCO product family of Infrastructure and client products – all you need to get a wireless network up and running and have reliable shared Internet access throughout your home or business.

ORINOCO PC CARD FEATURES

- Set up and store up to 100 user profiles
- Seamless roaming between 802.11a and 802.11b networks
- User determined Network Preference allows connectivity to the appropriate network
- Plugs directly into laptop CardBus Type-II slot
- Enterprise-class 802.1x security and multiple levels of WEP encryption (152-bit, 128-bit, 64-bit)
- Intuitive Installation Utility gets you connected quickly
- Supports Windows 98SE, Windows 2000, Windows XP, Windows Me



orinoco
WIRELESS NETWORKS

More information on ORINOCO products:
www.orinocowireless.com
www.proxim.com

Proxim
The Capacity to Do Great Things.

ORINOCO 802.11a/b ComboCard Specifications

INTERFACE

CardBus Card (32-bit) Type II PC Card

RADIO CHARACTERISTICS

802.11a

Frequency Bands	FCC, IC (13 Channels) 5150-5250; 5250-5350; 5725-5850 MHz ETSI (4 Channels) 5150-5250 MHz TELEC (4 Channels) 5170-5230 MHz IDA (9 Channels) 5150-5250; 5725-5850 MHz
Modulation Technique	Offset Frequency Division Modulation (64 QAM, 16 QAM, QPSK, BPSK)
Media Access Protocol	CSMA/CA (Collision Avoidance) with ACK
Nominal Output Power	FCC, IC, IDA 100 mW ERP ETSI 50 mW ERP TELEC 170 mW ERP
Power Consumption PC Card	Doze mode – 15 mA Receive – 320 mA Transmit – 560 mA
Data Rates (per channel, auto fallback for extended range)	54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 Mbps Proxim 2X™ Mode: 108, 96, 72, 48, 36, 24, 18, 12 Mbps

802.11b

Frequency Bands	2400 – 2484 MHz
Modulation Technique	Direct Sequence Spread Spectrum (CCK, DQPSK, DBPSK)
Media Access Protocol	CSMA/CA (Collision Avoidance) with ACK
Nominal Output Power	100 mW ERP
Power Consumption PC Card	Doze mode – 15 mA Receive – 341 mA Transmit – 576 mA
Data Rates (per channel, auto fallback for extended range)	11, 5.5, 2, 1 Mbps

PHYSICAL SPECIFICATIONS

Dimensions	117.8 mm X 53.95 mm X 5 mm (PC Card)
Weight	15 grams

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

	Temperature	Humidity
Operating	0 to 70°C	95% (non condensing)
Storage	-45 to 150°C	95% (non condensing)

PC CARD SPECIFICATIONS

Type II CardBus	32-bit interface
Power Supply Voltage	3.3VDC from host (+/-0.2V)

LEDS

2 LEDs:	Power Network Activity
---------	---------------------------

SECURITY

Gold	802.1x with support for EAP – TLS, EAP – TTLS and EAP – MD5 152/128/64-bit WEP for 802.11a, 128/64-bit WEP for 802.11b
------	---

WARRANTY

3 years	
---------	--

PACKAGE CONTENTS

- CardBus Card
- Getting Started Guide
- CD-ROM with drivers, installation and configuration utility, Boingo software and user's guide

ORDERING INFORMATION

8460	ORINOCO Gold 802.11a/b ComboCard
------	----------------------------------

©2002 Proxim Corporation. All rights reserved. ORINOCO is a registered trademark, and Proxim and the Proxim logo are trademarks of Proxim Corporation. All other trademarks mentioned herein are property of their respective owners. Specifications are subject to change without notice.

For Laptops And Portable Computing Devices



ORiNOCO™ World PC Card

Broadband Wireless Internet Access and Networking for Laptops and Portable Computing Devices



The ORiNOCO World PC Card gives you a fast, up and portable connecting device to any Wi-Fi compliant wireless LAN. The ORiNOCO World PC Card gives you the freedom to work anytime, anywhere and any way you want.

The right technology for the right solution

The ORiNOCO PC card can be used anywhere to connect to a wireless Ethernet network and is interoperable with any Wi-Fi compliant product. The card delivers high-speed wireless networking at 11 Mbit/s, operating in the 2.4 GHz unlicensed frequency. With superior radio receiver sensitivity (ears) and resilience to microwave interference, ORiNOCO has proven to be the best 802.11b radio in the industry—delivering unbeatable range and throughput performance.

Diverse levels of data protection and security

The ORiNOCO World PC Card is equipped with a choice of security levels to protect your data. The Silver PC Card delivers standard Wi-Fi compliant, Wired Equivalent Privacy (WEP) security, using a 64-bit key. The Gold PC Card offers enhanced security, with a 128-bit key, using RC4 encryption.

The ORiNOCO World PC Card is part of the complete ORiNOCO product family of infrastructure and client products—all you need to get a wireless network up and running and have reliable shared Internet access throughout your home or business.

ORiNOCO WORLD PC CARD FEATURES

- Plugs directly into laptop type-II PCMCIA slot
- Intuitive ORiNOCO Install Wizard for easy driver installation
- IEEE 802.11b (Wi-Fi) certified
- Low power consumption
- High performance 11 Mbit/s data rate.
- Wide coverage range of up to 1,750ft/550m
- Industry-leading radio design
- High-level security with full 128-bit key, RC4 encryption or 64-bit WEP encryption

About Agere Systems

The Wireless Communications and Networking Division (WICND) of Agere Systems, formerly known as the microelectronics division of Lucent Technologies, is a global leader in wireless local area network (WLAN) technology. It designs and sells ORiNOCO wireless LAN products and solutions through a network of leading OEM customers. Agere Systems has also established WLAN sales channels to service providers, enterprise customers and end-users through several e-commerce sites and a vast array of value-added resellers. The ORiNOCO line of products encompasses a full range of indoor and outdoor WLAN products, as well as enhanced security products for public areas and security-conscious enterprises.



Microsoft, Windows, and the Windows logo are either registered trademarks or trademarks of Microsoft Corporation in the United States and/or other countries.



The Standard For Wireless Fidelity

Wi-Fi is a trademark of the Wireless Ethernet Compatibility Alliance, Inc. Windows and Windows Me are registered trademarks of Microsoft Corporation.

More information on ORiNOCO products.
www.orinocowireless.com

ORiNOCO World PC Card Specifications

INTERFACE

PC Card, optional ISA and PCI adapters

RADIO CHARACTERISTICS

Frequency Channels	2400 - 2483.5 MHz			
Modulation Technique	Direct Sequence Spread Spectrum (CCK, DQPSK, DSSS)			
Spreading	11 - chip Barker Sequence			
Media Access Protocol	CSMA/CA (Collision Avoidance) with ACK			
Bit Error Rate (BER)	Better than 10 ⁻⁵			
Nominal Output Power	15 dBm			
Power Consumption PC Card	Doze mode - 9 mA Receiver mode - 185 mA Transmit mode - 285 mA			

RANGE (METERS/FT)	11 MBIT/S	5.5 MBIT/S	2 MBIT/S	1 MBIT/S
Open	160m (525 ft)	270m (885 ft)	400m (1300 ft)	550m (1750 ft)
Semi-open	50m (165 ft)	70m (230 ft)	90m (300 ft)	115m (375 ft)
Closed	25m (80ft)	35m (115 ft)	40m (130 ft)	50m (165 ft)
Receiver Sensitivity dBm	-82	-87	-91	-94
Delay Spread (at FER of <1%)	85ns	225ns	400ns	500ns

PHYSICAL SPECIFICATIONS

Dimensions	117.8 mm X 59.95 mm X 8.7 mm (PC Card)			
Weight	55 gram			

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

	Temperature	Humidity
Operating	0-55°C	95% (non condensing)
Storage	-20-75°C	95% (non condensing)

POWER SUPPLY

Voltage 5VDC from host (+0.2V)

LEDs

2 LEDs: Power Network Activity

OPERATING SYSTEMS

Novell Client 3.x & 4.x, Windows 95/98/2000, Me and Windows NT (NDIS Miniport driver), Apple Macintosh, Windows CE, Linux

MTBF

150,000 hours based on workload of 2040 hours/year (continuous operation), within operating conditions

WARRANTY

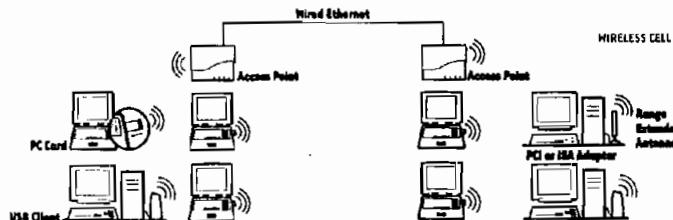
3 year

PACKAGE CONTENTS

- PC Card
- Getting Started Guide
- Installation Software CD-ROM

RELATED PRODUCTS

ISA Adapter to allow PC Card to be used in a PC's ISA slot PCI Adapter to allow PC Card to be used in PC's PCI slot Range Extender Antenna (2.5 dBd)



orinoco™

agere systems

Agere Systems Inc. All Rights Reserved. ORiNOCO, Agere Systems and the Agere Systems logo are trademarks of Agere Systems Inc. in the United States and other countries. This document is for planning purposes only and is not intended to modify or supplement any specifications or warranties relating to Agere Systems products. Agere Systems may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. Copyright © 2001 Agere Systems Inc. All rights reserved. Printed in U.S.A.

The Network Management Tool for Managing Your Wireless Infrastructure

The Wireless Network Manager enables you to manage thousands of Access Points and Outdoor Routers easily, cost-effectively, and remotely from anywhere in the world. Control, update and configure the networks via a web-based single Graphical User Interface (GUI) to manage either individual or a group of devices. Easily integrated into existing SNMP management systems, Proxim Wireless Network Manager enables IT managers to troubleshoot and manage the entire network from anywhere.

Wireless Network Manager

Manage Your Wireless Network With A Single User Interface From Anywhere In The World

The Wireless Network Manager enables you to view all wireless devices via Auto Discovery or by IP address and includes the ability to search for device by IP address or device type/status. With remote reboot of device and support for remote point-to-point diagnostics for monitoring, Wireless Network Manager delivers comprehensive, robust and cost-effective wireless network management solutions from anywhere in the world.

Save Time Managing Your Wireless LAN Through Group Management

Are you tired of uploading new software images individually to each device or re-typing configuration parameters for multiple devices? The Wireless Network Manager performs software image updates and configuration changes for any size WLAN or via scheduled group updates. Administrators can store and check configuration data of any device for reference and implement system restore via easy-to-use templates.

Detect Potential Problems In Your WLAN And WWAN Infrastructure

Every network administrator knows that it's best to prevent problems before they are reported. Proxim Wireless Network Manager enables you to do it right, by constantly monitoring the state of your wireless infrastructure.

The Right Size For Any Wireless Network

The management software package is flexible. Everyone starts with a Base Engine called the WLAN Manager and a choice Device Module. To choose the right Device Module for your network depends on how many nodes your specific network supports. Please see table on the back of this page.

View The Wireless Network Your Way

- Via auto discovery or by IP address
- In Topological View (HP-OpenView version only)
- State of devices and alarms
- Number of clients connected to a device

Group Management Saves Time

- Create logical grouping of devices
- Single or group devices session management for image updates, configuration, reboot of devices

Real-time Monitoring Keeps Your Network Running Smoothly

- Graphical monitoring of Real Time Data based on selected parameters from selected devices (HP-OpenView version only)
- Monitor device performance statistics
- Freedom to manage from anywhere
- Remote reboot of devices
- Supports remote point-to-point diagnostics
- Store and check device configuration data for reference and restore
- Manage password changes and locking facility

Network Manager Base Engine and Device Module

DEVICE MODULE	AP 50	AP 250	AP U*	OR 50	OR 250	OR U*
Manage up to 50 devices	•					
Manage up to 250 devices		•				
Manage more than 250 devices (*Unlimited)			•			•
Supports AP-500, AP-1000, Ap-3000 (including OEMs), AS-2000 and WavePoint II	•	•	•			
Supports OR-500, OR-1000 and OR-1100 (including OEMs)				•	•	•

Supported WLAN Manager and Device Module Features

FEATURES	WLAN MGR	HP-OV plug-in
PLATFORMS SUPPORTED		
Windows NT 4.0	•	•
Windows 2000	•	•
DATABASE SUPPORTED		
Proprietary database	•	•
HP-OV database	•	•
SECURITY		
Application log-in	•	•
Manual application lock	•	•
DISCOVERY		
Auto discovery of devices within sub-net	•	•
Manual addition of devices beyond the sub-net	•	•
LOGICAL GROUPING OF DEVICES UNDER "My Logical Network"		
• "My Logical Network"	•	•
CONFIGURATION OF DEVICES		
Software configuration transfer to/from devices	•	•
Schedule configuration changes and upgrade, reboot	•	•
MONITORING OF DEVICES		
Monitoring devices status and statistics	•	•
Link test and ORINOCO Client Load Distribution	•	•
Graphic monitoring	•	•
GROUP MANAGEMENT		
Group configuration, image upgrade, reboot	•	•
Schedule all group operations	•	•
FAULT MANAGEMENT		
View alarms	•	•
Filter alarms from selected devices	•	•
VIEW MANAGEMENT		
Drag and drop of devices under "My Logical Network"	•	•
View discovered devices in List View	•	•
Network topology view	•	•
REPORT PRINT AND EXPORT OPTIONS		
•	•	•
ONLINE CONTEXT SENSITIVE HELP		
•	•	•



PacketWave™ 1000 Base Station Unit

Scalable, multiservice fixed broadband wireless technology for service provider points of presence

Key Benefits

Scalability, increased capacity, high frequency reuse, advanced interference mitigation, and spectral efficiency based on patented Aperto™ beamforming and antenna technology, which allows an exceptional level of capacity and flexibility at a low cost per subscriber.

Deep Subscriber Link Optimization (DSLLO)™ reduces interference, increases throughput, and allows for each subscriber. DSLLO uses dynamic access management parameters to create the most robust line-of-sight link through or around the path, in line-of-sight, obstructed-line-of-sight, or non-line-of-sight.

Multiservice Intelligent ServiceQ™ technology allows service providers to offer different service classes for subscribers on an application-based classification basis, making it possible to maintain service by providing multi-tiered data, video, and voice services using a single wireless platform.

Rapid deployment, easy installation and configuration, with built-in remote management tools, automatic subscriber provisioning, and easy-to-use IP addressing.

Low cost, managed, operational standards based SNMP, Web and Java based tools simplify the complex task of managing the network.

Complete system integration. The fully integrated PacketWave system provides a complete fixed broadband wireless solution, including base station, subscriber unit, radios, and antennas that accommodate a variety of frequency bands (1.9, 2.5, 5.3, and 5.8 GHz).

Aperto Networks' PacketWave™ system gives service providers a fully-integrated service intelligent platform for building high-density fixed broadband wireless networks for personalized service delivery. PacketWave system architecture features an innovative multiservice design, highly scalable capacity and coverage, dynamic per-subscriber link optimization technology, rapid deployment and ease of management.

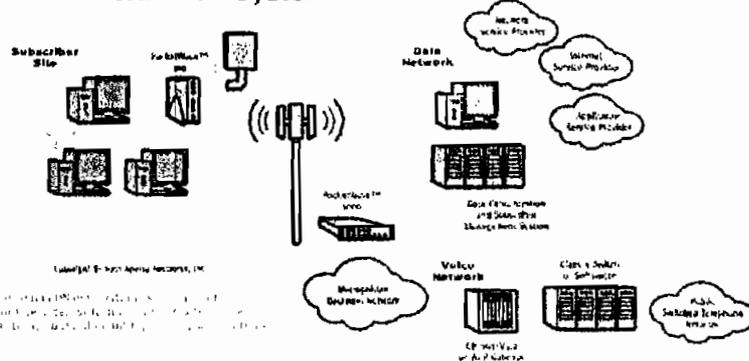
The PacketWave 1000 base station unit lets service providers quickly and easily deploy multiservice fixed broadband wireless networks in multi-cell, multi-sector topologies. Located at each point of presence, the stackable PacketWave 1000 unit is designed to deliver services to subscribers in suburban and urban areas where foliage and buildings can make line-of-sight access a problem. The unit easily integrates with wireline network infrastructures to maintain Quality of Service (QoS).

Scalable Architecture
The service intelligent PacketWave system can handle thousands of subscribers, whether they're spread out in suburban neighborhoods or located in densely populated urban areas.

Combining high-frequency reuse with advanced interference management and mitigation techniques, the PacketWave system conserves valuable spectrum by allowing the service provider to cover an extensive geographical area with a minimum number of channels.

As bandwidth and subscriber needs increase, network operators can easily add channels or new sectors within the cell. Multiple PacketWave 1000 base station units can be stacked to provide additional bandwidth using multiple channels per sector. And additional cells can be deployed to extend the service capacity and coverage footprint.

PacketWave Fixed Broadband Wireless System



Breakthrough Technologies
Aperto Networks' PacketWave products feature three market-leading technologies: RapidBurst advanced Time Division Multiple Access (TDMA) protocol, OptimalLink dynamic per-subscriber link optimization, and ServiceQ per-flow QoS and bandwidth management.

RapidBurst technology enables the PacketWave system to achieve exceptionally low latency and unprecedented spectral efficiency. With RapidBurst, the PacketWave system delivers burst rates up to 20 Mbps over a 6 MHz channel.

In addition, RapidBurst dynamic bandwidth allocation enhances efficiency by assigning time slots and packet sizes according to actual demand and service levels. An advanced TDMA burst mode ensures maximum flexibility and bandwidth efficiency in both upstream and downstream transmissions. Adaptive Time Division Duplexing (TDD) technology maximizes flexibility and enables dynamic allocations of upstream and downstream bandwidth depending on traffic requirements.

OptimalLink technology performs dynamic control of link parameters to optimize each subscriber's connection in a multiuser, cellular network. The OptimalLink adaptive algorithm dynamically selects and adjusts PHY and MAC-layer parameters, including antennas with spatial and polarization diversity, modulation, transmit power, retransmission policy, and frame size. The benefit to network operators is increased capacity and broader coverage that includes obstructed-line-of-sight and non-line-of-sight subscribers.

ServiceQ technology provides different service classes to subscribers on an application-by-application basis. This means personalized services can be delivered intelligently, allowing the service provider to maximize revenue opportunities with differentiated service offerings and effective management of Service Level Agreements (SLAs).

With ServiceQ, service providers can set up multiple QoS profiles for each PacketWave 100 Series subscriber unit. Each profile contains various QoS metrics (such as maximum and minimum bandwidth, latency, and jitter) based on Class of Service requirements like Constant Bit Rate (CBR), Committed Information Rate (CIR), or Best Effort (BE). Using a highly advanced scheduling mechanism, the PacketWave system enforces the metrics in each profile. The result: service providers can offer tiered services that help differentiate their offerings in the marketplace.

In addition, the intelligent ServiceQ packet classifier can associate end-user applications to QoS profiles by mapping existing indicators such as IP ToS and IEEE 802.1p fields, as well as data packet header information such as IP or MAC addresses and port numbers. Consequently, the PacketWave system can identify applications such as web browsing, telephony, and video streaming - and give them the appropriate QoS, providing a more personalized and valuable service to each subscriber.

Multiple Frequency Bands

Because the PacketWave system can accommodate a variety of frequency bands, it gives service providers the flexibility to pursue opportunities across the globe using a single service intelligent platform, minimizing capital and operating costs. PacketWave 1000 base station units can simultaneously support Aperto radios and antennas operating in 2.5 GHz MMDS, 3.5 GHz FWA, 5.3 GHz, and 5.8 GHz U-NII bands.

Comprehensive IP Functionality

The PacketWave system provides a single platform for delivering converged data, voice, and video services over an IP network. The IP-based system design allows service providers to develop end-to-end applications, such as Virtual Private Networks (VPNs) and web hosting, without the complexity of intervening transport protocols. And, it fits seamlessly into the service provider's overall network architecture without altering the existing routing and server infrastructure.

The PacketWave system leads the industry in implementing advanced IP features and services. Packet filtering, Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP), and Trivial File Transfer Protocol (TFTP) configuration download give service providers maximum flexibility in provisioning services for customers. The PacketWave 1000 routing software supports multiple subnets on each wireless interface and allows IP addresses to be shared across interfaces through "clustering." Routing information can be configured either statically or dynamically using the RIPv2 routing protocol. In addition, the PacketWave system can support subscriber units using basic routing, bridging, or Network Address Translation (NAT). This array of IP

capabilities together with the innovative RapidRoute, OptimaLink, and ServiceQ technologies make the PacketWave system the most flexible broadband wireless service delivery platform now available.

Flexible Backhaul

The PacketWave 1000 base station unit provides complete flexibility in connecting to backhaul networks. In its base configuration, the PacketWave 1000 is equipped with a 100Base-T Fast Ethernet interface. This enables direct connection to a Gigabit or Fast Ethernet-based MAN, or to a variety of other broadband networks through an external router or switch.

With an optional plug-in module, the PacketWave 1000 can connect directly to DS3/E3 or OC-3/STM-1 networks using ATM or POS protocols. This allows the PacketWave system to accommodate external optical or high-capacity wireless backhaul connections, such as millimeter wave radio solutions. Whichever backhaul option is employed, the PacketWave 1000 maintains QoS throughout the network using IP Differentiated Services (DiffServ), ATM Service Categories, or Multiprotocol Label Switching (MPLS).

Full-Featured Management

The PacketWave system simplifies subscriber provisioning and network management with GUI-based tools, standard protocols, and industry standard platforms. Among these tools is the highly scalable, JAVA-based WaveCenter Configuration Manager, which automates the subscriber provisioning process. The PacketWave system also includes Web-based HTML and SNMP-compliant network management software for configuration, fault, performance, and security management.

PacketWave 1000 Base Station Unit Specifications

Radio

Radio - Four Wireless Subsystems (WSS), each with the following interfaces:
signal (F connector)
transmit test (F connector)
receive test (BNC connector)
control (RJ 45 connector)

Backhaul Port: 100Base-T Fast Ethernet

Local Craft Interface: RS-232 serial port (DB9)

Alarm Control: NO/NC/Common dry contact relay

External Clock Input: optional 10 MHz timing reference (BNC)

Multiple PacketWave 1000 Synchronization: 2 main and 2 alternate ports (BNC)

Configuration

Data Rates: From 64 kbps with bursts up to 20 Mbps
Frequency Bands Supported (using Aperto Networks' radios and antennas):
2.5-2.689 GHz (MMDS)
3.3-3.7 GHz (FWA)
5.25-5.35 GHz (U-NII)
5.725-5.825 GHz (U-NII)

Duplexing Mode: TDD

Modulation: QPSK and 16 QAM

Error Correction:

Reed Solomon FEC with variable block length and correction factor
Advanced MAC-layer ARQ

*Radio can cover 5.725-5.875

Networks

Protocols: IP Routing, RIPv2, VLSM, EIGRP, DHCP (client and relay agent)

Quality of Service: IP DiffServ and ToS

Service Classes: CBR, CIR, BE

Security

DES Encryption: 56, 112, or 168 bit (planned)

Management

Centralized provisioning using WaveCenter Configuration Manager on Windows 98 and 2000 Professional, Linux, and Sun Solaris 2.8

Embedded WaveCenter agent supporting SNMP and Web browser interfaces

SNMP, MIB II (RFC 1213), Aperto Enterprise MIB

Software upgrades through TFTP

Power and Antenna

Power

Radios: transmit, receive, status (for each WSS)

Ethernet: link, transmit, receive

Multi-unit Sync: main and alternate

AC Option: 85-265 VAC, 47-63 Hz

DC Option: 37-75 VDC

Power Consumption:
300 W maximum (base configuration)

Dimensions

Width: 19 in (483 mm); Height: 3.5 in (89 mm);

Depth: 23.5 in (597 mm)

Mounting: standard 19 in chassis

Weight: 38 lbs (17 kg)

Operating Temperature: 32° to 104° F (0° to 40° C)

Humidity: 10% to 95% noncondensing

Compliance

FCC Part 15 Class B, UL, CE, EN

Additional Features

Connectors, LEDs, RF, network protocol, and management features are the same as for the four built-in Wireless Subsystems (WSSs)

Connectors

Connectors, LEDs, RF, network protocol, and management features are the same as for the four built-in Wireless Subsystems (WSSs)

Connectors

Connector: dual SC

Line Rate: 155.52 Mbps

Line Framing: SONET STS 3c/SDH STM 1

Reach: MMF short reach (2 km) and SMF medium reach (5 km)

ATM: RFC 1483 IP over ATM

RFC 1577 classical IP over ATM

VBR-n, VBR-rt, and USR

POS: RFC 1619 PPP over SONET/SDH

RFC 1662 PPP in HDLC-like framing

IP DiffServ

Connectors

Connector: dual BNC

Line Rate: 44.736 Mbps (DS3)

34.368 Mbps (E3)

Line Framing: C-bit parity (DS3)

G.751 (E3)

Line Coding: B3ZS (DS-3)

HDB3 (E3)

PacketWave 1000,

4 WSS, AC power supply

PacketWave 1000,

4 WSS, DC power supply

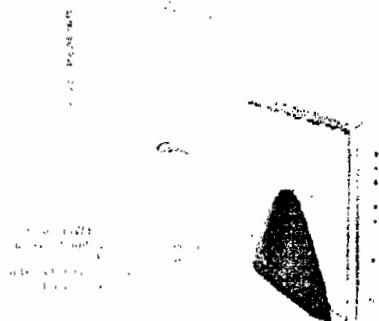
PW1000-04-AC

PW1000-04-DC

1637 South Main Street • Milpitas, CA 95035
Phone 408.719.9977 • Fax 408.719.9070 • www.aperto.com

Aperto, OptimaLink, PacketWave, RapidRoute, and ServiceQ are trademarks of Aperto Networks. All other trademarks are the property of their respective owners.

©Copyright 2001 Aperto Networks 6/01 All 602



PacketWave™ 100 Series Subscriber Units

Multiservice, fixed broadband wireless access for small to midsize businesses, SOHOs, and homes

Key Benefits

Highest-speed Internet access
The PacketWave system delivers data rates from 14.4 Kbps to 20 Mbps burst speeds up to 20 Mbps upstream and downstream.

Easy to install
Simple setup allows service provisioning time. The built-in integrated antenna is as easy to install as a satellite dish. An antenna alignment tool makes antenna pointing easy.

Support for multiple users
PacketWave 100 Series units support a wide range of subscriber needs. They support up to a PC or internet kiosk, and support a choice of applications such as voice and streaming video.

Complete software application
The PacketWave 100 Series system software supports through simple IP, if business download.

Complete system solution
The fully integrated PacketWave system provides a complete fixed broadband wireless solution, including base station, subscriber unit, radio, and antenna that accommodate a variety of frequency bands—4.5, 5.5, and 5.8 GHz.

Aperto Networks' PacketWave™ system gives service providers a fully-integrated service intelligent platform for building high-density fixed broadband wireless networks for personalized service delivery. PacketWave system architecture supports multiservice applications, scales easily for more capacity and coverage, and provides dynamic link optimization on a per-subscriber basis. It also features fast deployment and simplified management.

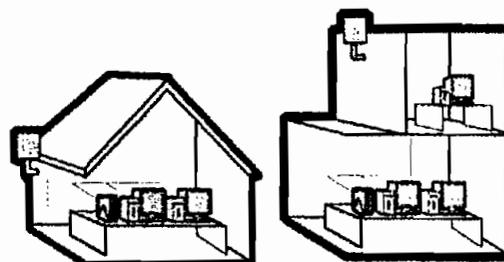
Working with the PacketWave 1000 base station unit, PacketWave 100 Series subscriber units deliver high-speed, always-on Internet access for small to midsize businesses, small office/home office (SOHO) customers, and residential users. With a PacketWave 100 Series unit installed at the subscriber's site, users can browse Web pages, handle voice calls, view streaming video, and download files—all at multimegabit data rates.

The PacketWave 100 subscriber equipment consists of an indoor bridge/router unit and an outdoor radio/antenna unit. Configurable as a bridge, or a router that supports up to 250 hosts, each unit delivers data rates from 64 Kbps with burst speeds up to 20 Mbps in a 6 MHz channel—enabling the most efficient use of aggregate bandwidth, so greater numbers of users can enjoy simultaneous access.

Aperto Networks offers three PacketWave models designed to meet a variety of subscribers and network requirements:

- PacketWave 110 model provides bridging, with support for up to five hosts.
- PacketWave 120 model provides bridging and Network Address Translation (NAT), with support for up to 20 hosts.
- PacketWave 130 model provides bridging, NAT, and IP routing, with support for up to 250 hosts.

PacketWave Fixed Broadband Wireless System



Complete Package
The Aperto Networks' PacketWave 100 Series provides a complete subscriber package for fast Internet access. The pre-fabricated radio unit with integrated antenna is mounted on the outside of the subscriber's office building or home. The indoor bridge/router connects to either a PC or an Ethernet/DSL stream LAN.

©Copyright 2004
Aperto Networks, Inc.

Scalable Architecture

The PacketWave system can handle thousands of wireless subscribers, whether they're spread out or live in densely populated neighborhoods.

Combining high-frequency reuse with advanced interference management and mitigation techniques, the PacketWave system conserves valuable spectrum by allowing the service provider to cover an extensive geographical area with a minimum number of channels.

As bandwidth and subscriber needs increase, network operators can easily add channels or new sectors within the cell. Multiple PacketWave 1000 base station units can be stacked to provide additional bandwidth using multiple channels per sector. Operators can also economically deploy additional cells to extend the service capacity and coverage footprint.

Rapid Service Provisioning

The PacketWave 100 Series is easy to install and configure. In fact, subscribers will ultimately be able to install the unit themselves, giving service providers the option of distributing the equipment through retail channels. The outdoor radio/antenna component can be installed on the roof or rooftop, while the compact indoor unit connects to a personal computer or Ethernet

network. Once the two components have been cabled together, the indoor unit automatically obtains an IP address from the network and downloads the configuration parameters.

Service Flexibility

The PacketWave system makes it easy to customize broadband access to fit customers' requirements. The PacketWave 100 Series subscriber unit supports remote provisioning for a variety of speeds, eliminating the need for costly truck rolls. What's more, it gives service providers the flexibility to offer multiple flows with different service classes for residential and business applications.

Simple LAN Configuration

For business users, the PacketWave 100 Series provides additional features that streamline LAN configuration. A Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) server allocates IP addresses for each workstation. And embedded Network Address Translation (NAT) in the PacketWave 120 and 130 models enables users to share a single public IP address while providing enhanced security. The PacketWave 110 model provides simple plug and play bridging for residential applications.

Breakthrough Technologies
 Aperto Networks' PacketWave products feature three market-leading technologies: RapidBurst™ advanced Time Division Multiple Access (TDMA) protocol, OptimaLink™ dynamic per-subscriber link optimization, and ServiceQ™ per-flow Quality of Service (QoS) and bandwidth management.

RapidBurst technology enables the PacketWave system to achieve exceptionally low latency and unprecedented spectral efficiency. With RapidBurst, the PacketWave system delivers burst rates up to 20 Mbps over a 6 MHz channel.

In addition, RapidBurst dynamic bandwidth allocation enhances efficiency by assigning time slots and packet sizes according to actual demand and service levels. An advanced TDMA burst mode ensures maximum flexibility and bandwidth efficiency in both upstream and downstream transmissions. Adaptive Time Division Duplexing (TDD) technology maximizes flexibility and enables dynamic allocation of upstream and downstream bandwidth depending on traffic requirements.

OptimaLink technology performs dynamic control of link parameters to optimize each subscriber's connection in a multiuser, cellular network. The OptimaLink adaptive algorithm dynamically selects and adjusts PHY and MAC-layer parameters, including antennas with spatial and polarization diversity, modulation, transmit power, retransmission policy, and wireless packet size. The benefit to network operators is increased capacity and broader coverage that includes obstructed-line-of-sight and non-line-of-sight subscribers in a multi-path environment.

ServiceQ technology can provide different service classes to each subscriber on an application-by-application basis. This means personalized services can be delivered intelligently, allowing the service provider to maximize revenue opportunities with differentiated service offerings and effective management of Service Level Agreements (SLAs).

With ServiceQ, service providers can set up multiple QoS profiles for each PacketWave 100 Series subscriber unit. Each profile contains various QoS metrics (such as maximum and minimum bandwidth, latency, and jitter) based on Class of Service requirement like Constant Bit Rate (CBR), Committed Information Rate (CIR), or Best Effort (BE). Using a highly advanced scheduling mechanism, the PacketWave system enforces the metrics in each profile. The result: service providers can offer tiered services that help differentiate their offerings in the marketplace.

In addition, the intelligent ServiceQ packet classifier can associate end-user applications to QoS profiles by mapping existing indicators such as IP ToS and IEEE 802.1p fields, as well as data packet header information such as IP or MAC addresses and port numbers. Consequently, the PacketWave system can identify applications such as web browsing, telephony, and video streaming—and give them the appropriate QoS, providing a more personalized and valuable service to subscribers.

PacketWave 100 Series Subscriber Unit Specifications

Models

PacketWave 110 for residential subscribers
 Bridging; support for up to 5 hosts

PacketWave 120 for small office, home office subscribers
 Bridging and NAT; support for up to 20 hosts

PacketWave 130 for small and medium enterprise subscribers
 Bridging, NAT, and IP routing; support for up to 250 hosts

Indoor Bridge/Router Unit

Dimensions
 10/100Base-T Ethernet: RJ-45 connector
 IF Port (Radio Connection)*: F connector
 IF Control Port (Radio Connection)*: RJ-45 connector
 *Cable length: 164 feet (50 meters)

Performance
 Data Rates: 64 Kbps with burst speeds up to 20 Mbps in a 6MHz channel
 Modulation: QPSK, 16 QAM

Frequency

100-240 VAC 47-63 Hz

Networking

10/100Base-T Ethernet

Bridging

DHCP Server and Client

NAT

IP Routing

Security

DES Encryption: 56, 112, or 168 bit (planned)

Management

Service Provider
 Subscriber Provisioning using Java-based WaveCenter Configuration Manager on Windows 98 and 2000 Professional, Linux, and Sun Solaris 2.8
 Embedded WaveCenter agent supporting SNMP and Web browser interfaces
 SNMP, MIB II (RFC 1213), Aperto Enterprise MIBs
 Software upgrades through: FTP

Subscriber

Web-based interface for subscriber side DHCP server and NAT configuration

Antenna Alignment Utility

Browser-based; runs on multiple platforms

Utilities

Power

Wireless: transmit, receive, status

LAN: transmit, receive, link

1637 South Main Street • Stipitas, CA 95035
 Phone: 408.719.9077 • Fax: 408.719.9970 • www.apertonet.com

Aperto, OptimaLink, PacketWave, RapidBurst, and ServiceQ are trademarks of Aperto Networks. All other trademarks are the property of their respective owners.

©Copyright 2001 Aperto Networks 4/01 AK 101

Dimensions

Width: 1.5 in (3.8 cm); Height: 6.0 in (16.8 cm);
 Depth: 9.1 in (23.1 cm)
 Weight: 4.2 lbs (1.9 kg)

Operating Temperature: 32° to 104° F (0° to 40° C)
 Humidity: 10 to 90% noncondensing

Compliance

FCC Part 15 Class B, UL, CE, EN

Outdoor Radio/Antenna Unit

Models

Operating Temperature: -22° to 140° F (-30° to 60° C)
 Storage Temperature: -40° to 257° F (-40° to 125° C)
 Humidity: 0% to 100%

Dimensions

2.5-2.685 GHz Unit
 Maximum EIRP* 33 dBm
 Width: 12.6 in (32 cm); Height: 12.6 in (32 cm);
 Depth: 1.9 in (4.8 cm)
 3 dB Beamwidth: azimuth 20°; elevation 20°
 Horizontal and vertical polarization

3.3-3.8 GHz Unit
 Maximum EIRP* 38 dBm
 Width: 10.2 in (25.9 cm); Height: 12.2 in (25.9 cm);
 Depth: 1.9 in (4.8 cm)
 3 dB Beamwidth: azimuth 20°; elevation 20°
 Horizontal and vertical polarization

5.25-5.35 GHz Unit
 Maximum EIRP* 33 dBm
 Width: 8.1 in (20.5 cm); Height: 8.1 in (20.5 cm);
 Depth: 1.9 in (4.8 cm)
 3 dB Beamwidth: azimuth 17°; elevation 17°
 Horizontal and vertical polarization

5.725-5.875 GHz Unit
 Maximum EIRP* 33 dBm
 Width: 8.1 in (20.5 cm); Height: 8.1 in (20.5 cm);
 Depth: 1.9 in (4.8 cm)
 3 dB Beamwidth: azimuth 17°; elevation 17°
 Horizontal and vertical polarization

* The maximum EIRP varies depending on country regulations. Contact your Aperto Networks sales representative for details.

PacketWave 110 model with 3.8 GHz ODU PW110-38
 PacketWave 120 model with 3.3 GHz ODU PW120-33
 PacketWave 130 model with 3.8 GHz ODU PW130-38
 PacketWave 130 model with 2.5 GHz ODU PW130-25

PacketWave™ 2.5 GHz Base Station Radio and Antenna

The Aperto Networks PacketWave™ 2.5 GHz base station radio works with the PacketWave 1000 base station and PacketWave 100 Series subscriber units to provide a complete fixed broadband wireless solution. With a PacketWave radio and antenna, the system is equipped to deliver optimal performance and flexibility.

Link Optimization

The PacketWave system employs innovative OptimaLink™ wireless link adaptation technology to optimize bandwidth, robustness, and overall performance to each subscriber. The base station radio and antenna support three key OptimaLink features: polarization diversity, spatial diversity, and radio power output control.

By rapidly adjusting polarization and automatically switching between antennas on a burst-by-burst basis, the PacketWave system ensures high performance on each link and maximizes

coverage in challenging high-density and non-line-of-sight environments. The radio controls transmit power for each burst, an important advantage in cellular deployments because it minimizes interference in adjacent cells. In addition, the radio transmits only when data is available, which reduces interference substantially compared to conventional systems that transmit continuously in the downstream direction.

Radio Flexibility

The PacketWave radio covers the entire 2,500 to 2,686 GHz frequency band. This range of frequencies lets service providers change channel plans easily, and saves them from having to inventory multiple radio types.

The PacketWave base station antenna is flexible, and offers various beamwidth options—available with a 90° beamwidth for a four-sector cell, or a 60° beamwidth for a six-sector cell.

2.5 GHz Base Station Radio/Antenna Specifications

Operating Frequency

Frequency Range: 2,500-2,686 GHz
Modulation: QPSK and 16 QAM
Channel Widths: 1-6 MHz in 1 MHz steps
Duplexing: TDD

Typical Link

Maximum Power*: 16 dBm
Transmitter Gain: 15 to 20 dB
Transmitter Overpower Accuracy: ±1 dB
Maximum Switching Time: 2 µs
Maximum Group Delay: 1.3 µs
* The maximum power varies depending on country regulations. Power can be increased up to 30 dBm.

Receiver

Maximum Receiver Noise Figure: 2.5 dB
Receiver Gain: 16-19 dB
Minimum Receiver Input IP3: -12 dBm
Maximum Switching Time: 2 µs

Stability

Maximum Phase Noise: -86 dBc/Hz @ 10 KHz Offset
Frequency Stability with system: 10 MHz reference: ±0.25 ppm

Antenna Specifications

Minimum Gain: 15 dBi (60°)
Maximum VSWR: 2.0:1
Polarization: horizontal and vertical
Maximum Input Power: 6 W
Minimum Cross-Polarization Isolation: 20 dB
Minimum Front-to-Back Isolation: 30 dB
Maximum Sidelobe Level: 30 dB at -90°
3dB Beamwidth: 60° azimuth
(other options possible)
9° elevation with null cosec⁴ fill
Connectors: 2 N-type female
Pole Diameter for Mounting Kit: 2 to 4.5 inches
Wind Speed: 75 mph operational¹ (120 km/hr)
125 mph survival (200 km/hr)

Connection: F type female
Impedance: 75 ohm
IF Signal: 14 MHz
Voltage Range: 10 to 22 VDC
Power: 12 W
Maximum RG-6 cable length: 164 feet (50 meters)

Connector: RJ 45
Maximum CAT-5 Cable Length: 164 feet (50 meters)

Connector: 2 SMA female (5 vertical, 1 horizontal)

VCO Lock
Synthesizer Lock
Under Voltage Alarm: voltage < 9.5 V

Operating Temperature: -31° to 140°F (-35° to 60°C)
Storage Temperature: -60° to 257°F (-60° to 125°C)
Relative Humidity: 0% to 100%
Certifications: FCC Part 15, UL

PacketWave 2.5 GHz base station radio	PWR2500
PacketWave 2.5 GHz base station antenna (60 degree sector)	PWA2500-60
PacketWave 2.5 GHz base station antenna (90 degree sector)	PWA2500-90

1637 South Main Street • Milpitas, CA 95035
Phone 408.719.9977 • Fax 408.719.9970 • www.apertonet.com

Aperto, PacketWave and OptimaLink are registered trademarks of Aperto Networks. All other trademarks used herein are the property of their respective owners.

©Copyright 2001 Aperto Networks 051-411-025

Intel PRO
Network Connections

KEY FEATURES

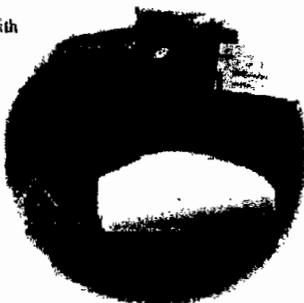
- **Extend LAN connectivity without costly wiring**
- **Deploy instant networks at any location**

intel

Intel[®] PRO/Wireless LAN

Networks as mobile as the people who use them

Now you can be connected without being tied down -- with Intel[®] PRO/Wireless LAN Adapters and Access Points. Fast and compatible with existing Ethernet technology, wireless LANs extend the reach and the usefulness of your wired network resources. From conference rooms, training centers and cafeterias, you are free to work, teach or study wherever you're most productive. There's no easier way to provide reliable, real-time LAN access away from the desk.



Extend your network ... or create a new one

No network? No problem -- the Intel PRO/Wireless LAN can serve as the basis for an entirely new network infrastructure, in which devices are instantly deployed or reconfigured without the costs and concerns of pulling wires throughout a building. Intel PRO/Wireless LAN Adapters also let you create ad hoc networks sharing information in secure peer-to-peer sessions, away from the office, allowing communication with only the people you authorize.

Intel is the worldwide leader in Fast Ethernet, client-networking connections¹, and also co-inventor of the Ethernet, Fast Ethernet and Gigabit Ethernet standards, so it shouldn't be surprising that Intel is now providing the best Wireless Ethernet solutions. Intel's products boast the Wi-Fi seal of approval in which a third party has confirmed their compliance to the IEEE 802.11b High Rate specifications, protecting your investment in infrastructure and assuring you of cross-vendor interoperability.

Supporting Features	Benefits
Fast 11Mbps connectivity based on IEEE 802.11b High Rate standard (aka Wireless Ethernet)	<ul style="list-style-type: none"> • Interoperates with other 802.11b Wi-Fi-approved products • Backwards compatible with 802.11 Direct Sequence products at 1 and 2Mbps • Dynamic rate scaling tunes performance to minimize interference • Automatic load balancing and preemptive roaming optimize each client's connection to the LAN • Seamless bridging between separate Ethernet networks allows connectivity without cables
Reliable and trusted net access -- even when you're not at your desk	<ul style="list-style-type: none"> • 128-bit Wired Equivalent Privacy (WEP) protects information in transit by adding powerful encryption without a noticeable impact to performance • Bi-directional authentication restricts LAN access to recognized clients and Access Points via advanced security settings • The quality, reliability and support that you would expect from the world leader in Fast Ethernet, client networking connections¹
Brand name reliability	<ul style="list-style-type: none"> • Plug and Play adapter installation • Browser-based configuration and management, with full support for SNMP v2 • Integrates into existing Ethernet networks
Simple to set up and manage	<ul style="list-style-type: none"> • Plug and Play adapter installation • Browser-based configuration and management, with full support for SNMP v2 • Integrates into existing Ethernet networks

TYING EMPLOYMENT SCENARIOS

Multi-Point Bridging

Profile:

A health care facility is expanding and needs to equip an entire campus with wireless technology.

Challenge:

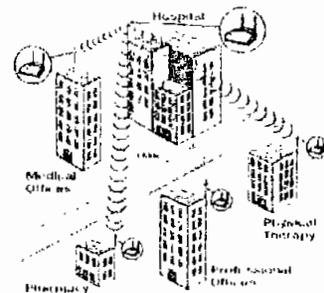
Doctors, staff, and administrative personnel need seamless network coverage as they roam from private offices to hospitals and other locations on campus. Buildings may be up to one mile apart, or several miles.

Solution:

Equipping buildings with Intel[®] PRO/Wireless LANs throughout the campus enables seamless coverage. Omni-directional and yagi antennae installed outside buildings facilitate campus-wide coverage from buildings equipped with wired LANs, to those with no wired LAN capability.

Result:

Tying buildings together wirelessly eliminates 1.5Mbps T1 communication costs and provides high data rate transmission. Doctors, nurses, and administration staff can roam throughout the entire facility and be assured of seamless network access via notebooks and handheld PCs.



Public Hot Spot

Challenge:

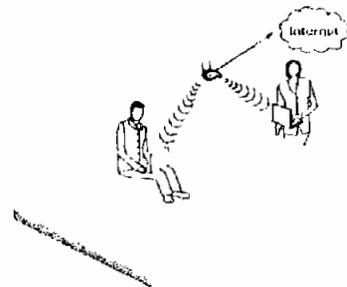
The ability to work while on the road or away from the office or school is becoming more important to today's mobile user. To ensure productivity maintain competitiveness, and generally get work done, these individuals need Internet access at offsite locations.

Solution:

Public hot spots, such as airports and coffee shops, are offering Internet access to visitors. These sites obtain one high-bandwidth line to the Internet either via a cable modem, DSL, or T1 connection; install an Access Point, and voilà! They can share this Internet access with visitors.

Result:

Business travelers will be more productive. Coffee shops will enjoy increased business as mobile users seek out wireless-enabled cafes.



Repeating Floor

Challenge:

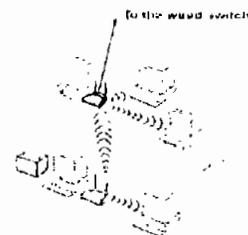
A mid-sized company is expanding to a second floor within the complex and needs to provide network connectivity to users who will inhabit the new space. However, this new space is difficult and expensive to wire.

Solution:

Intel's PRO/Wireless LAN allows organizations to extend their wired network to a non-wired area. Installing Access Points in both the wired and non-wired areas allows instant network connectivity to users. An Access Point connected to the network on the first floor will "repeat" information to the Access Point on the second floor, acting as a conduit to the network.

Result:

Complete, continuous network coverage for the entire organization without the cost of new wiring.



Point-to-Point Bridging

Challenge:

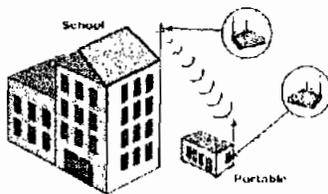
A school is expanding to new space. They need network connectivity in the new classrooms, but don't want to sink money into space they will occupy temporarily.

Solution:

Install a wireless Access Point in the portable, and set it up to serve the local PCs via one standard antenna. Install a specialty antenna to the Access Point's second antenna connection to bridge to an AP in the main building. This allows the remote PCs to access the entire school network and the Internet. (Each Access Point in the main building can support up to four remote connections.)

Result:

No costly re-wiring, no messy construction, and no loss of productivity. Students and teachers can be connected immediately.



Peer-to-Peer Connections

Profile

Consultants at a customer site bring laptops to their daily meeting in the conference room - or the cafeteria, or wherever they can convene. Meetings are slated to last no more than an hour, so they must be able to push files back and forth quickly and easily.

The Challenge

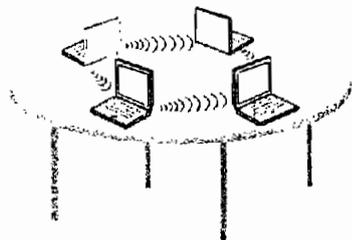
- Enable ad-hoc meetings anywhere, at will
- Allow files to be shared with all other users in the group

The Solution

- Intel® PRO/Wireless LAN PC Cards installed in each device

The Result

Consultants can meet virtually anywhere, bringing only their laptops - no Access Point, wires, or discs required - and exchange information, either peer-to-peer or broadcast to the entire group, giving them the flexibility and speed to work more productively. Peer-to-peer connectivity offers benefits to schools as well. Students will enjoy an instant wireless network as they meet in study groups and project teams.



KEY FEATURES

- Enables mobile roaming and building-wide coverage
- Connects wired and wireless networks through bridging and repeating
- Eases installation and management

Temporary Networks

Profile

Booth personnel at a trade show are turning one-on-one contact with prospects into new business - and they need to process that new business through the home office via an Internet connection.

The Challenge

- The trade show environment is not conducive to network wiring and multiple network drops are expensive
- Laptops and handheld PCs used by the roving sales force must be able to log on
- All users must be able to send documents to the nearby printer

The Solution

- PCs are equipped with Intel® PRO/Wireless LAN Adapters
- An Intel® PRO/Wireless LAN Access Point provides the network devices with a wireless link to the Internet/Intranet via one tradeshow network drop
- The printer is connected to the desktop PC and configured as a shared resource

The Result

In-booth personnel and mobile staff can process new business information through the home office quickly, receiving approvals within minutes. Documents can be sent to the printer and retrieved moments later for the customer's signature.



Seamless Roaming

Profile

A major food products company is growing, and its personnel are constantly on the move - from meetings to the R&D lab to the office, and so on. The network is constantly evolving, as new people are coming aboard and moving about with laptops and other network devices. But the job of the IT administrator is still the same: deliver reliable, secure, managed network access.

The Challenge

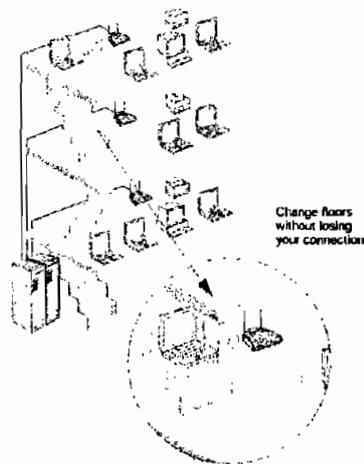
- Enable mobile workers to stay connected no matter where they need to work
- Allow for network growth without constantly revising (and rewiring) the infrastructure
- Give workers the best possible network connection at all times
- Protect sensitive data across the LAN

The Solution

- Laptop, desktop, and handheld PCs equipped with Intel PRO/Wireless LAN Adapters
- Intel® PRO/Wireless LAN Access Points strategically placed throughout the network environment
- Access Points are connected to the network backbone and can be easily installed and managed remotely from a central location
- Robust encryption features protect sensitive data traveling across the wireless segment of the LAN

The Result

Network infrastructure issues are vastly simplified for a company experiencing rapid growth and change. Network users enjoy newfound flexibility with reliable, Ethernet-speed connectivity wherever their work takes them. And, the wireless segment of the LAN can still be secure and managed by IT administrators from a central location.



Intel® PRO/Wireless LAN Access Point

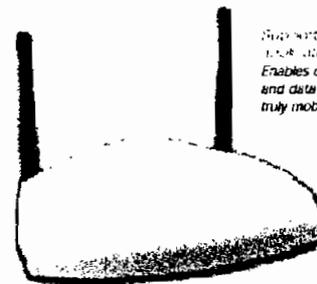
The fastest and easiest way to enable network connectivity wherever you need it.

Whether you need to extend the reach of a wired network or quickly deploy an all wireless LAN, Intel® PRO/Wireless LAN Access Points provide a reliable, easy-to-install network infrastructure. Intel's standards-based solution is ideal for historic buildings, leased office spaces, temporary projects ... any location where wired connectivity is not practical or cost-effective.

Network-to-network bridging and repeating:
Bridges between wired and wireless networks, connects two wired networks or extends coverage to non-networked areas.

Secure access control with bi-directional authentication:
Use MAC addresses and pre-defined network IDs to restrict which Adapters and Access Points can connect to the network.

Embedded web server -
Configure, monitor and manage Access Points from anywhere in the world via standard web browser.



Supports IEEE 802.11b and 802.11g:
Enables converged H.323 voice and data networks that are truly mobile.

Adjustable antenna height:
Mounts easily on walls and ceilings, rests discreetly on shelves and filing cabinets.

High-integrated, full-on-chip design:
Provide reliable coverage for most indoor environments. Built-in BNC connectors also support a wide variety of optional specialty antennas.

Features	Benefits
Private, trusted connections 128-bit Wired Equivalent Privacy (WEP)	• Encrypts transmissions to help ensure privacy while maintaining speed and quality
Bi-directional authentication	• Restricts LAN access to recognized clients and Access Points via advanced security settings
Standards-based design Wi-Fi® approved	• Ensures interoperability with all other 802.11b High Rate compliant products
Reliable performance Seamless bridging to, from and between Ethernet networks	• Innovative, cost-effective solution extends the reach of wired networks to conference rooms, classrooms, training centers, etc.
Wireless repeating	• Extends network coverage to areas that don't have network access
Simple to set up and manage Advanced manageability	• Allows firmware updates via FTP or a direct serial connection without taking the Access Point offline
Embedded web server with full support for SNMP v2	• Upgrades entire wireless network at one time from one remote location
Receives power through the Ethernet cable ¹	• Enables configuration and management with a browser from anywhere in the world, so changes take just a few mouse clicks, not a personal visit
Comprehensive site survey tool (included in every box)	• Simplifies set-up and eliminates costly process of running electricity to each Access Point
	• Makes it easy to optimize Access Point placement for best coverage and performance

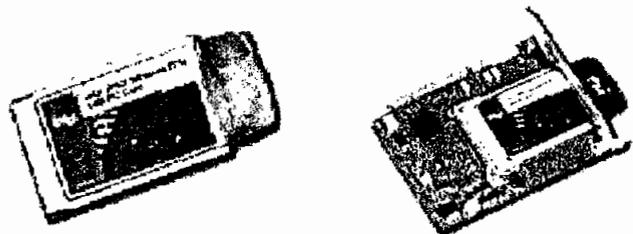
Intel® PRO/Wireless LAN Adapters

Fast, reliable network connectivity – even when you're not at your desk

Unleash the productivity of your workforce with Intel® PRO/Wireless LAN Adapters. With untethered instant-networking capabilities, users of laptops and other mobile devices can work where they're most productive. Immediate access to critical information while you're still in a conference room ... real-time updates to your supply-chain system from the factory floor ... ad hoc, peer-to-peer networking sessions wherever you happen to be ... classroom computers and peripherals that communicate with each other and the Internet instantly and easily – the possibilities of wireless connectivity come to life with Intel PRO/Wireless LAN Adapters.

Connect desktop computers to the wireless network

For schools, small organizations and branch offices, wireless networking is a cost-effective method of networking PCs. IT Managers can easily, and immediately, satisfy requests for additions and changes or reconfigurations to the network.



Features	Benefits
Uninterrupted connectivity Advanced roaming scheme "preemptive roaming" Mobile IP Location profiles Integrated diversity antennas	<ul style="list-style-type: none"> Operates continuously and automatically in the background, so that connection with a new Access Point is established before the old connection is lost Seamless roaming across sub-nets without rebooting Enables travel between offices or between home and work without reconfiguring laptops to log onto a network Two integrated antennas overcome multipath problems for the best possible connection
Easy to use and manage Task tray indicators PRO/Wireless client utilities DHCP support Robust management system	<ul style="list-style-type: none"> Automatic updates keep users informed of signal strength and quality Optimize power and performance levels, graph interference patterns, view transmission statistics Lets clients obtain a leased IP address from a DHCP server, eliminating the complexity of assigning fixed IP addresses in a large enterprise Configure and monitor from anywhere in the world via web browser
Automatic performance optimizations Load balancing Dynamic rate scaling Advanced power management Ad hoc mode	<ul style="list-style-type: none"> Automatically switches among Access Points to optimize signal strength and quality, and minimize spectrum sharing Always seeks to connect at 11Mbps, then switches (if network traffic demands) to 5.5/2 or 1Mbps for increased signal range; automatically returns to higher speed when conditions allow Extends laptop battery life to maximize time away from the desk Allows direct peer-to-peer communication without using an Access Point – perfect for small networks or temporary project teams

PC Card



- Advanced hardware design provides secure, high-speed connectivity while roaming
- Ad hoc mode enables simple peer-to-peer networks
- Intelligent on-board power management extends laptop battery life

PCI Carrier



- Enables cable-free network connectivity to desktop computers
- Allows offices to be reconfigured quickly and easily
- Facilitates communication with other IEEE 802.11b standards-based products

ESPECIFICACIONES	Productos Intel® PRO/Wireless LAN
CAMBIO DINAMICO VELOCIDAD (User-selectable to maximize throughput)	1, 2, 5.5, 11Mbps
ESTANDARES DE RED	IEEE 802.11b 2.4GHz, IEEE 802.11a, 802.11g Spreading Tree
FRECUENCIA	Bandwidth 2.4GHz ISM
MEDIO INAMBIENTE	Espectro Embarazado de Secuencia Directa (DSSS)
CONTROL DE ACCESO AL MEDIO	Acceso múltiple por Detección de Portadora con Lutar Colisiones (CSMA/CA)
SISTEMAS OPERATIVOS SOFORTADOS	Windows® 2000, 98, 95, NT, WinCE y Pocket PC*
FUNCIONAMIENTO	Sistema autónomo: botón encendido; 40-bit WEP; 128-bit WEP
MODULACION	QPSK @ 1Mbps; DQPSK @ 2Mbps; CCK @ 5.5 y 11Mbps
CANALES DE OPERACION	11 canales (U.S. and Canada); 13 canales (ETSI compliant countries); 14 canales (Japan)
ROAMING	IEEE 802.11b 2.4GHz Varies; cumple con las características mejoradas de roaming: IP Movil con suscripción ADS para actualización de estado
CERTIFICACION	U.S./Canada: FCC Parte 15 Clase B US Emisiones No Interferencia; FCC Parte 15.247, 15.205, 15.209 US Spread Spectrum; DOC 955-210 Canadian Spread S. Europe: ETS 300 328, ETS 300 326, CE Marked; Japan: RCR STD-313; Contact Intel for other information outside the U.S.
RANGOS DE OPERACION AMBIENTAL	Temperatura de Operación: -20° a 70°C; Temperatura de Almacenamiento: -30° a 80°C; Altura de Operación: up to 2.4m; Humedad max.: 90% Sin condensación; Impulso: 40G, 11MS, 200ms; Vibración: 2G pico, 0.25G RMS; Choque: 0.25G pico movimiento aleatorio
GABARITA	3 Anchos. Pines de Acceso: De por vida; Adaptadores de Cliente

ESPECIFICACIONES	Adaptador Intel® PRO/Wireless	ESPECIFICACIONES	Punto de Acceso Intel® PRO/Wireless LAN
TIPO DE SLOTT	Type B 16-bit PCI card; Desktop; PCI	ESTANDARES DE RED	IEEE 802.11a High Rate, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g Spreading Tree, 802.11n
CONTROLADORES	Windows 2000, 98, 95, NT, WinCE, DOS and Pocket PC*	CONFIGURACION LOCAL	Direct console port (serial EA-232 DB-9 male)
CONTROLADOR DISPOSITIVO	NDIS2, NDIS4, NDIS5A, NDIS5 and GDI	CONFIGURACION REMOTA	HTTP, Telnet, SNMP, PPP, UDP, and Intel® Assure to perform bulk configuration in many APs
UTILIDADES DEL SOFWARE	Location profiles "My WLAN places", Real-time signal strength/quality "WLAN Monitor", Diagnostic and Configuration "WLAN Info", Firmware upgrade "WLAN Update", "AP Discovery", Site Survey Tool	CONFIGURACION AUTOMATICA	BOOTP and DHCP
TIPOS DE ARQUITECTURA DE RED	Supports peer-to-peer networking and communication to wired networks via Access Points	ADMINISTRACION	Client Access Control via MAC address; Firewalling HTTP Server; SNMP traps; Multilevel permissions
RANGO A 11Mbps (TÍPICO)	1500m (4920ft) open environment; 300m (984ft) office environment	CAPACIDADES DIAGNOSTICO	Event logging, state packet tracing, SNMP alarm generation, operating statistics; Protocol and bandwidth filters; Site Survey utility with signal strength logging
RANGO A 11Mbps (EXTREMO)	400m (1312ft) open environment; 100m (328ft) office environment	SOFTW. DE ROAMING	IEEE 802.11n High Rate compliant with Intel® brand-enhanced roaming features; Mobile IP
ANTENA	Integrated internal diversity antenna	MEJORAS AL RENDIMIENTO	Proxy ARP; Short preamble support; QoS Voice and Data Prioritization
INDICADORES LED	Link status and link activity	SEGURIDAD	40-bit or 128-bit Encryption, Access Control List, 802.1X Member Accounting, RADIUS
SENSIBILIDAD	-81dBm @ 1Mbps; -85dBm @ 2Mbps; -84dBm @ 5.5Mbps; -81dBm @ 11Mbps	RANGO A 11Mbps (TÍPICO)	1500m (4920ft) open environment; 300m (984ft) office environment
MAX POTENCIA DE SALIDA	Typical 18dBm; Minimum 14dBm	RANGO A 11Mbps (EXTREMO)	400m (1312ft) open environment; 100m (328ft) office environment
CONSUMO DE POTENCIA	Transmit: 300mA typical (500mA max.); Receive: 100mA typical (300mA max.); Sleep: 10mA typical (25mA max.)	ANTENA	Two 1dBm dipole antennas with diversity support; also supports specialty antennas
NORMAS DE SEGURIDAD	USA/Canada: UL1950/CSA 22.2; Europe: CE Marked	INDICADORES LED	Status, network activity and RF activity
DIMENSIONES (PARALELA PC PORTABLE PC)	Length: 11.00cm/4.33in; Width: 5.60cm/2.21in; Thickness: 5mm/20th; Weight: 1.50/4.50g	SENSIBILIDAD DE RECEPCION	-81dBm @ 1Mbps; -85dBm @ 2Mbps; -84dBm @ 5.5Mbps; -81dBm @ 11Mbps

PARA MAS INFORMACION

World Wide Web	www.intel.com/network
U.S. and Canada	800-538-3373
UK	+0670-6072439
France	+01-41-918529
Germany	+069-9509-5099
North Quito	+593 2-2402587
Spain	+91-377-8166
Finland	+0-993-79297
Denmark	+38-487017
Norway	+23-1620-50
Sweden	+08-445-1251
South Quito	+593 2-2668185
Japan	+81-298-47-0800
Hong Kong, Taiwan, Korea, Singapore and ASEAN	+65-213-1000
Australia	+61-2-9937-5800

DOCUMENTACION EN LINEA

To learn more about Intel® PRO/Wireless LAN, or to connect with an Intel® Premier Provider in your area, visit us at www.intel.com/network

SOPORTE TECNICO

Intel® Customer Support Services offers a broad selection of programs. For more information, contact us on the World Wide Web at support.intel.com/techsupport. Service and availability may vary by country.

© 2001 Intel Corp.

* Requires optional accessory

Information in this document is provided in connection with Intel products. No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted by this document. Except as provided in Intel's Terms and Conditions of Sale for such products, Intel assumes no liability whatsoever, and Intel disclaims any express or implied warranty, including liability or responsibility for errors or omissions, in this document, or for any products, or for any applications, or for any results obtained from the use of the information in this document. Intel reserves the right to change specifications without notice. For the most current product information, please visit www.intel.com/network.

* Third-party trademarks are the property of their respective owners. Copyright © 2001 Intel Corporation. All rights reserved.

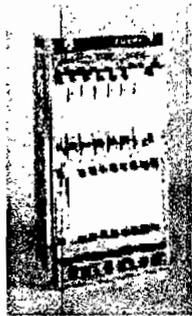
040111NPP/OC2/5A



Recycle por favor 13/02/2002

ExcelAir®70 Basestation

Fixed Broadband Wireless Access System



Description

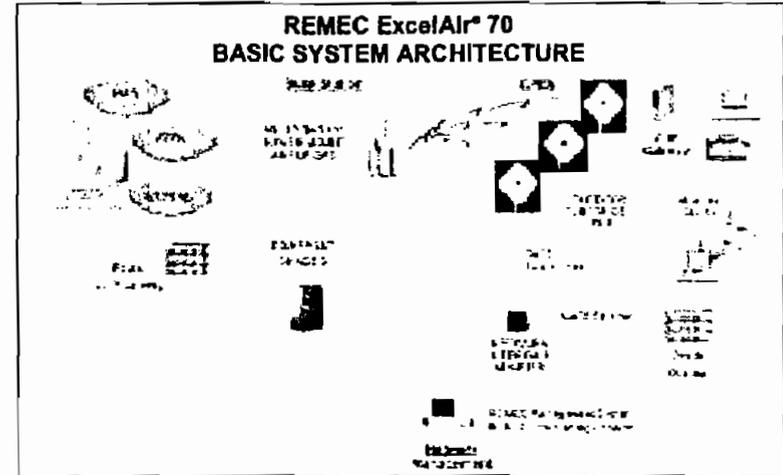
RE MEC ExcelAir® 70 is a scalable, point-to-multipoint fixed broadband wireless access solution, offering service providers quick-to-market deployment of high-speed data and multi-media services for their SME, SOHO and residential customers. ExcelAir 70 provides a highly expandable fixed wireless platform for the simultaneous delivery of IP-based rich applications and circuit based voice and data connectivity services. These multi-service capabilities enable faster capital cost recovery and earlier profitability essential to achieving operators specific business case objectives.

ExcelAir 70 operates over licensed 3.4-3.6 GHz frequency range, and features a standards-based architecture with a low market entry cost. ExcelAir 70 offers optional RE MEC EMS management, EPS provisioning, as well as installation utilities, ensuring long-term carrier-grade availability, manageability and performance. Available in tower-mount or rooftop configurations, the system can provide up to 360° coverage utilizing from 1 to 6 sectors, and can be deployed in either single cell or multi-cell schemes. With its flexible, modular architecture, RE MEC ExcelAir 70 is the perfect solution for markets requiring inexpensive broadband connectivity with carrier-grade reliability and performance and "pay as you grow" scalability.

FEATURES	BENEFITS
<ul style="list-style-type: none"> Flexible and scalable architecture 1 to 6 sector cell configurations Single cell or multi-cell deployment capabilities 	<ul style="list-style-type: none"> Low market entry cost Efficient, "invest where your customers are" deployment Capable to target varying subscriber densities Faster Return on Investment (ROI) Capital efficient, "pay-as-you-grow" expandability Seamless, industry-standard, network capability Protection against hardware/technology obsolescence Leverage proven technologies and economies of scale Efficient spectrum utilization through frequency reuse
<ul style="list-style-type: none"> Standards-based system IP, Ethernet, DOCSIS, SMMR, TMIN 	<ul style="list-style-type: none"> End-to-end wireless access system, Ethernet to Ethernet Fully managed system Full services and support offering
<ul style="list-style-type: none"> BeamShare™ Antennas Comprehensive solution 	<ul style="list-style-type: none"> Compatible wireless/wireline network manageability Improved network operational efficiencies Support for our QoS and SLA guarantees Carrier-grade availability, manageability, performance Graphical utilities simplify system installation and diagnosis
<ul style="list-style-type: none"> RE MEC ExcelAir® Management System (RE MEC EMS) 	<ul style="list-style-type: none"> Allows for rapid, wide-scale deployment of subscribers Enables differentiated services plans Scales readily with system growth
<ul style="list-style-type: none"> RE MEC ExcelAir® Provisioning Service (RE MEC EPS) 	<ul style="list-style-type: none"> Support any data/voice traffic mix Low latency, high-quality voice services (requires voice gateway)
<ul style="list-style-type: none"> Single, efficient multi-service platform 	

ExcelAir®70 Basestation

Fixed Broadband Wireless Access System



Base Station Specifications

Operating Frequency Band Plans	See Table
Passband (Tx, Rx)	25 MHz min.
Access Method	TDMA/FDD
Tx/Rx Separation	100 MHz typ., 50 MHz min.
Modulation supported	Forward Path: 64QAM, 16QAM, or QPSK Return Path: 16QAM or QPSK
RF Channel Sizes	1.75 MHz to 7 MHz
Controllable Physical Layer	Symbol rate, spectrum inversion, forward and return path frequency, modulation, and transmit power level
Forward Error Correction	Reed Solomon
Antenna Gain	17 dB nominal
Antenna Polarization	Vertical and Horizontal
Antenna 3 dB Azimuth Beamwidth	60° nominal
Number of Antennas	1 - 6
Number of RF Sectors (Transceivers)	6
Number of BW Sectors (Modems)	1 - 6
Antenna Pattern Envelope	TS4 per ETSI 302 085 v1.1.1
CPEs Per BW Sector (max. recommended)	500
Transmit Effective Radiated Power	+47 dBm (P1dB)
Transmit Spectral Mask	ETSI EN 301 021 v1.3.1
Receive Threshold Sensitivity (at antenna port)	-82 dBm for QPSK at 10 ⁻⁶ BER in 3.5MHz channel -76 dBm for 16QAM at 10 ⁻⁶ BER in 3.5MHz channel
Typical Range (16QAM downlink, QPSK uplink)	10 mi / 16 km

Gross Throughput

Channel Size Examples	Downstream Throughput	Upstream Throughput	Aggregate Throughput (1 BW-Sector)	Aggregate Throughput (6 BW-Sectors)
	16QAM	QPSK		
1.75 MHz	6.1 Mbps	2.6 Mbps	8.7 Mbps	52 Mbps
3.5 MHz	12.2 Mbps	5.1 Mbps	17.3 Mbps	104 Mbps
6 MHz	20.9 Mbps	7.7 Mbps	28.6 Mbps	171 Mbps
7 MHz	24.3 Mbps	10.2 Mbps	34.5 Mbps	208 Mbps
	64QAM	16QAM		
1.75 MHz	9.1 Mbps	5.1 Mbps	14.2 Mbps	85 Mbps
3.5 MHz	18.2 Mbps	10.2 Mbps	28.4 Mbps	170 Mbps
6 MHz	31.3 Mbps	15.3 Mbps	46.6 Mbps	279 Mbps
7 MHz	36.5 Mbps	20.5 Mbps	57.0 Mbps	342 Mbps

*Availability of channel sizes may vary

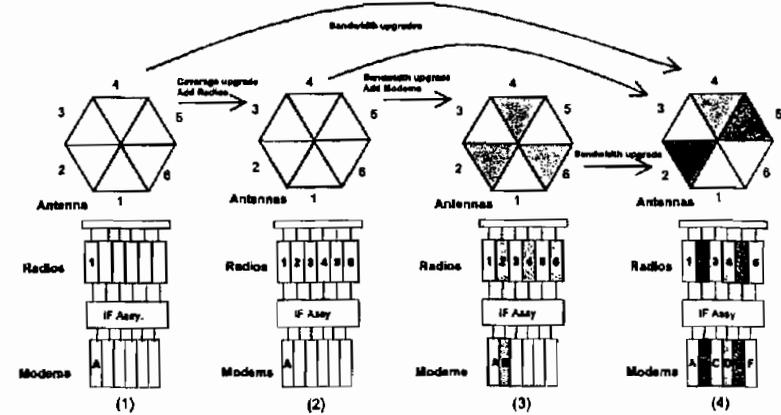
General Specifications

	Base Station Tower Module	Base Station	Subscriber Transceiver
Temperature	-33° C to +65°C	-5° C to +40°C	-33° C to +55°C
Humidity	10-100% condensing	10-90% non-condensing	10-100% condensing
Power Supply	Powered via Base Station	-48 VDC 35 A	120-240 VAC
Network interface		10/100 Base-T	10/100 Base-T

Band Plans

Dash #	Downstream Frequency (Transmit from Base Station)	Upstream Frequency (Receive at Base Station)
A1	3400 – 3425 MHz	3500 – 3525 MHz
A2	3425 – 3450 MHz	3525 – 3550 MHz
A3	3450 – 3475 MHz	3550 – 3575 MHz
A4	3475 – 3500 MHz	3575 – 3600 MHz
A5	Not Assigned	
A6	3399 – 3431 MHz	3499 – 3531 MHz
B1	3500 – 3525 MHz	3400 – 3425 MHz
B2	3525 – 3550 MHz	3425 – 3450 MHz
B3	3550 – 3575 MHz	3450 – 3475 MHz
B4	3575 – 3600 MHz	3475 – 3500 MHz
B5	3563 – 3590 MHz	3463 – 3490 MHz
B8	3499 – 3531 MHz	3399 – 3431 MHz

Scalability. Easy Upgrades as the Subscriber Base grows



- (1) 60° sector created by driving one RF-sector with one modem output (modem A driving radio for sector 1)
- (2) 360° sector created by driving six RF-sectors using one modem output (modem A split over radios 1,2,3,4,5,6)
- (3) 2 X 180° staggered sectors created by driving six RF-sectors using two modems (modem A split over radios 1,3,5 and modem B split over radios 2,4,6)
- (4) 6-80° sectors created by driving six RF-sectors using six modems (modems A,B,C,D,E,F driving radios 1,2,3,4,5,6)

Detailed descriptions of the ExcelAir® 70 system and the ExcelAir® Management System (EMS) are available from REMEC. Contact your REMEC field sales representative listed on www.remec.com

RELATED DATA SHEETS

- REMEC ExcelAir® 70 CPE3100, 3.5 GHz Integrated CPE
- REMEC ExcelAir® 70 Management System (EMS)
- REMEC SectorShape™ Hub Antenna – Series AMH1000, AMH2000, AMH2500, AMH3000

Specifications subject to change without notice

ExcelAir[®]70 CPE

Fixed Broadband Wireless Access System



Features

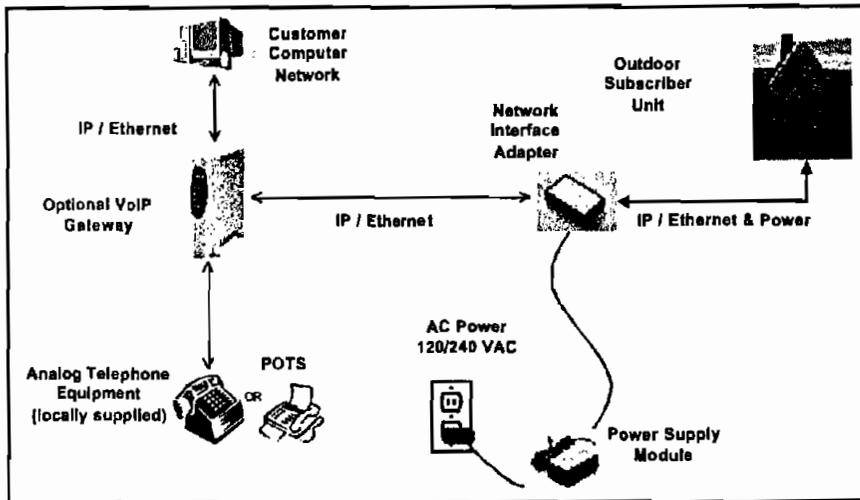
- Integrated transceiver antenna and modem
- Integrated, linearly polarized antenna
- Flexible band plans
- DOCSIS V1.1 technology
- Packet-to-packet transmitter routing
- Easy install
- High transmit EIRP for solid link margin

Description

The CPE3100 is the customer premise equipment (CPE) for the REMEC ExcelAir[®] fixed wireless access system operating at 3.5 GHz. The CPE consists of three elements: the Outdoor Subscriber Unit (OSU), the Indoor Network Interface Adapter, and the power supply module.

Easily installable on a rooftop or standard antenna mount, the Outdoor Subscriber Unit (OSU) incorporates a compact, 19 dBi flat-panel antenna for transmitting and receiving the RF signals, a tunable RF transceiver (radio) for performing up and down-conversion of the RF signals, and the integral modulation equipment. Employing the latest in DOCSIS V1.1 traffic shaping technology, the ExcelAir[®] CPE enables the simultaneous support of IP-based voice and video solutions as well as the delivery of rich IP-based data applications via a standard, full-duplex 10/100Base-T Ethernet port. This package is lightweight and easy to install, and includes a comprehensive installation utility. Ease of installation is further assured through an integral RSSI (Receive Signal Strength Indicator), allowing for visual confirmation of the strength of the received signal as the unit is positioned and secured, and automatic gain setting for both upstream and downstream signals.

The Ethernet cable from the OSU is connected, at a convenient location inside the customer premises, to the Network Interface Adaptor (NIA). There the power is applied with the supplied power module and connectors on the NIA allow connections to customer computers or local area network equipment. One CPE3100 can thus support many users within a local area network or multiple dwelling/business unit.



ExcelAir[®]70 CPE

Fixed Broadband Wireless Access System

SPECIFICATIONS

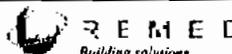
Access Method	TDM/FDD	
Controllable physical layer parameter	Symbol rate, spectrum inversion, forward and return link frequency, modulation, and transmit power level	
SNMP MIBS Supported	RFC 1213, RFC 1493, RFC 2669, RFC 2670, RFC 2674	
Forward Error Correction	Reed Solomon	
Modulation supported	84 QAM, 16 QAM and QPSK	
Net Channel Efficiency	84 QAM 16 QAM QPSK	Down link: 4.6 Bits/sec/Hz Up link: N/A Down link: 3.0 Bits/sec/Hz Up link: 2.4 Bits/sec/Hz Down link: 1.5 Bits/sec/Hz Up link: 1.2 Bits/sec/Hz
QoS	802.1Q/p and Rate Shaping (Peak Information Rate)	
Frequency Range	3.4 to 3.6 GHz (See band plans below)	
Passband	25 MHz min	
Tx/Rx Separation	100 MHz typ. Paired channel spacing 50 MHz min Tx/Rx guard band	
RF Channel Sizes	1.75 MHz to 7 MHz	
Antenna Gain	19 dBi (nominal)	
Antenna Polarization	Vertical/Horizontal	
Antenna 3 dB Beam-width	16° Nominal	
Antenna Pattern Envelope	TS4 per ETSI 302 085 v1.1.1	
Receive Threshold Sensitivity (at antenna port)	-77 dBm for 16 QAM at 10 ⁻⁶ BER in 7 MHz -71 dBm for 84 QAM at 10 ⁻⁶ BER in 7 MHz	
Transmit Power Dynamic Range (at antenna port)	[-30, +20] dBm (+25 dBm, P1dB)	
Transmit Spectral Mask	ETSI EN 301 021 v1.3.1	
RSSI LED Indicators	7 segment coarse: -10 dB each 8 segment fine: -1.25 dB each 1 segment downstream synchronization	
Operating Temperature Range	-33 ° to +55° Celsius (includes solar load)	
Storage Temperature Range	-45°C to +85°C	
Dimensions & Weight	14"(w) x 14" (l) x 5" (h) 10 lbs. Wind Loading: 88 lbf @125 mph (200 kph)	
Network Interface Connector	IEEE 802.3 10/100 Base-T Full/Half Duplex, HP Auto-DMX, Female RJ-45	

Band Plans

Dash #	Downstream Frequency (Transmit from Base Station)	Upstream Frequency (Receive at Base Station)
A1	3400 - 3425 MHz	3500 - 3525 MHz
A2	3425 - 3450 MHz	3525 - 3550 MHz
A3	3450 - 3475 MHz	3550 - 3575 MHz
A4	3475 - 3500 MHz	3575 - 3600 MHz
A5	Not Assigned	
A6	3389 - 3431 MHz	3499 - 3531 MHz
B1	3500 - 3525 MHz	3400 - 3425 MHz
B2	3525 - 3550 MHz	3425 - 3450 MHz
B3	3550 - 3575 MHz	3450 - 3475 MHz
B4	3575 - 3600 MHz	3475 - 3500 MHz
B5	3583 - 3590 MHz	3463 - 3490 MHz
B6	3499 - 3531 MHz	3399 - 3431 MHz

REMEC, Inc ? 1590 Buckeye Drive ? Milpitas, CA 95035 ? USA

Tel: +(1) 408.432.9898 ? Fax: +(1) 408.432.1551 ? sales@remec.com ? www.remec.com



through teamwork

REMEC, Inc 1590 Buckeye Drive Milpitas, CA 95035 USA

Tel: +(1) 408.432.9898 Fax: +(1) 408.432.1551 sales@remec.com www.remec.com



through teamwork

28 GHz ETSI & FCC Base Station and Subscriber Radio Units

RADIO UNITS FOR POINT-TO-MULTIPOINT BROADCASTING

The AirStar™ Base Radio Unit and Subscriber Radio Unit (BRU/SRU) are the outdoor radio units for the Netro AirStar Fixed Broadband Wireless Access solution. The AirStar Radio Units support AirStar's point-to-multipoint architecture, offering outstanding coverage, high bandwidth, frequency utilization, and ease of installation.

PRODUCT DESCRIPTION

As part of the Netro AirStar fixed wireless broadband access solution, the AirStar outdoor BRU and SRU work with the AirStar indoor equipment to transmit and receive radio signals between the base station and the customer premises. The BRU/SRU units support AirStar's ability to offer voice and high-speed data services over the air at the last mile, eliminating the need to dig up streets or lay down cable. The ETSI and FCC compliant BRU/SRU 28 consist of an integrated radio and antenna that operates in the 28 GHz frequency band using 7 MHz or 14 MHz channels and provide high net user throughput. Supporting a scalable, point-to-multipoint architecture, the BRU/SRU 28 allows operators to easily add customers or increase capacity by adding sectors while facilitating advanced RF planning to minimize interference between sectors. Service providers gain a cost-effective platform for rapidly deploying reliable, high-speed voice and data services while reducing recurrent costs and improving profit margins.

FEATURES AND BENEFITS

- High Bandwidth**
 The BRU 28 operates in the 28 GHz frequency band, offering up to 16 Mbps net throughput using 14 MHz channels.
- Maximum Coverage and Frequency Utilization**
 Each BRU can serve multiple SRUs within its sector. BRUs can serve 90° sectors for maximum coverage and frequency utilization. Operators can easily increase capacity by adding a cross polarized carrier to double capacity. A unique set of controls within Netro's base station equipment enables service providers to easily perform Radio Frequency planning to minimize interference between sectors.
- Automatic Transmit Power Control**
 Power adjustment and status monitoring enable the radio to automatically adjust power levels in response to link conditions, thereby maintaining necessary transmission power levels at all times while minimizing interference.
- Compact, Easy Installation**
 The BRU/SRU units are compact and easy to install. Radio installation can be accomplished in a couple of hours by a technician without any specialized skill. The SRU units can be aligned using a simple voltmeter rather than expensive specialized equipment. The Network Management System (NMS) at the central location remotely configures the SRU and the SAS, which dramatically reduces installation cost and lowers the overall price of the Customer Premises Equipment (CPE).
- Optimize Coverage and Capacity**
 The BRU offers the service provider the flexibility to optimize spectrum utilization within 90° sectors using vertical and horizontal polarizations to minimize interference.

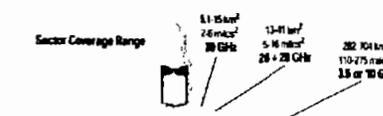


Radio Specification AirStar 28 GHz ETSI (CEPT I3-02E) and FCC

		H x W x D	Weight
BRU Azimuth	90°		
BRU Elevation	7°	BRU 41 cm x 11 cm x 39 cm	6 Kg
BRU Antenna Gain (Vertical)	14 dBi @ Vertical 12.5 dBi @ Horizontal	SRU Integral 30.4 cm x 16 cm x 20 cm	6 Kg
SRU	Integral 125mm Non Integral: 390 mm	SRU Non Integral 11.4 cm x 28.6 cm x 34.8 cm	7.3 Kg
Weight does not include mount.			
SRU Azimuth	5°	2.5°	
SRU Elevation	5°	2.5°	
SRU Antenna Gain	35 dBi ETSI 30 dBi FCC	35 dBi	
Polarization	Vertical and Horizontal		

	FCC	ETSI
Frequency Range:	27.5 to 28.35 GHz	27.5 to 29.5 GHz
T/R Spacing:	416 MHz	1,008 MHz
Tuning Range:	208 MHz	448 MHz
Channel Bandwidth:	16 MHz	14 MHz

	FCC	ETSI
Modulation Format	4QAM	
Channel Net Payload	16 Mbps @ 14MHz FCC 16 Mbps @ 16MHz ETSI	
Range and Availability:	3.22 km @ ETSI ITU-R Region N, 99.99% Availability 3.17 km @ FCC ITU-R Region N, 99.99% Availability	
TX Power	20 dBm @ 4QAM	
RX threshold typical	-84 dBm @ 14 MHz -84 dBm @ 16 MHz	



Operating Temperature	-35°C to +55°C
Altitude	0 - 4,500 m
Wind Loading: Operational Survival	145 km/hr 200 km/hr



Netro Corporation

www.netro.com

© 2002 Netro, Inc. All rights reserved. Netro and the associated logo are trademarks or registered trademarks of Netro, Inc. All other trademarks herein are the property of their respective owners. All specifications are subject to change without prior notice.



AirStar™ Radio System

26/28 GHz AirStar™ 4000 Series

RADIO UNITS FOR POINT-TO-MULTIPOINT BROADBAND ACCESS

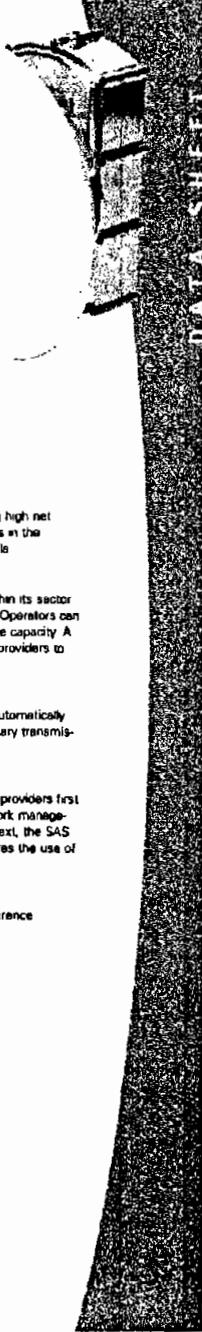
The AirStar 4000 Series Base Radio Unit and 4000 Series Subscriber Radio Unit (BRU/SRU) 26/28 GHz are the outdoor radio units for the Netro AirStar fixed broadband wireless access solution. The AirStar 4000 Series BRU/SRU 26/28GHz supports AirStar's point-to-multipoint architecture, offering outstanding coverage, high bandwidth and frequency utilization, and ease of installation.

PRODUCT DESCRIPTION

As part of the Netro AirStar fixed wireless broadband access solution, the AirStar 4000 Series Base Radio Unit (BRU) and 4000 Series Subscriber Radio Unit (SRU) are outdoor units that work with the AirStar indoor equipment to transmit and receive radio signals between the base station and the customer premises. The 4000 Series BRU/SRU units support AirStar's ability to offer voice and high-speed data services over the air at the last mile. The ETSI-compliant 4000 Series BRU 26/28 and the 4000 Series SRU 26/28 consist of an integrated radio and antenna that transmit to each other and operate in the 26 or 28 GHz frequency band using 14 or 28 MHz channels. Supporting AirStar's ability to communicate with multiple customer premises systems in a scalable, point-to-multipoint architecture, the 4000 Series BRU/SRU allow operators to easily add customers or increase capacity by adding sectors while facilitating advanced RF planning to minimize interference between sectors.

FEATURES AND BENEFITS

- High Bandwidth**
The 4000 Series BRU/SRU 26 operates in the 26GHz frequency band, offering high net throughput using 14/28 MHz channels. The 4000 Series BRU/SRU 28 operates in the 28GHz frequency band, offering high net throughput using 14/28 MHz channels.
- Maximum Coverage and Frequency Utilization**
Each Base Radio Unit (BRU) serves multiple Subscriber Radio Units (SRUs) within its sector. BRUs can serve 90° sectors for maximum coverage and frequency utilization. Operators can easily increase capacity in a sector by adding a cross polarized carrier to double capacity. A unique set of controls within Netro's base station equipment enables service providers to easily perform RF planning to minimize interference between sectors.
- Automatic Transmit Power Control**
Intelligent SRU power adjustment and status monitoring enable the radio to automatically adjust power levels in response to link conditions, thereby maintaining necessary transmission power levels at all times while minimizing interference.
- Small Footprint, Easy Installation**
The SRU and BRU units have a small footprint and are easy to install. Service providers first install the SAS that controls the SRU at the customer site using Netro's network management system (NMS). SAS and SRU are then mounted at the customer site. Next, the SAS is connected to the SRU and powered up. Aligning the SRU to the BRU requires the use of a simple voltmeter.
- Optimize Coverage and Capacity**
The flexibility to optimize spectrum within 90° sectors while minimizing interference enables service providers to maximize revenue-producing throughput.



Radio Specification AirStar 26/28 GHz ETSI (CEPT 13-02E) 4000 Series

BRU Azimuth	90°	H x W x D	
BRU Elevation	7°	SRU	33 cm x 32 cm x 18 cm 4.81 Kg
BRU Antenna Gain	14 dBi	BRU	29.4 cm x 16.4 cm x 21.6 cm 4.5 Kg
SRU Azimuth	3°	<i>Weight does not include mount.</i>	
SRU Elevation	3°	Operating Temperature	-35°C to +55°C
SRU Antenna Gain	35 dBi ETSI	Altitude	0 - 4,500 m
Polarization	Vertical and Horizontal	Wind Loading: Operational Survival	145 km/hr 200 km/hr

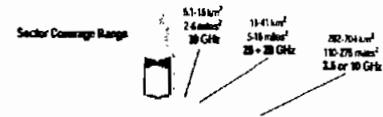
Frequency Range 26 GHz:	24.549 to 24.997 GHz (downstream) 25.537 to 26.005 GHz (upstream)
Frequency Range 28 GHz:	27.5485 to 27.9965 GHz (downstream) 28.5565 to 29.0045 GHz (upstream)
T/R Spacing:	1,008 MHz
Tuning Range:	448 MHz
Channel Bandwidth:	14 and 28 MHz @ 4 QAM

Regulatory compliance:

AirStar radios are fully compliant with ETSI standards and have been tested to the following standards by accredited testing laboratories

- EN 301 253
- EN 301 212-1
- EN 301 212-3
- EN 301 290
- CE Mark CIPR22
- CEPT 13 02 E

Modulation Format	4QAM @ 14 MHz 4 QAM @ 28 MHz
Channel Net Payload	16 Mbps @ 4QAM 14 MHz 28 Mbps @ 4 QAM 28 MHz
Range and Availability, 10° BER	3-97 km @ 4 QAM 14 MHz ETSI 26 GHz 3-15 km @ 4 QAM 28 MHz ETSI ITU-R Region K, 99.99% Availability
TX Power	19 dBm @ 4QAM 14 MHz 16 dBm @ 4QAM 28 MHz
RX threshold typical	-84 dBm @ 4QAM 14 MHz -81 dBm @ 4QAM 28 MHz

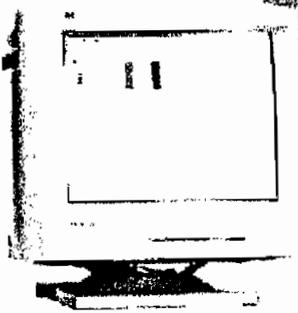


Netro Corporation
1770 North Loop West
Suite 1000 Dallas, TX 75241
Tel: 972.714.1100
www.netrocorp.com

© 2007 Netro, Inc. All rights reserved. Netro and the associated logo are trademarks or registered trademarks of Netro, Inc. All other trademarks herein are the property of their respective owners. All specifications are subject to change without prior notice.
DSR-01101-2000

AirView™ Link Navigator

CARRIER-CLASS NETWORK MANAGEMENT SYSTEM



AirView™ Link Navigator is a comprehensive network management solution for the Netro AirStar™ Fixed Broadband Wireless Access solution. Link Navigator features an easy-to-use graphical user interface and offers remote configuration, management, and troubleshooting capabilities to support AirStar's carrier-class deployment and reduce provisioning and management time and expense.

PRODUCT DESCRIPTION

The AirView Link Navigator provides a complete network management solution for the Netro AirStar fixed broadband wireless access solution. In compliance with ITU-T recommendations, Link Navigator offers comprehensive fault, configuration, accounting, performance, and security management capabilities. An easy-to-use graphical user interface simplifies network configuration and management.

Because Link Navigator is implemented using a client/server architecture, it enables multiple network administrators to concurrently manage the entire AirStar system from a single network operations center. Remote configuration, management, and troubleshooting capabilities support AirStar's carrier-class deployment and reduce provisioning and management time and expense.

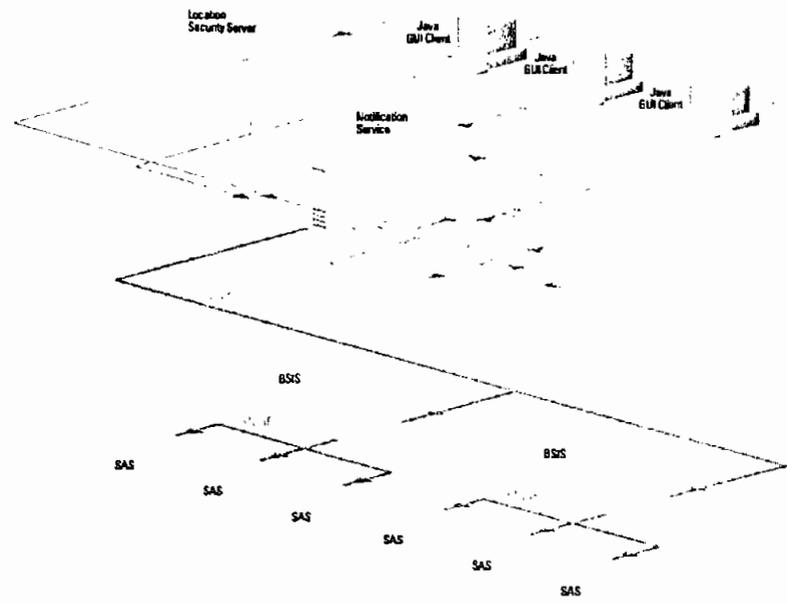
FEATURES

- **Remote Management**
SNMP support enables remote configuration, software download and upgrade, management, and troubleshooting of all AirStar network elements.
- **Easy-to-Navigate Graphical User Interface**
The easy-to-navigate graphical user interface provides system administrators with a tree-structured view of all domains in the AirStar network and all the components of each domain, including base station controllers, modems, radios, and customer premises equipment. By clicking on any network object, administrators can access a properties page that provides complete information about that object, including software version, model number, configuration, and more.
- **Client/Server Architecture Supports Multiple Network Operators**
Link Navigator is implemented using a client/server architecture that enables multiple network administrators to manage the system at the same time.
- **Enhanced Search Capabilities**
Search capabilities enable network administrators to search for any hardware, including controller or modem cards, service connections, radios, or subscriber access systems. These search functions enable greater control and easier information gathering for maintenance or troubleshooting operations.
- **End-to-End Management System Integration**
CORBA interfaces enable service providers to integrate Link Navigator into end-to-end management systems to simplify management of the entire voice and data network.
- **Customizable Access Control**
Customizable access control allows service providers to fully define which users have access to which administrative capabilities.
- **Alarms**
Link Navigator shows faults and exceptions as alarms, making it easy for administrators to identify and troubleshoot system problems.
- **Complete Network Statistics Collection and Reporting**
Complete statistics collection services store statistics on all radios and data traveling through the system. Administrators can view reports generated by the Link Navigator interface to third-party performance monitoring tools to determine network capacity or analyze usage trends.
- **Built-in Diagnostics**
Link Navigator shows faults and exceptions as alarms, making it easy for administrators to identify and troubleshoot system problems.
- **Automated Software Download**
Link Navigator automates downloading of new versions of software to all AirStar network elements.
- **Security**
 - User passwords are encrypted
 - Special access control can be configured for each AirStar shell so that access via other means will be blocked
 - Operator action log keeps track of user's operations

KEY BENEFITS

- **Carrier-Class Scalability**
Built upon a CORBA distributed processing architecture, Link Navigator enables the operator to manage a nationwide network from a single network operations center.
- **Fast Provisioning Time**
Remote provisioning allows service providers to provision new subscribers more quickly and at a lower cost.
- **Reduce Network Operations**
The service provider can remotely configure, administer, and troubleshoot every AirStar network element, eliminating costly truck rolls to base station and subscriber sites.

Management Protocol	SNMP	Host Platform	Windows NT or Solaris
Client / Server Architecture	Java & HTTP	Software Download	Local & Remote



ANEXO 3

FORMULARIO PARA SOLICITAR LA APROBACIÓN DE OPERACIÓN DE SISTEMAS DE ESPECTRO ENSANCHADO

CATEGORÍA DE LOS SERVICIOS Y DE LAS ATRIBUCIONES DE LAS BANDAS DE FRECUENCIAS, SECCIÓN 2.6.1

FORMULARIO PARA SOLICITAR LA APROBACION DE OPERACION DE SISTEMAS DE ESPECTRO ENSANCHADO

FECHA DE ELABORACIÓN:

N°: (A ser llenado por la S.N.T.)
 INGRESO: (A ser llenado por la S.N.T.)

1. DATOS GENERALES:

SOLICITANTE: _____

REPRESENTANTE LEGAL: _____

DOMICILIO:

(Ciudad - Localidad) (Cantón) (Provincia)
 (Dirección) (Teléfono - Fax) e-mail

2. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA:

2.1. CLASE DE SISTEMA A OPERAR:

SECUENCIA DIRECTA: SALTO DE FRECUENCIA:
 HIBRIDO: OTROS:

2.2. SISTEMA: PRIVADO: EXPLOTACION:

PUNTO A PUNTO: PUNTO A MULTI PUNTO: MOVIL:

RADIOLOCALIZACION: OTROS:

2.3. BANDA DE FRECUENCIAS A UTILIZAR EN MHz:

902 - 928 2.400 - 2.483,5 5.725 - 5.850 OTRAS

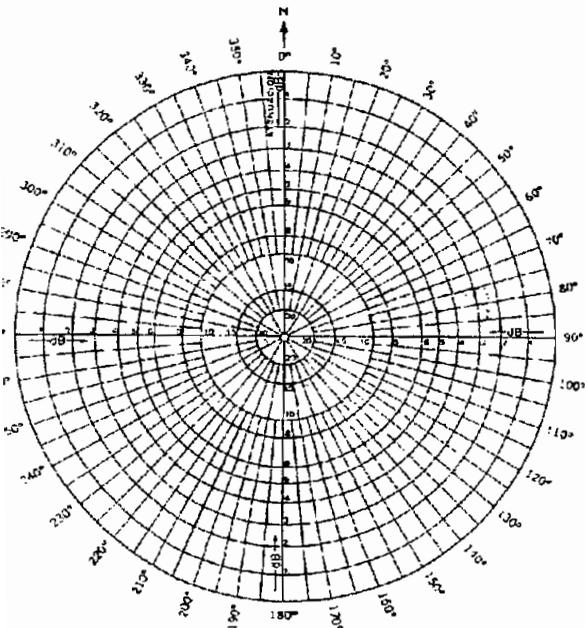
2.4. NUMEROS DE LOS CERTIFICADOS DE HOMOLOGACION DE LOS EQUIPOS:

3. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL SISTEMA.

3.1. 1 DIAGRAMA DE CONFIGURACION:
 (Detallar la simbología utilizada)

3.1.2 DIAGRAMA DE RADIACION HORIZONTAL PARA LAS ANTENAS

0 dB = EQUIVALENTE A MÁXIMO DE IRRADIACIÓN

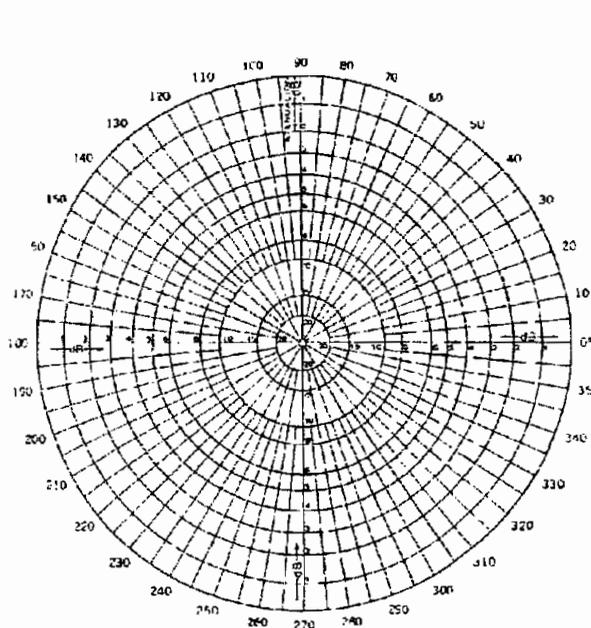


ANTENA: TIPO: _____

POLARIZACION: GANANCIA: _____

3.1.3 DIAGRAMA DE RADIACION HORIZONTAL PARA LAS ANTENAS

0 dB = EQUIVALENTE A MÁXIMO DE IRRADIACIÓN



ANTENA: TIPO: _____

POLARIZACION: GANANCIA: _____

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES DEL SISTEMA:

a) CONFIGURACIÓN PUNTO A PUNTO:

SITIO A: _____
(CIUDAD – Dirección y Número/ Localidad)

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: _____ (LONGITUD)
_____ (LATITUD)

ALTURA DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DEL MAR: _____ (metros)

ALTURA DE LA ANTENA SOBRE EL SUELO: _____ (metros)

POTENCIA ISOTROPICA RADIADA EQUIVALENTE (p.i.r.e): _____ (vatios)

POTENCIA MÁXIMA DE SALIDA: _____ (vatios)

SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR: _____ (dBm)

GANANCIA DE LA ANTENA: _____ (dBi)

ETIQUETA DE HOMOLOGACIÓN No. _____

SITIO B: _____
(CIUDAD – Dirección y Número/ Localidad)

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: _____ (LONGITUD)
_____ (LATITUD)

ALTURA DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DEL MAR: _____ (metros)

ALTURA DE LA ANTENA SOBRE EL SUELO: _____ (metros)

POTENCIA ISOTROPICA RADIADA EQUIVALENTE (p.i.r.e): _____ (vatios)

POTENCIA MÁXIMA DE SALIDA: _____ (vatios)

SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR: _____ (dBm)

GANANCIA DE LA ANTENA: _____ (dBi)

ETIQUETA DE HOMOLOGACIÓN No. _____

Distancia SITIO A – SITIO B: _____ (Km)

b) CONFIGURACION PUNTO A MULTI PUNTO:

ESTACION CENTRAL 1: _____
(CIUDAD – Dirección y Número/ Localidad)

COORDENADAS GEOGRAFICAS: _____ (LONGITUD)
_____ (LATITUD)

ALTURA DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DEL MAR: _____ (metros)

ALTURA DE LA ANTENA SOBRE EL SUELO: _____ (metros)

POTENCIA ISOTROPICA RADIADA EQUIVALENTE (p.i.r.e): _____ (vatios)

POTENCIA MÁXIMA DE SALIDA: _____ (vatios)

SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR: _____ (dBm)

GANANCIA DE LA ANTENA: _____ (dBi)

SUPERFICIE DEL AREA A SERVIR: _____ (Km²)

LOCALIDADES A CUBRIR: _____

ETIQUETA DE HOMOLOGACIÓN No. _____

ADJUNTAR MAPA CON EL AREA DE SERVICIO DE LA ESTACION CENTRAL

ESTACION 2: _____
(CIUDAD – Dirección y Número/ Localidad)

COORDENADAS GEOGRAFICAS: _____ (LONGITUD)
_____ (LATITUD)

ALTURA DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DEL MAR: _____ (metros)

ALTURA DE LA ANTENA SOBRE EL SUELO: _____ (metros)

POTENCIA ISOTROPICA RADIADA EQUIVALENTE (p.i.r.e): _____ (vatios)

POTENCIA MÁXIMA DE SALIDA: _____ (vatios)

SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR: _____ (dBm)

GANANCIA DE LA ANTENA: _____ (dBi)

ETIQUETA DE HOMOLOGACIÓN No. _____

ESTACION 3: _____
(CIUDAD – Dirección y Número/ Localidad)

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: _____ (LONGITUD)
_____ (LATITUD)

ALTURA DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DEL MAR: _____ (metros)

ALTURA DE LA ANTENA SOBRE EL SUELO: _____ (metros)

POTENCIA ISOTROPICA RADIADA EQUIVALENTE (p.i.r.e): _____ (vatios)

POTENCIA MÁXIMA DE SALIDA: _____ (vatios)

SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR: _____ (dBm)

GANANCIA DE LA ANTENA: _____ (dBi)

ETIQUETA DE HOMOLOGACIÓN No. _____

ESTACION 4: _____
(CIUDAD – Dirección y Número/ Localidad)

COORDENADAS GEOGRAFICAS: _____ (LONGITUD)
_____ (LATITUD)

ALTURA DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DEL MAR: _____ (metros)

ALTURA DE LA ANTENA SOBRE EL SUELO: _____ (metros)

POTENCIA ISOTROPICA RADIADA EQUIVALENTE (p.i.r.e): _____ (vatios)

POTENCIA MÁXIMA DE SALIDA: _____ (vatios)

SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR: _____ (dBm)

GANANCIA DE LA ANTENA: _____ (dBi)

ETIQUETA DE HOMOLOGACIÓN No. _____

(PARA MAS SITIOS EN LA CONFIGURACION DEL SISTEMA, ADJUNTAR FOJAS ADICIONALES, CON LA INFORMACION DESCRIPTIVA).

DISTANCIA: ESTACION CENTRAL 1 – ESTACION 2 (Km): _____

ESTACION CENTRAL 1 – ESTACION 3 (Km): _____

ESTACION CENTRAL 1 – ESTACION 4 (Km): _____

c) CONFIGURACION MOVIL:

ESTACION BASE: _____
(CIUDAD – Dirección y Número/ Localidad)

COORDENADAS GEOGRAFICAS: _____ (LONGITUD)
_____ (LATITUD)

ALTURA DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DEL MAR: _____ (metros)

ALTURA DE LA ANTENA SOBRE EL SUELO: _____ (metros)

POTENCIA ISOTROPICA RADIADA EQUIVALENTE (p.i.r.e): _____ (vatios)

POTENCIA MÁXIMA DE SALIDA: _____ (vatios)

GANANCIA DE LA ANTENA: _____ (dBi)

SUPERFICIE DEL AREA A SERVIR: _____ (Km²)

LOCALIDADES A CUBRIR: _____

ETIQUETA DE HOMOLOGACIÓN No. _____

ADJUNTAR MAPA CON EL AREA SERVIDA DE LA ESTACION BASE DE LA CONFIGURACIÓN MÓVIL

CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES:

POTENCIA MÁXIMA DE SALIDA: _____ (vatios)

GANANCIA DE LA ANTENA: _____ (dBi)

ETIQUETAS DE HOMOLOGACIÓN Nos. _____

d) CONFIGURACION DE RADIOLOCALIZACION DE VEHICULOS

ESTACION RECEPTORA
DE TRIANGULACION 1:

(CIUDAD - Dirección y Número / Localidad)

COORDENADAS GEOGRAFICAS _____ (LONGITUD)

_____ (LATITUD)

ALTURA DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DEL MAR: _____ (metros)

ALTURA DE LA ANTENA SOBRE EL SUELO: _____ (metros)

SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR: _____ (dBm)

GANANCIA DE ANTENA _____ (dBi)

ETIQUETA DE HOMOLOGACIÓN No. _____

ESTACION RECEPTORA
DE TRIANGULACION 2:

(CIUDAD - Dirección y Número / Localidad)

COORDENADAS GEOGRAFICAS: _____ (LONGITUD)

_____ (LATITUD)

ALTURA DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DEL MAR: _____ (metros)

ALTURA DE LA ANTENA SOBRE EL SUELO: _____ (metros)

SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR: _____ (dBm)

GANANCIA DE ANTENA: _____ (dBi)

ETIQUETA DE HOMOLOGACIÓN No. _____

ESTACION RECEPTORA
DE TRIANGULACION 3:

(CIUDAD - Dirección y Número / Localidad)

COORDENADAS GEOGRAFICAS:

(LONGITUD) _____

(LATITUD) _____

ALTURA DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DEL MAR: _____ (metros)

ALTURA DE LA ANTENA SOBRE EL SUELO: _____ (metros)

SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR _____ (dBm)

GANANCIA DE ANTENA _____ (dBi)

ETIQUETA DE HOMOLOGACIÓN No. _____

(PARA MAS ESTACIONES RECEPTORAS DE TRIANGULACION
ADJUNTAR FOJAS ADICIONALES, CON LA INFORMACION
DESCRIPTIVA).

CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES:

POTENCIA MAXIMA DE SALIDA _____ (vatios)

GANANCIA DE ANTENA: _____ (dBi)

ESPACIAMIENTO DE CANALES: _____ (kHz)

FRECUENCIA DE SALTO: _____
(Saltos/segundo)

RANGO DE FRECUENCIAS SOLICITADO: _____ (kHz)

FRECUENCIA DE RECEPCION: _____ (MHz)

ETIQUETAS DE HOMOLOGACIÓN No. _____

(ADJUNTAR AUTORIZACION O FE DE PRESENTACION DE LA
FRECUENCIA DEL ENLACE ESTACION BASE - MOVIL)

SUPERFICIE DEL AREA A SERVIR: _____ (Km²)

LOCALIDAD(ES)CUBIERTA(S): _____

ADJUNTAR MAPA CON EL AREA SERVIDA POR EL SISTEMA DE
RADIOLOCALIZACION.



Declaro que:

1. En caso de que el presente sistema cause interferencias a sistemas debidamente autorizados, asumo el compromiso de solucionar a mi costo, dichas interferencias, o en su defecto retirarme de la banda.
2. Acepto las interferencias que otros sistemas debidamente autorizados causen al presente sistema.

Adjunto características técnicas de equipos y antenas a utilizar.

FIRMA DEL SOLICITANTE

NOMBRE:

C.C.:

FIRMA DEL RESPONSIBLE TECNICO

NOMBRE:

C.C.:

NUMERO DE LICENCIA PROFESIONAL:

2.6. CATEGORÍA DE LOS SERVICIOS Y DE LAS ATRIBUCIONES

2.6.1. Servicios primarios y secundarios

- 1) Cuando, en una casilla del Cuadro que figura en este Plan, una banda de frecuencias se atribuye a varios servicios, ya sea en todo el mundo, ya en una Región, estos servicios se enumeran en el siguiente orden:
 - a) Servicios cuyo nombre está impreso en el Cuadro en "mayúsculas" (ejemplo: FIJO); estos se denominan servicios "primarios".
 - b) Servicios cuyo nombre está impreso en el Cuadro en "caracteres normales" (ejemplo: Móvil); estos se denominan servicios "secundarios".
- 2) Las observaciones complementarias deberán indicarse en caracteres normales (ejemplo: MÓVIL salvo móvil aeronáutico).
- 3) Las estaciones de un servicio secundario:
 - a) No deben causar interferencia perjudicial a las estaciones de un servicio primario a las que se les hayan asignado frecuencias con anterioridad o se les pueden asignar en el futuro;
 - b) No pueden reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones de un servicio primario a las que se les hayan asignado frecuencias con anterioridad o se les puedan asignar en el futuro;
 - c) Pero tienen derecho a la protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones del mismo servicio o de otros servicios secundarios a las que se les asignen frecuencias ulteriormente.
- 4) Cuando en una nota del Cuadro Nacional se indica que una banda está atribuida a un servicio a "título secundario" en una zona menos extensa que una Región o en un país determinado, se trata de un servicio secundario en el sentido definido en el número 3.
- 5) Cuando en una nota del Cuadro Nacional se indica que una banda está atribuida a un servicio "a título primario" en una zona menos extensa que una Región o en un país determinado, se trata de un servicio primario en dicha zona o en dicho país únicamente.

Increasing numbers of new applications and services are placing high demands on existing communication infrastructures. This demand for connectivity has created a necessity for alternative last mile solutions, which can deliver cost-effective, high-bandwidth connections.

Utilising the latest LED (light-emitting diode) technology, Plaintree Systems Inc. has developed the WaveBridge™ range of optical wireless transmission solutions with interfaces for data, telecom and mixed media applications.

Plaintree's advanced solutions feature enhanced performance, ease of deployment, and high reliability.

Plaintree solutions provide an economical alternative to fibre, wireline, cable or microwave solutions and are available over line of sight distances up to two kilometers and beyond.

WAVEBRIDGE™

DATCOM AND MULTIPLEX LINKS



Description

WaveBridge™ Datcom 500 Series of optical wireless links provide a seamless alternative to wireline, fibre, leased circuits and radio wave data solutions.

Point-to-point connections are achieved between remote sites up to 2 km apart, providing 10 Mbps Ethernet or 10 Mbps Ethernet plus E1/T1 side channel.

Unlike other alternative solutions, which offer low throughput speeds and often require expensive additional hardware, the WaveBridge™ 500 Series provides a direct connection to the network via industry standard interfaces for easy links between workstations, hubs and switches. Therefore providing maximum throughput with zero additional costs.

WaveBridge™ systems require a line of sight between terminals and employ narrow beams creating enhanced security between sites up to 2 km apart. They are unconditionally eye safe (Class 1) and terminals may be located internally or externally.

Benefits

- Rapid installation
- No frequency licensing/planning requirements
- Totally eye safe transmission
- Free from interference
- Can be densely deployed in a cluster
- Suitable for internal or external installations
- Easy to copy/clone
- No wireline leasing costs
- Secure physical layer
- Simple alignment
- Highly resistant to platform shake
- Typical range: 0 to 2 km
- Transmitter redundancy for high reliability
- Resistant to ionisation fades



PLAINTREE
Switch to Wireless

DATA and PBX applications

The WaveBridge™ 500 Datcom series provides IT managers with a cost-effective solution for connecting LAN and WAN or PBX networks.

Ease of deployment, direct connections, no frequency issues and maximum data rates are all benefits of the WaveBridge™ which allow networks to grow without the traditional connection constraints.

Extending WAN backbones, Ethernet LAN segments or simply connecting remote nodes is quickly and effectively achieved.

By utilising dedicated ports within a network's existing hardware and connecting them to industry standard interfaces located within the WaveBridge™ 500's head, maximum bandwidth services are extended avoiding bottlenecks, poor performance and latency issues.

Typical applications for the WaveBridge™ 500 solutions are campus networks and extensions of services across public roads, rivers, and metropolitan areas where civil works and permits are prohibiting.

The WaveBridge™ 500 Datcom series allows both Ethernet and PBX services to be transmitted simultaneously within one link. This allows total services control to network managers with no ongoing costs.

Plaintree systems provide single WaveBridge™ wireless connections or complete solutions incorporating our WaveSwitch™ range of reliable, robust network switches. In addition, total support is provided to the IT manager via our local representation on a global scale.

Technical specifications

Range/side margin (in clear weather)
1 000 meters – 14 dB
2 000 meters – 8 dB

Capacity (10 Mbps)
1 terminal (10 Mbps)
1 terminal with E1/T1 (2,048/1,544 Mbps)
Transceiver
LED Wavelength: 800 – 900 nm
Power: 20 dBm ± 1 dBm
Beamwidth: 1 degree

Eye safety
Class 1: Eye safe under all conditions
Network Interface
Ethernet – RJ45 (UTP)
T1: 100 ohm RJ45C UTP
E1: 120 ohm RJ45C UTP
75 ohm BNC Coax

Power: 240V AC, 50 - 60 Hz

Dimensions
36.2 cm x 41.9 cm x 55.9 cm

Weight
11.8 kg + mounting hardware

Environmental
Operating Temperature
-40 °C to 50 °C

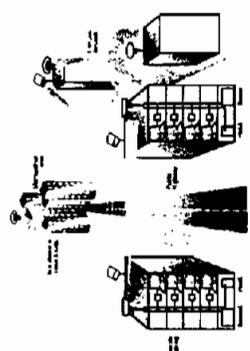
Storage Temperature
-40 °C to 80 °C

Housing: IP66

Notes: For cold temperatures, optional heater subassembly is available upon request. Specifications subject to change without notice. All ranges are based on clear weather conditions. Please consult with your regional sales manager for further information.



PLAINTREE
Switch to Wireless



Ordering information

Description: WaveBridge™ Datcom 500 series

Product	Part number	Distance
10 Mbps	PWDE 500	2 000 meters
10 Mbps + E1	PWME 521	2 000 meters
10 Mbps + T1	PWME 511	2 000 meters

Contact details

North America (Headquarters)
Toll free (US) 1-800-851-8500
Phone: +1 613-274-7979
Fax: +1 613-274-7538

International Sales
Africa: Phone: +27 11 475 1775
Fax: +27 11 475 6312

Asia: Phone: +60 3 2283 1620
Fax: +60 3 734 6113

Europe: Phone: +44 1622 202 189
Fax: +44 1822 207 572
Middle East and CIS Regions: Phone: +375 29 810 0027
Fax: +375 17 210 4821

Plaintree Systems, Inc., 2081 Merivale Road, Suite 1300 Ottawa, Ontario K2G 1G8, Canada
Tel: +1-613-274-7979 Fax: +1-613-274-7538

www.plaintree.com e-mail: sales@plaintree.com

COPYRIGHT © 2001 PLAINTREE SYSTEMS INC. 051801

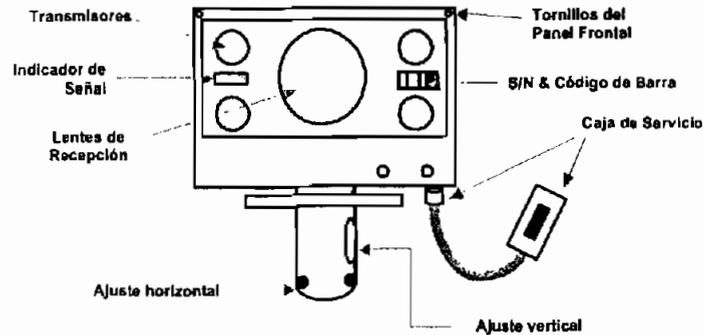
CONEXIÓN

- ✓ **RÁPIDA**
 - Sin requerimiento de frecuencias o planificación previa
 - Instalación en menos de 2 horas
 - Redistribución rápida de redes
- ✓ **FÁCIL**
 - Alineamiento de 20 a 40 minutos
 - Interconexión de redes de telefonía y de datos en minutos
 - Libre de interferencias
- ✓ **SEGURA**
 - Conexión de enlaces dedicados punto-a-punto
 - Tiempo promedio antes de fallas es de 25 años
 - Cumple con la Clase 1 en seguridad de retina

TRANSMISIÓN & SEGURIDAD VISUAL

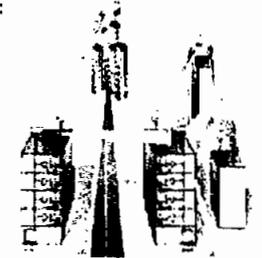
- ✓ T1 / E1
- ✓ 10Mbps
- ✓ 10Mbps + T1 / E1
- ✓ 100/155Mbps canal libre
- ✓ Distancias disponibles:
 - de 75 a 3.000 metros dependiendo de la velocidad y condiciones climáticas
- ✓ El equipamiento de Plantree cumple con la norma de seguridad de retina Clase 1, lo que significa que se puede mirar al haz de luz con binoculares o telescopio

WAVEBRIDGE 500



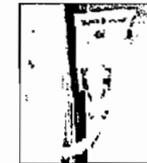
INSTALACIÓN

- ✦ Las unidades deben ser instaladas en un área libre de cualquier obstáculo de por lo menos 1.2 metros, y necesita tener línea de vista de punto-a-punto sin ningún tipo de obstáculo como:
 - Edificios
 - Cables de Alta Tensión
 - Aire Acondicionados
 - Generadores
 - Calentadores
 - Árboles



SITIO DE INSTALACIÓN

- ✦ Las unidades pueden ser instaladas en:



Paredes



Torres



Azoteas

CAMBIE PARA EL ENLACE ÓPTICO INALÁMBRICO

- ✦ Los productos WaveBridge están diseñados para múltiples usos y se presentan en una gran variedad de modelos y precios
- ✦ El sistema óptico inalámbrico es una poderosa herramienta para el proveedor de conectividad de poco y gran ancho de banda en el mundo actual de los negocios

Las Aplicaciones de los Enlaces Ópticos Inalámbricos de la Serie WaveBridge Son Ilimitadas

WhitePaper

802.11a: A Very High-Speed, Highly Scalable Wireless LAN Standard

The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) has developed 802.11a, a new specification that represents the next generation of enterprise-class wireless LANs. Among the advantages it has over current technologies are greater scalability, better interference immunity, and significantly higher speed, up to 54 Mbps and beyond, which simultaneously allows for higher bandwidth applications and more users. This paper provides an overview, in basic terms, of how the 802.11a specification works, and its corresponding benefits.

Physical Layer

5 GHz Frequency Band

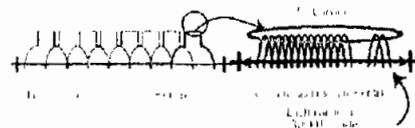
802.11a utilizes 300 MHz of bandwidth in the 5 GHz Unlicensed National Information Infrastructure (U-NII) band. Through the lower 200 MHz is physically contiguous, the FCC has divided the total 300 MHz into three distinct 100 MHz domains, each with a different legal maximum power output. The "low" band operates from 5.15 - 5.25 GHz, and has a maximum of 50 mW. The "middle" band is located from 5.25 - 5.35 GHz, with a maximum of 250 mW. The "high" band utilizes 5.725 - 5.825 GHz, with a maximum of 1 W. Because of the high power output, devices transmitting in the high band will tend to be building-to-building products. The low and middle bands are more suited to in-building wireless products. One requirement specific to the low band is that all devices must use integrated antennas.

Different regions of the world have allocated different amounts of spectrum, so geographic location will determine how much of the 5 GHz band is available. In the United States, the FCC has allocated all 3 bands for unlicensed transmissions. In Europe, however, only the low and middle bands are free. Though 802.11a is not yet certifiable in Europe, efforts are currently underway between IEEE and the European Telecommunications Standards Institute (ETSI) to rectify this. In Japan, only the low band may be used. This will result in more competition for signal, but will still allow for very high performance.

The frequency range used currently for most enterprise-class unlicensed transmissions, including 802.11b, is the 2.4 GHz Industrial, Scientific & Medical (ISM) band. This highly populated band offers only 83 MHz of spectrum for all wireless traffic, including cordless phones, building-to-building transmissions, and micro-wave ovens. In comparison, the 300 MHz offered in the U-NII band represents a nearly four-fold increase in spectrum, all the more impressive when considering there is limited wireless traffic in the band today.

OFDM Modulation Scheme

802.11a uses Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), a new encoding scheme that offers benefits over spread spectrum in channel availability and data rate. Channel availability is significant because the more independent channels that are available, the more scalable the wireless network becomes. The high data rate is



accomplished by combining many lower-speed subcarriers to create one high-speed channel. 802.11a uses OFDM to define a total of 8 non-overlapping 20 MHz channels across the 2 lower bands each of these channels is divided into 52 subcarriers, each approximately 300 KHz wide. By comparison 802.11b uses 3 non-overlapping channels.

A large (wide) channel can transport more information per transmission than a small (narrow) one. As described above, 802.11a utilizes channels that are 20 MHz wide, with 52 subcarriers contained within. The subcarriers are transmitted in "parallel", meaning they are sent and received simultaneously. The receiving device processes these individual signals, each one representing a fraction of the total data that, together, make up the actual signal. With this many subcarriers comprising each channel, a tremendous amount of information can be sent at once.

With so much information per transmission, it obviously becomes important to guard against data loss. Forward Error Correction (FEC) was added to the 802.11a specification for this purpose (FEC does not exist in 802.11b). At its simplest, FEC consists of sending a secondary copy along with the primary information. If part of the primary information is lost, insurance then exists to help the receiving device recover (through sophisticated algorithms) the lost data. This way, even if part of the signal is lost, the information can be recovered so the data is received as intended, eliminating the need to retransmit. Because of its high speed, 802.11a can accommodate this overhead with negligible impact on performance.

Another threat to the integrity of the transmission is multipath reflection, also called delay spread. When a radio signal leaves the "sending" antenna, it radiates outward, spreading as it travels. If the signal reflects off a flat surface, the original signal and the reflected signal may reach the "receiving" antenna simultaneously. Depending on how the signals overlap, they can either augment or cancel each other out. A baseband processor or equalizer, uncovers the divergent signals. However, if the delay is long enough, the delayed signal spreads into the next transmission. OFDM specifies a slower symbol rate to reduce the chance a signal will interfere with the following signal, minimizing multipath interference.

Data Rates & Range

Devices utilizing 802.11a are required to support speeds of 6, 12, and 24 Mbps. Optional speeds go up to 54 Mbps, but will also typically include 48, 36, 18, and 9 Mbps. These differences are the result of implementing different modulation techniques and FEC levels. To achieve 54 Mbps, a mechanism called 64 level quadrature amplitude modulation (64-QAM) is used to pack the maximum amount of information possible (allowable by the standard) on each subcarrier. Just as with 802.11b, as an 802.11a client device travels farther from its Access Point, the connection will remain intact but speed decreases (falls back). As the following picture illustrates, 802.11a can have a significantly higher signaling rate than 802.11b at most ranges.

Figure 1: Comparison of 802.11a and 802.11b signaling rates. (Source: IEEE 802.11a-1999)

MAC Layer

802.11a uses the same Media Access Control (MAC) layer technology as 802.11b, carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA-CA). CSMA-CA is a basic protocol used to avoid signals colliding and canceling each other out. It works by requesting authorization to transmit for a specific amount of time prior to sending information. The sending device broadcasts a request to send (RTS) frame with information on the length of its signal. If the receiving device permits it at that moment, it broadcasts a clear to send (CTS) frame. Once the CTS goes out, the sending machine transmits its information.

Any other sending devices in the area that "hear" the CTS realize another device will be transmitting and allow that signal to go out unobstructed.

Relation to HiperLAN/2

HiperLAN/2 is a wireless specification developed by ETSI, and has some similarities to 802.11a at the physical layer. It also uses OFDM technology, and operates in the 5 GHz frequency band. The MAC layers are different, however. While 802.11a uses CSMA-CA, HiperLAN/2 utilizes time division multiple access (TDMA). Because the 5 GHz UNII equivalent bands have been reserved for HiperLAN/2 systems in Europe, 802.11a is not yet certifiable in Europe by ETSI. In an effort to rectify this, two additions to the IEEE 802.11a specification have been proposed to allow both 802.11a and HiperLAN/2 to coexist. Dynamic channel selection (DCS) and transmit power control (TPC) allow clients to detect the most available channels and use only the minimum output power necessary if interference is evident. The implementation of these additions will significantly increase the likelihood of European 802.11a certification.

Compatibility with 802.11b

While 802.11a and 802.11b share the same MAC layer technology, there are significant differences at the physical layer. 802.11b, using the ISM band, transmits in the 2.4 GHz range, while 802.11a, using the UNII band, transmits in the 5 GHz range. Because their signals travel in different frequency bands, one significant benefit is that they will not interfere with each other. A related consequence, therefore, is that the two technologies are not compatible. There are various strategies for migrating from 802.11b to 802.11a, or even using both on the same network concurrently. For a detailed examination of this topic, please visit www.proxim.com/products/harmony/whitepapers/integration.html

Summary

802.11a represents the next generation of enterprise-class wireless LAN technology, with many advantages over current options. At speeds of 54 Mbps and greater, it is faster than any other unlicensed solution. 802.11a and 802.11b both have a similar range, but 802.11a provides higher speed throughout the entire coverage area. The 5 GHz band in which it operates is not highly populated, so there is less congestion to cause interference or signal contention. And, the 8 non-overlapping channels allow for a highly scalable and flexible installation. 802.11a is the most reliable and efficient medium by which to accommodate high bandwidth applications for numerous users. Because of 802.11a's many benefits, Proxim will introduce 802.11a products into the Harmony product family in 2002. Harmony's centrally managed architecture delivers the easiest and most flexible wireless LAN system; the addition of 802.11a's speed, scalability and interference immunity will also make it the highest performing solution.



Proxim Corporation
935 Nizkor Drive
Sunnyvale, California 94089

tel: 800.229.1630
tel: 408.741.2700
fax: 408.731.8675

Telex® Technical Data

5.8 GHz WLAN/UNII Directional Antenna

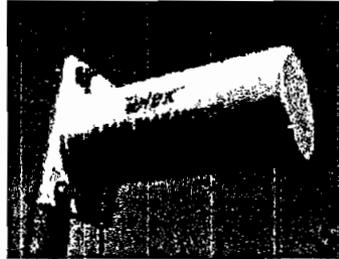
5.725 - 5.825 GHz

Order No. 5815AA

5815AA 16 elem. yagi azimuth pattern
5.725 to 5.825 GHz

General Description

This antenna is a totally enclosed 16 element Yagi antenna for the 5725 to 5825 MHz frequency band. It is designed to be used as a bridge antenna between two networks or for point to point communications. It has a nominal VSWR of 1.5:1 and is less than 2:1 over the entire frequency band. The gain is 14.0 dBi and the half-power beamwidth is 30 degrees. This antenna is normally mounted on a mast and is vertically polarized.



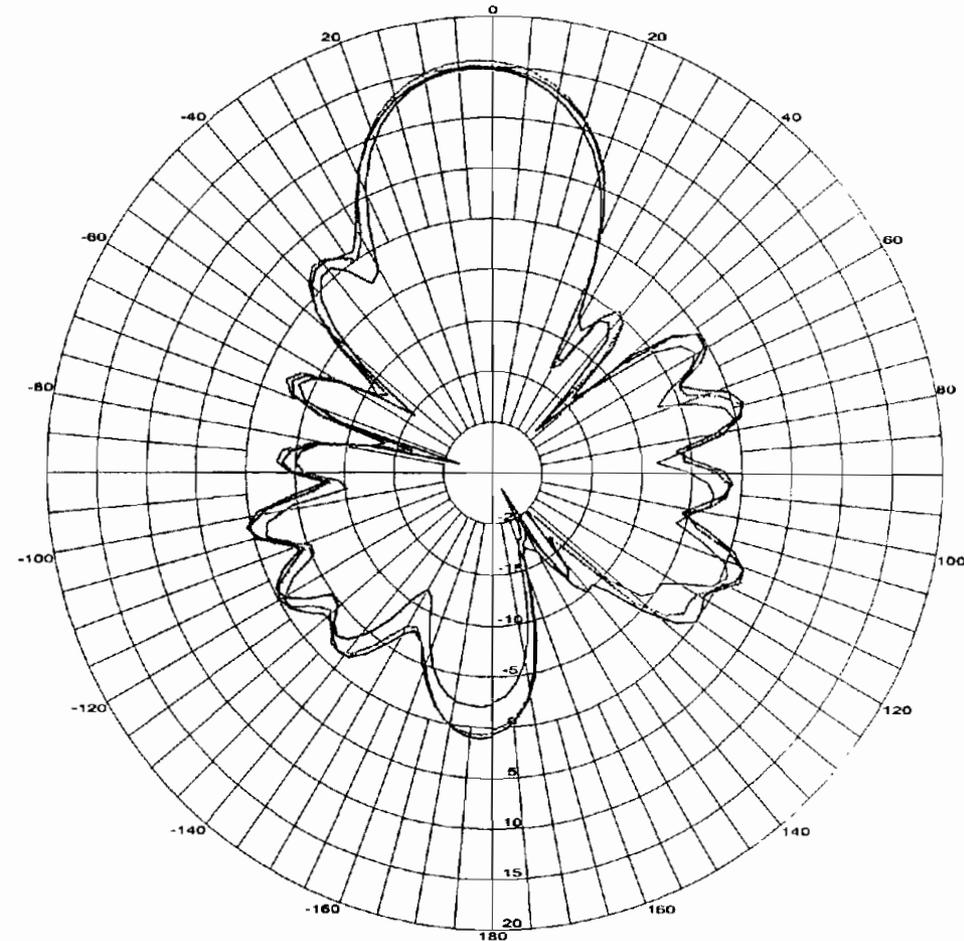
Specifications

Electrical:

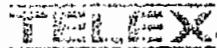
Frequency Range	5725-5825 MHz
VSWR	Less than 2:1, 1.5:1 Nominal
Nominal Impedance	50 ohms
Gain	14.0 dBi Nominal
Front-to-Back ratio	Greater than 20 dB
Half-power Beamwidth	30 degrees
Polarization	Vertical

Mechanical:

Size	9.25" long
Mounting method	Clamps to vertical mast up to - 1 5/8" O.D.
Cable length	6"
Cable Type	RG-316/U Type, 50 ohm
Connector	SMA plug
Optional Connectors	RP-SMA or reverse-thread SMA



Since it is the intent of TELEX COMMUNICATIONS, INC. to continually improve its products, Telex reserves the right to make specification and design changes without notice.



8601 East Cornhusker Highway, Lincoln, NE 68505
Phone: (402) 467-5321 FAX: (402) 467-3279

Printed in U.S.A.

<http://www.telexwireless.com>

August 2001

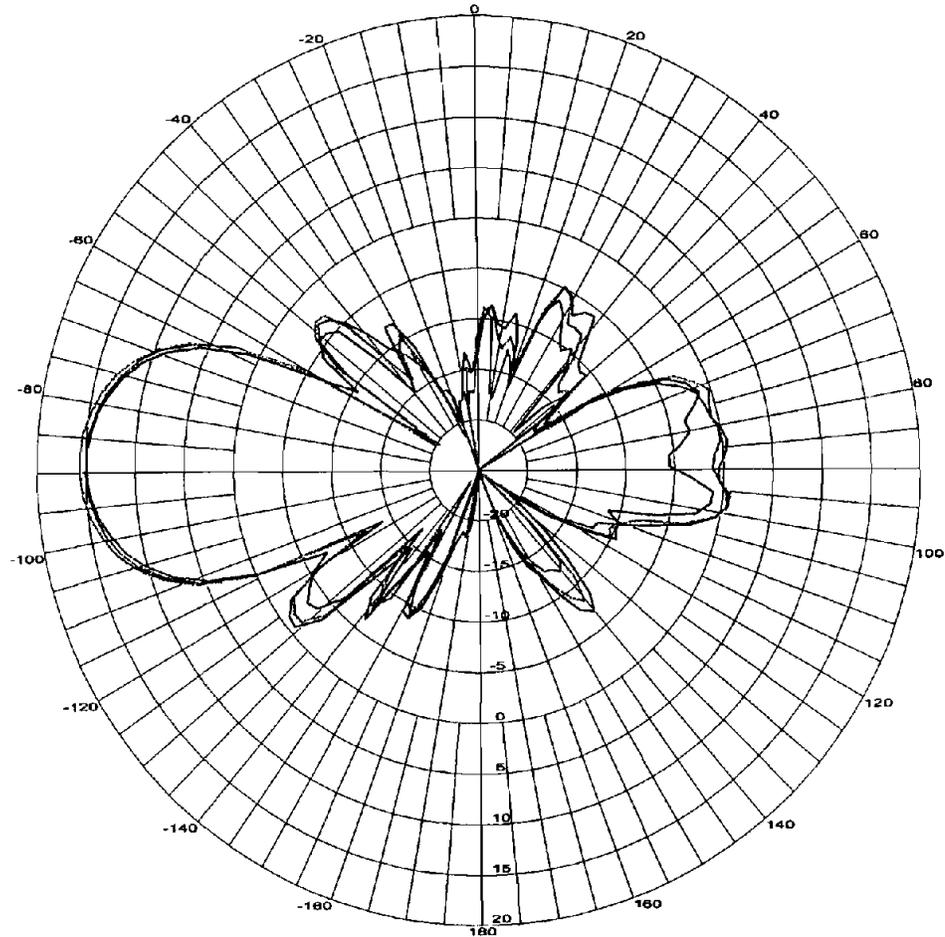
Frequency List

Freq: 5.725 GHz	---
Freq: 5.775 GHz	---
Freq: 5.825 GHz	---

Telex Communications, INC
8601 E. Cornhusker Hwy
Lincoln, NE 68507

Phone: (402) 467-5321
Fax: (402) 467-3279

5815AA 16 elem. yagi elevation pattern
5.725 to 5.825 GHz



Frequency List
Freq: 5.725 GHz ———
Freq: 5.775 GHz ———
Freq: 5.825 GHz ———

Telex Communications, INC.
8801 E. Cornhusker Hwy
Lincoln, NE 68507
Phone: (402) 467-5321
Fax: (402) 467-3279

Telex® Technical Data

WLAN/U-NII Omnidirectional Antenna

5.725 - 5.825 GHz

Order No. 5830AN

7.5 dBi Omni
Model 5830AA
Azimuth Pattern

General Description

This antenna was designed for WLAN applications for frequencies of 5725 MHz to 5825 MHz. The antenna is omnidirectional and has a nominal gain of 7.5 dBi when measured at the standard Type N coax connector. This antenna is designed to be mounted on a round mast.



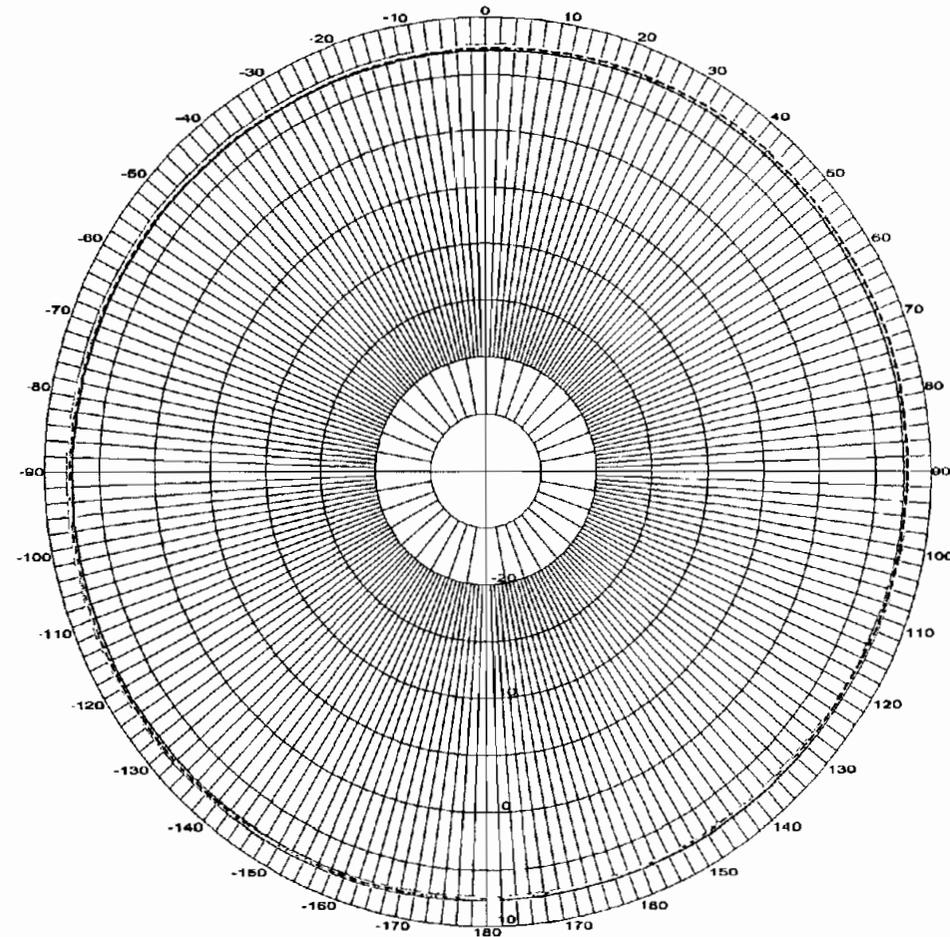
Specifications

Electrical:

Frequency Range 5725 - 5825 MHz
VSWR nominal 1.4:1, maximum 2:1
Nominal Impedance 50 ohms
Nominal Gain 7.5 dBi
Half-power Elevation Beamwidth 15 degrees
Polarization Vertical
Maximum Power 10 watts

Mechanical:

Size (without mount) 1.0 OD x 10.875 inches
Mounting method Bracket and SS clamp. 2.0 inch. OD mast max.
Connector Type N jack
Wind Survival (per EIA-222-E at 100' height) 100 mph
Humidity 5% - 95% (non-condensing)



Since it is the intent of TELEX COMMUNICATIONS, INC. to continually improve its products, Telex reserves the right to make specification and design changes without notice.



8801 East Cornhusker Highway, Lincoln, NE 68505
Phone: (402) 467-5321 FAX (402) 467-3279

<http://www.telexwireless.com>

Printed in U.S.A.

March 2002

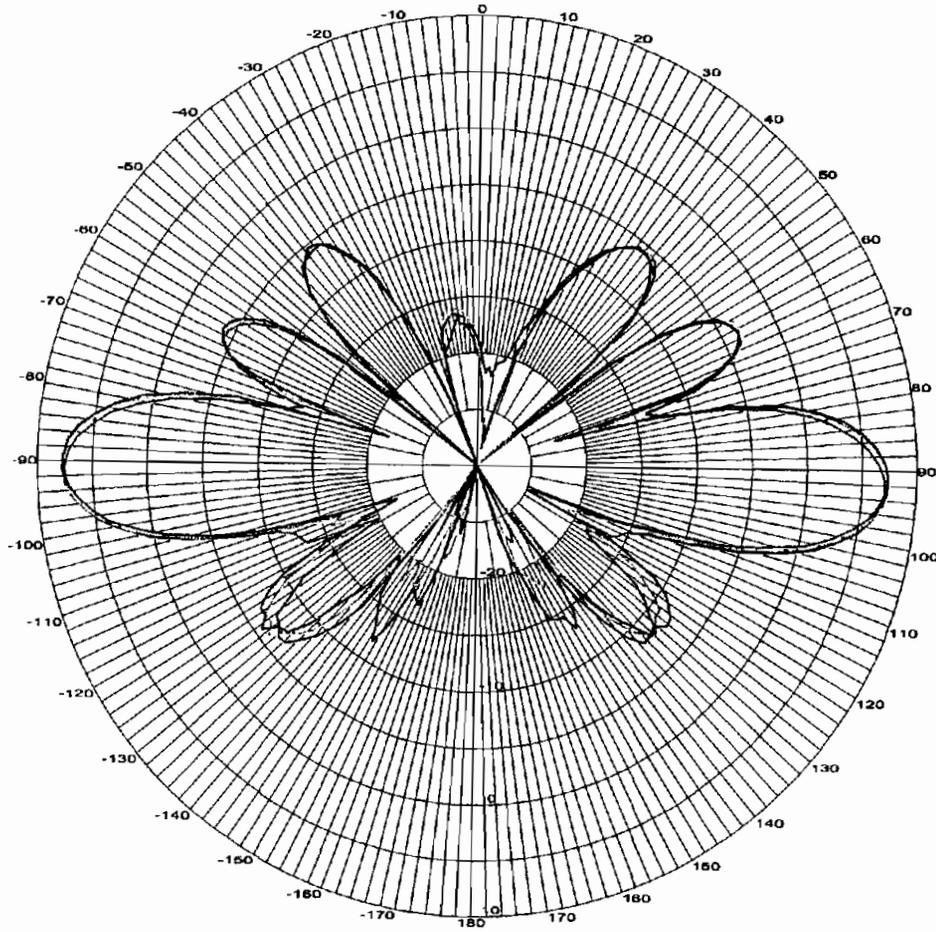
Frequency List

Freq: 5.725 GHz ———
Freq: 5.750 GHz - - -
Freq: 5.775 GHz
Freq: 5.800 GHz - · - ·
Freq: 5.825 GHz ———

Telex Communications, INC.
8801 E. Cornhusker Hwy
Lincoln, NE 68507

Phone: (402) 467-5321
Fax (402) 467-3279

7.5 dBi Omni
Model 5830AA
Elevation Pattern



Frequency List
Freq: 5.725 GHz ———
Freq: 5.775 GHz - - - -
Freq: 5.825 GHz - · - · -

Telex Communications, INC.
8801 E. Cornhusker Hwy
Lincoln, NE 68507
Phone: (402) 467-5321
Fax: (402) 467-3279

	APERTO	EXCELAIR	INTEL PRO WLAN	ORINOCO	NETRO
ASPECTOS TÉCNICOS					
AJUSTE DE VELOCIDAD	2	2	1	1	2
AUTO AJUSTE DE VELOCIDAD			Igual	Igual	
ALIMENTACIÓN EQUIPO DE USUARIO	2	2	1	1	3
ALIMENTACIÓN EQUIPO DE USUARIO	Requiere inversor para trabajar con baterías	Requiere inversor para trabajar con baterías	Puede funcionar directamente a baterías	Puede funcionar directamente a baterías	
ALIMENTACIÓN PUNTO DE ACCESO	1	4	3	2	4
ALIMENTACIÓN PUNTO DE ACCESO	Trabaja tanto con CA como con CD, soporte de variaciones de voltaje	Trabaja solo en CD, requiere regulador/cargador de gran capacidad	Trabaja directamente con CA, requiere inversor para respaldo	Trabaja tanto con CA como con CD, soporte de variaciones de voltaje	
ANCHO DE BANDA	1	1	2	2	3
ANCHO DE BANDA	Banda angosta	Banda angosta	Mayor consumo de espectro	Mayor consumo de espectro	Mayor consumo de espectro, no espectro ensanchado
ARQUITECTURA	2	2	1	1	2
ARQUITECTURA	Topología estrella	Topología estrella	Vanas topologías posibles	Vanas topologías posibles	Topología estrella
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL EQUIPO DE USUARIO	2	4	1	1	3
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL EQUIPO DE USUARIO	Por peso y volumen				
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL PUNTO DE ACCESO	5	3	2	1	4
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL PUNTO DE ACCESO	Por peso y volumen				
COBERTURA O ALCANCE	1	4	5	3	2
COBERTURA O ALCANCE	Por distancia de cobertura				
COMPATIBILIDAD CON OTROS FABRICANTES	2	2	1	1	2
COMPATIBILIDAD CON OTROS FABRICANTES	Propietario	Propietario	Cumple estándar	Cumple estándar	Propietario
CORRECCIÓN DE ERRORES	1	1	2	2	2
CORRECCIÓN DE ERRORES	SI	SI	-	-	-
ENCRIPCIÓN	1	3	2	2	3
ENCRIPCIÓN	Afa	-	Media	Media	-
ENLACE SIN LÍNEA DE VISTA	2	2	1	1	2
ENLACE SIN LÍNEA DE VISTA	Por frecuencia de operación y especificaciones				
ESCALABILIDAD	1	1	1	1	1
ESCALABILIDAD	Iguales todos los sistemas son escalables				
ESTÁNDARES SOPORTADOS	1	2	3	3	4
ESTÁNDARES SOPORTADOS	Por número de estándares soportados				
FACILIDAD DE ADMINISTRACIÓN Y CONFIGURACIÓN	2	3	2	1	3
FACILIDAD DE ADMINISTRACIÓN Y CONFIGURACIÓN	Por número de opciones de acceso remoto para administración				
PLATAFORMAS EN SISTEMAS OPERATIVOS	1	3	2	2	3
PLATAFORMAS EN SISTEMAS OPERATIVOS	Por número de plataformas soportadas				
FRECUENCIA DE OPERACIÓN	3	4	1	1	2
FRECUENCIA DE OPERACIÓN	Por disponibilidad del espectro radio eléctrico en el Ecuador				
INTERFACES DE PUNTO DE ACCESO	1	2	3	1	4
INTERFACES DE PUNTO DE ACCESO	Por número de interfaces, mientras mayor sea el número manejable, existe mayor competitividad con otros				
INTERFACES DE USUARIO	1	4	3	2	4
INTERFACES DE USUARIO	Por número de interfaces, mientras mayor sea el número manejable, existe mayor compatibilidad con otros.				
MÉTODO DE ACCESO	3	3	2	1	4
MÉTODO DE ACCESO	Existen tiempos de guarda, baja el rendimiento	Existen frecuencias de guarda, baja el rendimiento	Escucha de portadora en exterior, baja el rendimiento	Funciona en exterior	
MODULACIÓN	4	3	2	1	5
MODULACIÓN	Por número de tipos de modulación posibles				
NÚMERO DE CANALES	2	2	1	2	2
NÚMERO DE CANALES	Por número de canales				
NÚMERO DE USUARIOS POR PUNTO DE ACCESO	2	1	5	3	4
NÚMERO DE USUARIOS POR PUNTO DE ACCESO	Por número de usuarios				
PRESTACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO	2	1	3	4	4
PRESTACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO	Por facilidades de configuración del canal proveedor usuario				
PROTOCOLOS Y SERVICIOS SOPORTADOS	2	4	3	1	4
PROTOCOLOS Y SERVICIOS SOPORTADOS	Por número de protocolos soportados				
REDUNDANCIA	1	2	2	2	2
REDUNDANCIA	SI	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)
VELOCIDAD DE DATOS	5	3	2	1	4
VELOCIDAD DE DATOS	Por orden de velocidad				

* Información no encontrada o no facilitada por el fabricante.